

# Contenido

Prólogo .....	ix
Capítulo 1. SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES .....	1
1.1. Introducción.—1.2. Ecuaciones lineales. Soluciones.—1.3. Ecuaciones lineales con dos incógnitas.—1.4. Sistemas de ecuaciones lineales. Sistemas equivalentes. Operaciones elementales.—1.5. Sistemas en forma triangular y escalonada.—1.6. Algoritmo de reducción.—1.7. Matrices.—1.8. Equivalencia por filas. Operaciones elementales entre filas.—1.9. Sistemas de ecuaciones lineales y matrices.—1.10. Sistemas de ecuaciones lineales homogéneos.	
Capítulo 2. VECTORES EN $\mathbf{R}^n$ Y $\mathbf{C}^n$ . VECTORES ESPACIALES .....	45
2.1. Introducción.—2.2. Vectores en $\mathbf{R}^n$ .—2.3. Suma de vectores y producto por un escalar.—2.4. Vectores y ecuaciones lineales.—2.5. Producto escalar.—2.6. Norma de un vector.—2.7. Vectores localizados, hiperplanos y rectas en $\mathbf{R}^n$ .—2.8. Vectores espaciales. Notación $ijk$ en $\mathbf{R}^3$ .—2.9. Números complejos.—2.10. Vectores en $\mathbf{C}^n$ .	
Capítulo 3. MATRICES .....	87
3.1. Introducción.—3.2. Matrices.—3.3. Suma de matrices y producto por un escalar.—3.4. Producto de matrices.—3.5. Traspuesta de una matriz.—3.6. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales.—3.7. Matrices por bloques.	
Capítulo 4. MATRICES CUADRADAS. MATRICES ELEMENTALES .....	105
4.1. Introducción.—4.2. Matrices cuadradas.—4.3. Diagonal y traza. Matriz identidad.—4.4. Potencias de matrices. Polinomios de matrices.—4.5. Matrices invertibles (no singulares).—4.6. Tipos especiales de matrices cuadradas.—4.7. Matrices complejas.—4.8. Matrices cuadradas por bloques.—4.9. Matrices elementales. Aplicaciones.—4.10. Operaciones elementales entre columnas. Equivalencia de matrices.—4.11. Matrices simétricas congruentes. Ley de inercia.—4.12. Formas cuadráticas.—4.13. Similitud.—4.14. Factorización LU.	
Capítulo 5. ESPACIOS VECTORIALES .....	167
5.1. Introducción.—5.2. Espacios vectoriales.—5.3. Ejemplos de espacios vectoriales.—5.4. Subespacios.—5.5. Combinaciones lineales. Envoltentes lineales.—5.6. Dependen-	

	cia e independencia lineal.—5.7. Bases y dimensión.—5.8. Ecuaciones lineales y espacios vectoriales.—5.9. Sumas y sumas directas.—5.10. Coordenadas.—5.11. Cambio de base.	
Capítulo 6.	<b>ESPACIOS CON PRODUCTO INTERNO. ORTOGONALIDAD</b> ..... 6.1. Introducción.—6.2. Espacios con producto interno.—6.3. Desigualdad de Cauchy-Schwarz. Aplicaciones.—6.4. Ortogonalidad.—6.5. <u>Conjuntos ortogonales y bases</u> . Proyecciones.—6.6. Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt.—6.7. Productos internos y matrices.—6.8. Espacios complejos con producto interno.—6.9. Espacios vectoriales normados.	239
Capítulo 7.	<b>DETERMINANTES</b> ..... 7.1. Introducción.—7.2. Determinantes de órdenes uno y dos.—7.3. Determinantes de orden tres.—7.4. Permutaciones.—7.5. <u>Determinantes de orden arbitrario</u> .—7.6. Propiedades de los determinantes.—7.7. <u>Menores y cofactores</u> .—7.8. Adjunto clásico. 7.9. Aplicaciones a las ecuaciones lineales. Regla de Cramer.—7.10. Submatrices. Menores generales. Menores principales.—7.11. Matrices por bloques y determinantes.—7.12. Determinantes y volumen.—7.13. Multilinealidad y determinantes.	290
Capítulo 8.	<b>VALORES PROPIOS Y VECTORES PROPIOS. DIAGONALIZACION</b> ..... 8.1. Introducción.—8.2. Polinomios de matrices.—8.3. Polinomio característico. Teorema de Cayley-Hamilton.—8.4. Valores propios y vectores propios.—8.5. Cálculo de valores propios y vectores propios. Diagonalización de matrices.—8.6. Diagonalización de matrices reales simétricas.—8.7. Polinomio mínimo.	330
Capítulo 9.	<b>APLICACIONES LINEALES</b> ..... 9.1. Introducción.—9.2. Aplicaciones.—9.3. Aplicaciones lineales.—9.4. Núcleo e imagen de una aplicación lineal.—9.5. Aplicaciones lineales singulares y no singulares. Isomorfismos.—9.6. Operaciones con aplicaciones lineales.—9.7. Algebra de operadores lineales $A(V)$ .—9.8. Operadores invertibles.	369
Capítulo 10.	<b>MATRICES Y APLICACIONES LINEALES</b> ..... 10.1. Introducción.—10.2. Representación matricial de un operador lineal.—10.3. Cambio de base y operadores lineales.—10.4. Diagonalización de operadores lineales.—10.5. Matrices y aplicaciones lineales generales.	406
Capítulo 11.	<b>FORMAS CANONICAS</b> ..... 11.1. Introducción.—11.2. Forma triangular.—11.3. Invariancia.—11.4. Descomposiciones en suma directa invariante.—11.5. Descomposición primaria.—11.6. Operadores nilpotentes.—11.7. Forma canónica de Jordan.—11.8. Subespacios cíclicos.—11.9. Forma canónica racional.—11.10. Espacios cociente.	436
Capítulo 12.	<b>FUNCIONALES LINEALES Y ESPACIO DUAL</b> ..... 12.1. Introducción.—12.2. Funcionales lineales y espacio dual.—12.3. Base dual. 12.4. Espacio segundo dual.—12.5. Aniquiladores.—12.6. Traspuesta de una aplicación lineal.	470
Capítulo 13.	<b>FORMAS BILINEALES, CUADRATICAS Y HERMITICAS</b> ..... 13.1. Introducción.—13.2. Formas bilineales.—13.3. Formas bilineales y matrices. 13.4. Formas bilineales alternadas.—13.5. Formas bilineales simétricas. Formas cuadráticas.—13.6. Formas bilineales simétricas reales. Ley de inercia.—13.7. Formas hermiticas.	484

Capítulo 14.	<b>OPERADORES LINEALES EN ESPACIOS CON PRODUCTO INTERNO</b> . . . . .	503
	14.1. Introducción.—14.2. Operadores adjuntos.—14.3. Analogía entre $A(V)$ y $C$ . Operadores especiales.—14.4. Operadores autoadjuntos.—14.5. Operadores ortogonales y unitarios.—14.6. Matrices ortogonales y unitarias.—14.7. Cambio de base ortonormal.—14.8. Operadores positivos.—14.9. Diagonalización y formas canónicas en espacios euclídeos.—14.10. Diagonalización y formas canónicas en espacios unitarios.—14.11. Teorema espectral.	
Apéndice	<b>CONJUNTOS Y RELACIONES</b> . . . . .	528
	Conjuntos, elementos.—Operaciones entre conjuntos.—Producto cartesiano de conjuntos.—Relaciones.—Relaciones de equivalencia.	
	<b>ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS</b> . . . . .	535
	Introducción.—Grupos.—Anillos, dominios de integridad y cuerpos.—Módulos.	
	<b>POLINOMIOS SOBRE UN CUERPO</b> . . . . .	545
	Introducción.—Divisibilidad. Máximo común divisor.—Factorización.	
Índice	. . . . .	549