

Índice

| | |
|--|--------------|
| Índice de figuras | xxi |
| Índice de tablas | xxiii |
| Prólogo | xxv |
| 1 Conceptos de programación | 1 |
| 1.1 Computadora u ordenador | 1 |
| 1.2 Problemas, algoritmos y programas | 1 |
| 1.2.1 Problema | 1 |
| 1.2.2 Algoritmo | 2 |
| 1.2.3 Problemas, algoritmos y programas | 4 |
| 1.3 Lenguajes y paradigmas de programación | 4 |
| 1.3.1 Lenguajes de programación | 4 |
| 1.3.2 Evolución de los lenguajes de programación | 6 |
| 1.3.3 Paradigmas de programación | 8 |
| 1.4 Ingeniería del software | 8 |
| 2 Elementos básicos de Pascal | 11 |
| 2.1 Historia y características de Pascal | 11 |
| 2.2 Tipos de datos básicos | 12 |
| 2.2.1 Tipo entero (integer) | 13 |
| 2.2.2 Tipo real (real) | 14 |
| 2.2.3 Tipo carácter (char) | 15 |
| 2.2.4 Tipo booleano (boolean) | 17 |
| 2.3 Operadores relacionales o de comparación | 18 |
| 2.4 Expresiones | 19 |
| 2.4.1 Precedencia de operaciones | 19 |
| 2.4.2 Tipo de dato de una expresión | 19 |
| 2.5 Sobrecarga de operadores y funciones | 19 |
| 2.6 Conversión de tipos | 20 |
| 2.6.1 Conversión implícita | 20 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.6.2 | Conversión explícita | 20 |
| 2.7 | Elementos básicos del lenguaje | 21 |
| 2.7.1 | Vocabulario | 21 |
| 2.7.2 | Constantes y variables | 23 |
| 2.7.3 | Instrucciones básicas: asignación, escritura y lectura | 23 |
| 2.7.4 | Estructura de un programa | 26 |
| 2.8 | Cuestiones de tipo test | 29 |
| 2.8.1 | Enunciados | 29 |
| 2.8.2 | Soluciones | 30 |
| 2.9 | Problemas | 32 |
| 2.9.1 | Expresiones | 32 |
| 2.9.2 | Tipo y valor | 32 |
| 2.9.3 | Sintaxis | 32 |
| 2.9.4 | Escritura | 33 |
| 2.9.5 | Lectura | 34 |
| 2.9.6 | Algoritmo radianes y grados | 34 |
| 2.9.7 | Programa radianes y grados | 34 |
| 2.9.8 | Segundos | 35 |
| 2.9.9 | Cilindro | 35 |
| 2.9.10 | Ecuación de segundo grado | 35 |
| 2.9.11 | Herón de Alejandría | 35 |
| 2.9.12 | Carrera de caballos | 35 |
| 2.9.13 | Transportes | 36 |
| 2.9.14 | A mayúsculas | 36 |
| 2.10 | Soluciones | 36 |
| 2.10.1 | Expresiones | 36 |
| 2.10.2 | Tipo y valor | 37 |
| 2.10.3 | Sintaxis | 37 |
| 2.10.4 | Escritura | 39 |
| 2.10.5 | Lectura | 39 |
| 2.10.6 | Algoritmo radianes y grados | 39 |
| 2.10.7 | Programa radianes y grados | 40 |
| 2.10.8 | Segundos | 41 |
| 2.10.9 | Cilindro | 42 |
| 2.10.10 | Ecuación de segundo grado | 43 |
| 2.10.11 | Herón de Alejandría | 43 |
| 2.10.12 | Carrera de caballos | 44 |
| 2.10.13 | Transportes | 47 |
| 2.10.14 | A mayúsculas | 48 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | Instrucciones estructuradas | 49 |
| 3.1 | Instrucción compuesta | 49 |
| 3.2 | Instrucciones de selección | 49 |
| 3.3 | Instrucciones de iteración | 52 |
| 3.4 | Recomendaciones | 54 |
| 3.5 | Cuestiones de tipo test | 55 |
| 3.5.1 | Enunciados | 55 |
| 3.5.2 | Soluciones | 57 |
| 3.6 | Problemas | 57 |
| 3.6.1 | Nivel medio de ruido | 57 |
| 3.6.2 | Cálculo del préstamo bancario | 58 |
| 3.6.3 | La calculadora | 58 |
| 3.6.4 | Esquema de recorrido | 58 |
| 3.6.5 | Esquema de búsqueda | 58 |
| 3.6.6 | La hora cada diez minutos | 58 |
| 3.6.7 | El máximo común divisor | 59 |
| 3.6.8 | El número perfecto | 59 |
| 3.7 | Soluciones | 59 |
| 3.7.1 | Nivel medio de ruido | 59 |
| 3.7.2 | Cálculo del préstamo bancario | 60 |
| 3.7.3 | La calculadora | 61 |
| 3.7.4 | Esquema de recorrido | 62 |
| 3.7.5 | Esquema de búsqueda | 62 |
| 3.7.6 | La hora cada diez minutos | 63 |
| 3.7.7 | El máximo común divisor | 64 |
| 3.7.8 | El número perfecto | 65 |
| 4 | Subprogramas: procedimientos y funciones | 67 |
| 4.1 | Diseño descendente | 67 |
| 4.2 | Subprogramas | 68 |
| 4.2.1 | Declaración de subprogramas en el programa principal | 69 |
| 4.2.2 | Diseño de subprogramas | 69 |
| 4.3 | Procedimientos y funciones | 70 |
| 4.3.1 | Definición de una función y un procedimiento | 71 |
| 4.3.2 | Llamada a una función o a un procedimiento | 72 |
| 4.4 | Parámetros | 73 |
| 4.4.1 | Parámetros por valor | 74 |
| 4.4.2 | Parámetros por referencia o por variable | 74 |
| 4.5 | Bloques | 75 |
| 4.6 | Tipos de identificadores | 75 |
| 4.7 | Vigencia o vida de un objeto | 76 |
| 4.8 | Ámbito o visibilidad de un objeto | 76 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.9 | Efectos laterales | 76 |
| 4.10 | Cuestiones de tipo test | 76 |
| 4.10.1 | Enunciados | 76 |
| 4.10.2 | Soluciones | 80 |
| 4.11 | Problemas | 82 |
| 4.11.1 | Toro | 82 |
| 4.11.2 | Otro toro | 83 |
| 4.11.3 | Nuevo toro | 83 |
| 4.11.4 | Traza y comprensión | 83 |
| 4.11.5 | Método Cesar | 84 |
| 4.11.6 | Errores | 85 |
| 4.11.7 | Números romanos | 87 |
| 4.11.8 | Multiplicación con lápiz y papel | 88 |
| 4.11.9 | Palíndromo | 89 |
| 4.11.10 | Número de la suerte | 90 |
| 4.11.11 | Calculadora | 90 |
| 4.11.12 | Calculadora de complejos | 91 |
| 4.11.13 | Primalidad | 91 |
| 4.11.14 | Sucesiones | 92 |
| 4.11.15 | Trayectoria | 92 |
| 4.11.16 | Función seno aproximada | 93 |
| 4.11.17 | Suma de números primos | 93 |
| 4.11.18 | Pi | 93 |
| 4.11.19 | Capicúa | 93 |
| 4.11.20 | Rotar | 93 |
| 4.12 | Soluciones | 94 |
| 4.12.1 | Toro | 94 |
| 4.12.2 | Otro toro | 96 |
| 4.12.3 | Nuevo toro | 98 |
| 4.12.4 | Traza y comprensión | 101 |
| 4.12.5 | Método Cesar | 103 |
| 4.12.6 | Errores | 106 |
| 4.12.7 | Números romanos | 107 |
| 4.12.8 | Multiplicación con lápiz y papel | 111 |
| 4.12.9 | Palíndromo | 113 |
| 4.12.10 | Número de la suerte | 114 |
| 4.12.11 | Calculadora | 116 |
| 4.12.12 | Calculadora de complejos | 117 |
| 4.12.13 | Primalidad | 126 |
| 4.12.14 | Sucesiones | 128 |
| 4.12.15 | Trayectoria | 131 |
| 4.12.16 | Función seno aproximada | 133 |

ÍNDICE

xi

| | |
|---|------------|
| 4.12.17 Suma de números primos | 136 |
| 4.12.18 Pi | 138 |
| 4.12.19 Capicúa | 139 |
| 4.12.20 Rotar | 140 |
| 5 Introducción a la Recursión en PASCAL | 143 |
| 5.1 Subprograma recursivo | 143 |
| 5.2 Recursión en PASCAL | 143 |
| 5.3 Proceso de la llamada al subprograma recursivo | 144 |
| 5.4 Estructura de un subprograma recursivo | 146 |
| 5.5 Recursión infinita | 146 |
| 5.6 Recursividad lineal | 147 |
| 5.7 Recursividad final | 147 |
| 5.8 Recursión múltiple (o no lineal) | 147 |
| 5.9 Transformación de recursión a iteración | 148 |
| 5.10 Claridad versus eficiencia | 153 |
| 5.11 Recomendaciones generales | 154 |
| 5.12 Recursión mutua (indirecta) | 154 |
| 5.13 Cuestiones de test | 155 |
| 5.13.1 Enunciados | 155 |
| 5.13.2 Soluciones | 156 |
| 5.14 Problemas | 157 |
| 5.14.1 Camino entre dos puntos | 157 |
| 5.14.2 Las torres de Hanoi | 157 |
| 5.14.3 Paridad de un número | 157 |
| 5.14.4 Funciones recursivas | 158 |
| 5.14.5 Funciones iterativas | 159 |
| 5.14.6 Calculo recursivo de los polinomios de Hermite | 159 |
| 5.14.7 Calculo recursivo de los valores de la función de Ackerman | 159 |
| 5.14.8 Cálculo recursivo de la potencia de un número | 159 |
| 5.14.9 Invertir un número entero | 159 |
| 5.14.10 Número de dígitos de un entero | 159 |
| 5.14.11 La necesidad de un caso base bien definido | 159 |
| 5.14.12 El algoritmo de Euclides recursivo | 160 |
| 5.14.13 Cambio de base | 160 |
| 5.14.14 Cálculo recursivo de intereses bancarios | 160 |
| 5.14.15 Callejero | 160 |
| 5.14.16 De viaje por el desierto | 161 |
| 5.14.17 Mismas cifras | 161 |
| 5.15 Soluciones a los problemas | 162 |
| 5.15.1 Camino entre dos puntos | 162 |
| 5.15.2 Las torres de Hanoi | 163 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.15.3 | Paridad de un número | 164 |
| 5.15.4 | Funciones recursivas | 165 |
| 5.15.5 | Funciones iterativa | 165 |
| 5.15.6 | Calculo recursivo de los polinomios de Hermite | 170 |
| 5.15.7 | Calculo recursivo de los valores de la función de Ackerman | 170 |
| 5.15.8 | Cálculo recursivo de la potencia de un número | 171 |
| 5.15.9 | Invertir un número entero | 171 |
| 5.15.10 | Número de dígitos de un entero | 171 |
| 5.15.11 | La necesidad de un caso base bien definido | 172 |
| 5.15.12 | El algoritmo de Euclides recursivo | 172 |
| 5.15.13 | Cambio de base | 173 |
| 5.15.14 | Cálculo recursivo de intereses bancarios | 173 |
| 5.15.15 | Callejero | 174 |
| 5.15.16 | De viaje por el desierto | 175 |
| 5.15.17 | Mismas cifras | 176 |
| 6 | Tipos simples y conjuntos | 179 |
| 6.1 | Definición de tipo de datos | 179 |
| 6.2 | Tipo enumerado | 181 |
| 6.3 | Tipo subrango | 182 |
| 6.4 | Tipo conjunto | 183 |
| 6.5 | Tipos anónimos | 186 |
| 6.6 | Compatibilidad de tipos | 186 |
| 6.7 | Cuestiones de tipo test | 187 |
| 6.7.1 | Enunciados | 187 |
| 6.7.2 | Soluciones | 190 |
| 6.8 | Problemas | 191 |
| 6.8.1 | Conversión de formato de fecha | 191 |
| 6.8.2 | El mejor transporte | 191 |
| 6.8.3 | El semáforo | 191 |
| 6.8.4 | Letras mayúsculas | 191 |
| 6.8.5 | Reparto de la baraja | 192 |
| 6.8.6 | Comparando dos palabras | 192 |
| 6.8.7 | Estadísticas de una frase | 192 |
| 6.8.8 | El juego de piedra, papel o tijera | 192 |
| 6.9 | Soluciones | 192 |
| 6.9.1 | Conversión de formato de fecha | 192 |
| 6.9.2 | El mejor transporte | 194 |
| 6.9.3 | El semáforo | 196 |
| 6.9.4 | Letras mayúsculas | 197 |
| 6.9.5 | Reparto de la baraja | 198 |
| 6.9.6 | Comparando dos palabras | 201 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.9.7 | Estadísticas de una frase | 203 |
| 6.9.8 | El juego de piedra, papel o tijera | 205 |
| 7 | Los tipos de dato array y string | 207 |
| 7.1 | Descripción del tipo de dato array | 207 |
| 7.1.1 | Definición de tipos y declaración de variables arrays | 208 |
| 7.1.2 | Acceso a las componentes individuales de un array | 209 |
| 7.2 | Operaciones con arrays | 209 |
| 7.2.1 | Procesamiento de las componentes de un array | 209 |
| 7.2.2 | Arrays como parámetros de subprogramas | 211 |
| 7.2.3 | Arrays parcialmente llenos | 211 |
| 7.3 | Descripción del tipo de dato string | 212 |
| 7.3.1 | Definición de tipos y declaración de variables de tipo string | 212 |
| 7.3.2 | Acceso a las componentes individuales de un string | 213 |
| 7.4 | Operaciones con strings | 213 |
| 7.4.1 | Strings como parámetros de subprogramas | 213 |
| 7.4.2 | Operaciones, funciones y procedimientos predefinidos para el manejo de strings | 214 |
| 7.5 | Cuestiones de tipo test | 216 |
| 7.5.1 | Enunciados | 216 |
| 7.5.2 | Soluciones | 218 |
| 7.6 | Problemas | 219 |
| 7.6.1 | Acceso a los elementos de un array unidimensional | 219 |
| 7.6.2 | Recorrido de un array unidimensional | 219 |
| 7.6.3 | Encontrar elementos en una colección unidimensional | 219 |
| 7.6.4 | Desplazar elementos en un vector | 219 |
| 7.6.5 | Separar elementos de un vector siguiendo un criterio | 219 |
| 7.6.6 | Acceso y recorrido de un array bidimensional | 219 |
| 7.6.7 | Un cuadrado mágico | 220 |
| 7.6.8 | Encontrar elementos en una colección bidimensional | 220 |
| 7.6.9 | Una calculadora básica de matrices | 220 |
| 7.6.10 | Dibujar un histograma | 220 |
| 7.6.11 | Encontrar y sustituir vocales en una frase | 221 |
| 7.6.12 | Contando en frases | 221 |
| 7.6.13 | Palíndromos | 221 |
| 7.6.14 | Código Morse | 221 |
| 7.6.15 | Simulando strings con arrays | 221 |
| 7.6.16 | Fórmula química | 222 |
| 7.6.17 | El juego del ahorcado | 223 |
| 7.6.18 | Las cuatro en raya | 223 |
| 7.6.19 | Validación de la lectura de datos numéricos | 223 |
| 7.7 | Soluciones | 223 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.7.1 | Acceso a los elementos de un array unidimensional | 223 |
| 7.7.2 | Recorrido de un array unidimensional | 224 |
| 7.7.3 | Encontrar elementos en una colección unidimensional | 225 |
| 7.7.4 | Desplazar elementos en un vector | 226 |
| 7.7.5 | Separar elementos de un vector siguiendo un criterio | 227 |
| 7.7.6 | Acceso y recorrido de un array bidimensional | 229 |
| 7.7.7 | Un cuadrado mágico | 230 |
| 7.7.8 | Encontrar elementos en una colección bidimensional | 233 |
| 7.7.9 | Una calculadora básica de matrices | 234 |
| 7.7.10 | Dibujar un histograma | 237 |
| 7.7.11 | Encontrar y sustituir vocales en una frase | 240 |
| 7.7.12 | Contando en frases | 241 |
| 7.7.13 | Palíndromos | 242 |
| 7.7.14 | Código Morse | 243 |
| 7.7.15 | Simulando strings con arrays | 244 |
| 7.7.16 | Fórmula química | 246 |
| 7.7.17 | El juego del ahorcado | 248 |
| 7.7.18 | Las cuatro en raya | 250 |
| 7.7.19 | Validación de la lectura de datos numéricos | 254 |
| 8 | Algoritmos de búsqueda y ordenación | 257 |
| 8.1 | Algoritmos de búsqueda | 257 |
| 8.1.1 | Búsqueda secuencial o lineal en colecciones no ordenadas | 258 |
| 8.1.2 | Búsqueda secuencial o lineal en colecciones ordenadas | 259 |
| 8.1.3 | Búsqueda binaria o dicotómica | 260 |
| 8.2 | Algoritmos de ordenación | 261 |
| 8.2.1 | Ordenación por selección directa | 262 |
| 8.2.2 | Ordenación por inserción directa | 263 |
| 8.2.3 | Ordenación por intercambio directo | 265 |
| 8.2.4 | Mergesort | 266 |
| 8.3 | Cuestiones de tipo test | 268 |
| 8.3.1 | Enunciados | 268 |
| 8.3.2 | Soluciones | 270 |
| 8.4 | Problemas | 271 |
| 8.4.1 | Búsqueda secuencial en un array ordenado | 271 |
| 8.4.2 | Búsqueda binaria | 271 |
| 8.4.3 | Representación gráfica de una búsqueda binaria | 272 |
| 8.4.4 | Representación gráfica del algoritmo de la burbuja | 272 |
| 8.4.5 | Versión mejorada del algoritmo de la burbuja | 272 |
| 8.4.6 | Representación gráfica del algoritmo de selección directa | 272 |
| 8.4.7 | Representación gráfica del algoritmo de inserción directa | 272 |
| 8.4.8 | Listín telefónico | 273 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 8.4.9 | Representación gráfica del algoritmo mergesort | 273 |
| 8.5 | Soluciones | 273 |
| 8.5.1 | Búsqueda secuencial en un array ordenado | 273 |
| 8.5.2 | Búsqueda binaria | 274 |
| 8.5.3 | Representación gráfica de una búsqueda binaria | 274 |
| 8.5.4 | Representación gráfica del algoritmo de la burbuja | 277 |
| 8.5.5 | Versión mejorada del algoritmo de la burbuja | 278 |
| 8.5.6 | Representación gráfica del algoritmo de selección directa | 279 |
| 8.5.7 | Representación gráfica del algoritmo de inserción directa | 281 |
| 8.5.8 | Listín telefónico | 282 |
| 8.5.9 | Representación gráfica del algoritmo mergesort | 284 |
| 9 | Registros | 287 |
| 9.1 | Descripción del tipo registro | 287 |
| 9.2 | Operaciones | 288 |
| 9.2.1 | Acceso a los campos de un registro | 288 |
| 9.2.2 | Asignación | 289 |
| 9.3 | Registros como parámetros | 290 |
| 9.4 | La instrucción WITH | 291 |
| 9.5 | Registros variantes | 292 |
| 9.6 | Arrays parcialmente llenos | 293 |
| 9.7 | Cuestiones de tipo test | 293 |
| 9.7.1 | Enunciados | 293 |
| 9.7.2 | Soluciones | 295 |
| 9.8 | Problemas | 296 |
| 9.8.1 | Declaración de un tipo registro simple | 296 |
| 9.8.2 | Declaración de un tipo registro con parte variante | 296 |
| 9.8.3 | Visualización del contenido de un registro | 297 |
| 9.8.4 | Corrección de errores | 297 |
| 9.8.5 | Clases de aerobic | 297 |
| 9.8.6 | Mensajes en un teléfono móvil | 298 |
| 9.8.7 | Evitando la recursividad | 299 |
| 9.9 | Soluciones | 300 |
| 9.9.1 | Declaración de un tipo registro simple | 300 |
| 9.9.2 | Declaración de un tipo registro con parte variante | 300 |
| 9.9.3 | Visualización del contenido de un registro | 301 |
| 9.9.4 | Corrección de errores | 307 |
| 9.9.5 | Clases de aerobic | 309 |
| 9.9.6 | Mensajes en un teléfono móvil | 311 |
| 9.9.7 | Evitando la recursividad | 326 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 10 | Ficheros | 331 |
| 10.1 | ¿Fichero o archivo? | 331 |
| 10.2 | Definiciones | 332 |
| 10.3 | Nombre lógico y nombre físico de un fichero | 332 |
| 10.4 | Tipos de ficheros en Pascal | 333 |
| 10.4.1 | Ficheros de texto | 334 |
| 10.4.2 | Ficheros binarios | 338 |
| 10.5 | Ficheros como parámetros | 343 |
| 10.6 | Control de errores de entrada/salida | 344 |
| 10.7 | Cuestiones de tipo test | 345 |
| 10.7.1 | Enunciados | 345 |
| 10.7.2 | Soluciones | 347 |
| 10.8 | Problemas | 348 |
| 10.8.1 | Copia de ficheros de texto | 348 |
| 10.8.2 | Sustitución y recuento de vocales | 348 |
| 10.8.3 | Encontrar los más jóvenes | 348 |
| 10.8.4 | Visualizar fichero con imagen | 348 |
| 10.8.5 | Partición de un fichero binario | 349 |
| 10.8.6 | Fusión de ficheros binarios | 350 |
| 10.8.7 | Ordenación de un fichero por mezcla directa | 350 |
| 10.8.8 | Ordenación de un fichero por mezcla natural | 351 |
| 10.8.9 | Asistente para crear páginas web | 352 |
| 10.8.10 | Búsqueda binaria o dicotómica en un fichero binario | 354 |
| 10.8.11 | Rupturas de control | 354 |
| 10.9 | Soluciones | 355 |
| 10.9.1 | Copia de ficheros de texto | 355 |
| 10.9.2 | Sustitución y recuento de vocales | 358 |
| 10.9.3 | Encontrar los más jóvenes | 360 |
| 10.9.4 | Visualizar fichero con imagen | 362 |
| 10.9.5 | Partición de un fichero binario | 365 |
| 10.9.6 | Fusión de ficheros binarios | 369 |
| 10.9.7 | Ordenación de un fichero por mezcla directa | 370 |
| 10.9.8 | Ordenación de un fichero por mezcla natural | 373 |
| 10.9.9 | Asistente para crear páginas web | 376 |
| 10.9.10 | Búsqueda binaria o dicotómica en un fichero binario | 383 |
| 10.9.11 | Rupturas de control | 386 |
| 11 | Punteros y estructuras de datos dinámicas | 393 |
| 11.1 | Punteros | 393 |
| 11.1.1 | Manejo de memoria dinámica | 395 |
| 11.1.2 | Simulación de paso por referencia | 396 |
| 11.2 | Estructuras de datos dinámicas | 397 |

ÍNDICE

xvii

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11.2.1 | Listas enlazadas | 398 |
| 11.2.2 | Pilas | 401 |
| 11.2.3 | Colas | 401 |
| 11.3 | Cuestiones de tipo test | 405 |
| 11.3.1 | Enunciados | 405 |
| 11.3.2 | Soluciones | 411 |
| 11.4 | Problemas | 414 |
| 11.4.1 | Simulación de tipo <code>string</code> | 414 |
| 11.4.2 | Función contadora iterativa | 414 |
| 11.4.3 | Función contadora recursiva | 414 |
| 11.4.4 | Ordenación ascendente | 414 |
| 11.4.5 | Intersección de listas | 414 |
| 11.4.6 | Unión de listas | 415 |
| 11.4.7 | Sucursales de venta | 415 |
| 11.4.8 | Visualización inversa | 415 |
| 11.4.9 | Suma de polinomios | 415 |
| 11.4.10 | Sala de espera | 416 |
| 11.4.11 | Cambio de sentido del tren | 416 |
| 11.4.12 | Almacén de artículos | 417 |
| 11.4.13 | Balance de paréntesis | 418 |
| 11.5 | Soluciones | 419 |
| 11.5.1 | Simulación de tipo <code>string</code> | 419 |
| 11.5.2 | Función contadora iterativa | 421 |
| 11.5.3 | Función contadora recursiva | 423 |
| 11.5.4 | Ordenación ascendente | 423 |
| 11.5.5 | Intersección de listas | 426 |
| 11.5.6 | Unión de listas | 430 |
| 11.5.7 | Sucursales de venta | 431 |
| 11.5.8 | Visualización inversa | 435 |
| 11.5.9 | Suma de polinomios | 441 |
| 11.5.10 | Sala de espera | 445 |
| 11.5.11 | Cambio de sentido del tren | 449 |
| 11.5.12 | Almacén de artículos | 452 |
| 11.5.13 | Balance de paréntesis | 455 |
| 12 | Unidades en Turbo Pascal | 459 |
| 12.1 | Estructura | 459 |
| 12.2 | Creación de una unidad | 460 |
| 12.3 | Uso de una unidad | 462 |
| 12.4 | Cuestiones de tipo test | 463 |
| 12.4.1 | Enunciados | 463 |
| 12.4.2 | Soluciones | 464 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 12.5 | Problemas | 464 |
| 12.5.1 | Ejemplo de una unidad | 464 |
| 12.5.2 | Algoritmos de ordenación | 464 |
| 12.5.3 | Suma de polinomios | 465 |
| 12.5.4 | Operaciones sobre un registro | 465 |
| 12.5.5 | Calculadora para números complejos | 465 |
| 12.5.6 | Lista con registros | 465 |
| 12.5.7 | Pila de datos | 465 |
| 12.5.8 | Guardar los datos de una cola en un fichero | 465 |
| 12.6 | Soluciones | 466 |
| 12.6.1 | Ejemplo de una unidad | 466 |
| 12.6.2 | Algoritmos de ordenación | 480 |
| 12.6.3 | Suma de polinomios | 483 |
| 12.6.4 | Operaciones sobre un registro | 487 |
| 12.6.5 | Calculadora para números complejos | 494 |
| 12.6.6 | Lista con registros | 497 |
| 12.6.7 | Pila de datos | 499 |
| 12.6.8 | Guardar los datos de una cola en un fichero | 501 |
| 13 | Diseño formal de algoritmos | 511 |
| 13.1 | Especificación formal con precondiciones y postcondiciones | 511 |
| 13.2 | Lógica de predicados | 513 |
| 13.2.1 | Leyes de equivalencia de predicados | 514 |
| 13.2.2 | Conceptos básicos | 515 |
| 13.3 | Introducción al diseño de algoritmos | 518 |
| 13.3.1 | Definiciones | 518 |
| 13.4 | Diseño de algoritmos iterativos | 519 |
| 13.4.1 | El sistema formal de Hoare | 519 |
| 13.4.2 | Derivación formal de algoritmos iterativos | 522 |
| 13.4.3 | Verificación formal de algoritmos iterativos | 528 |
| 13.5 | Verificación formal de algoritmos recursivos | 533 |
| 13.5.1 | El principio de inducción sobre los números naturales | 533 |
| 13.5.2 | Principio de inducción noetheriana | 534 |
| 13.5.3 | Lenguaje para algoritmos recursivos | 535 |
| 13.5.4 | Pasos para la verificación formal de algoritmos recursivos | 537 |
| 13.6 | Cuestiones de tipo test | 541 |
| 13.6.1 | Enunciados | 541 |
| 13.6.2 | Soluciones | 550 |
| 13.7 | Problemas | 555 |
| 13.7.1 | Enunciados lógicos | 555 |
| 13.7.2 | Cálculo de precondiciones | 555 |
| 13.7.3 | Ordenación de predicados | 556 |

ÍNDICE

xix

| | | |
|---------|---|-----|
| 13.7.4 | Formalización | 557 |
| 13.7.5 | Especificación formal de funciones | 558 |
| 13.7.6 | Verificación de un bucle | 558 |
| 13.7.7 | Derivación formal de un bucle | 558 |
| 13.7.8 | Suma de los términos de una sucesión | 559 |
| 13.7.9 | Vector Alvarizado 1 | 559 |
| 13.7.10 | Número Perfecto | 559 |
| 13.7.11 | Horas trabajadas 1 | 559 |
| 13.7.12 | Vector Cimiforme | 560 |
| 13.7.13 | Las Dobles Parejas | 560 |
| 13.7.14 | Horas trabajadas 2 | 560 |
| 13.7.15 | Diferencia entre número de valores positivos y negativos de un vector | 561 |
| 13.7.16 | Suma de los divisores estrictos de un número | 561 |
| 13.7.17 | Vector Alvarizado 2 | 561 |
| 13.8 | Soluciones a los problemas | 562 |
| 13.8.1 | Enunciados lógicos | 562 |
| 13.8.2 | Cálculo de precondiciones | 562 |
| 13.8.3 | Ordenación de predicados | 564 |
| 13.8.4 | Formalización | 564 |
| 13.8.5 | Especificación formal de funciones | 565 |
| 13.8.6 | Verificación de la invarianza de un bucle | 568 |
| 13.8.7 | Derivación formal de un bucle | 569 |
| 13.8.8 | Suma de los términos de una sucesión | 570 |
| 13.8.9 | Vector Alvarizado 1 | 571 |
| 13.8.10 | Número Perfecto | 574 |
| 13.8.11 | Horas trabajadas 1 | 578 |
| 13.8.12 | Vector Cimiforme | 581 |
| 13.8.13 | Las Dobles Parejas | 583 |
| 13.8.14 | Horas trabajadas 2 | 585 |
| 13.8.15 | Diferencia entre número de valores positivos y negativos de un vector | 586 |
| 13.8.16 | Suma de los divisores estrictos de un número | 588 |
| 13.8.17 | Vector Alvarizado 2 | 590 |

| | |
|---------------------|------------|
| Bibliografía | 594 |
|---------------------|------------|

| | |
|---------------------------------|------------|
| Anexo I Normas de estilo | 597 |
|---------------------------------|------------|

Índice de figuras

| | | |
|------|--|-----|
| 1.1 | Modelo de computadora | 2 |
| 1.2 | Paradigmas y lenguajes de programación | 9 |
| 2.1 | Los 127 primeros caracteres de la tabla ASCII | 16 |
| 3.1 | Instrucciones compuestas anidadas. | 50 |
| 4.1 | Estructura sintáctica de un programa y de los subprogramas en Pascal | 71 |
| 4.2 | Semántica de la llamada a un procedimiento | 73 |
| 6.1 | Tipos de datos en Pascal. | 180 |
| 7.1 | Ejemplos de objetos que se pueden modelar con arrays: (a) tablero de ajedrez, (b) vector en el espacio | 208 |
| 7.2 | Acceso a los elementos de un array: (a) bidimensional de dimensiones MxN, (b) unidimensional | 209 |
| 7.3 | Array parcialmente lleno | 211 |
| 7.4 | El juego de “las cuatro en raya” | 222 |
| 8.1 | Búsqueda en colección no ordenada | 258 |
| 8.2 | Búsqueda en colección ordenada de un elemento que no pertenece a la colección | 259 |
| 8.3 | Búsqueda binaria | 261 |
| 8.4 | Ordenación por selección directa | 262 |
| 8.5 | Ordenación por inserción directa | 264 |
| 8.6 | Ordenación por intercambio directo | 265 |
| 8.7 | Ordenación con el algoritmo mergesort | 267 |
| 9.1 | Evitando la Recursividad | 299 |
| 11.1 | Puntero que contiene la dirección de memoria ficticia 215 correspon- diente a una variable entera con valor 2 | 395 |

| | | |
|------|---|-----|
| 11.2 | La asignación de un puntero a otro no duplica la información, ambos punteros quedan apuntados al mismo dato | 398 |
| 11.3 | Lista de nodos, implementada como registro con campo información y enlace al nodo siguiente | 398 |
| 11.4 | Ejemplo de pila, el único elemento accesible es el que hace de cima . . . | 401 |
| 11.5 | Cola como particularización de una lista enlazada simple donde la inserción es por el final de la estructura y la extracción por cabecera | 402 |
| 11.6 | Cola como registro con punteros cabecera y final para facilitar la inserción y la extracción de elementos | 403 |
| 11.7 | Cola doblemente enlazada como registro con punteros cabecera y final para facilitar la inserción y la extracción de elementos | 404 |

Índice de tablas

| | | |
|------|--|-----|
| 2.1 | Operadores sobre números enteros | 13 |
| 2.2 | Funciones sobre números enteros | 14 |
| 2.3 | Operadores sobre números reales | 14 |
| 2.4 | Funciones predefinidas sobre números reales | 15 |
| 2.5 | Funciones predefinidas sobre caracteres | 15 |
| 2.6 | Operadores sobre valores booleanos | 17 |
| 2.7 | Tabla de la verdad de los operadores (T=TRUE, F=FALSE) | 17 |
| 2.8 | Funciones sobre booleanos | 17 |
| 2.9 | Operadores relacionales | 18 |
| 2.10 | Precedencia de operadores | 19 |
| 2.11 | Funciones para conversiones explícitas | 20 |
| 2.12 | Lectura | 34 |
| 2.13 | Lectura | 40 |
| | | |
| 4.1 | Toro | 82 |
| 4.2 | Traza y comprensión | 85 |
| 4.3 | Método Cesar | 85 |
| 4.4 | Problema sobre errores | 87 |
| 4.5 | Equivalencia de números romanos | 88 |
| 4.6 | Traza y comprensión | 103 |
| 4.7 | Problema sobre errores | 106 |
| | | |
| 5.1 | Ilustración del cálculo del factorial de 4 | 145 |
| | | |
| 6.1 | Operaciones que se pueden realizar con conjuntos (conjA=[rojo, verde, azul], conjB=[rojo, azul] y e=rojo). | 185 |
| 6.2 | Precedencia entre los operadores (el nivel más precedente es el 4). | 186 |
| | | |
| 7.1 | Funciones predefinidas para cadenas de caracteres | 214 |
| 7.2 | Procedimientos predefinidos para cadenas de caracteres | 215 |