

# Contenido

Prólogo .....	XV
<b>1. CONCEPTOS ARQUITECTÓNICOS DE LA COMPUTADORA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Estructura y funcionamiento de la computadora .....	2
1.2. Modelo de programación de la computadora .....	3
1.2.1. Niveles de ejecución .....	4
1.2.2. Secuencia de funcionamiento de la computadora .....	5
1.2.3. Registros de control y estado .....	6
1.3. Interrupciones .....	7
1.4. El reloj .....	9
1.5. Jerarquía de memoria .....	10
1.5.1. Migración de la información .....	11
1.5.2. Parámetros característicos de la jerarquía de memoria .....	12
1.5.3. Coherencia .....	12
1.5.4. Direccionamiento .....	12
1.5.5. La proximidad referencial .....	13
1.6. La memoria virtual .....	15
1.6.1. Concepto de memoria virtual .....	16
1.6.2. La tabla de páginas .....	18
1.6.3. Caso de varios programas activos .....	22
1.6.4. Asignación de memoria principal y memoria virtual .....	22
1.7. Entrada/salida .....	23
1.7.1. Periféricos .....	23
1.7.2. E/S y concurrencia .....	25
1.7.3. E/S y memoria virtual .....	27
1.8. Protección .....	27
1.8.1. Mecanismos de protección del procesador .....	27
1.8.2. Mecanismos de protección de memoria .....	28
1.9. Multiprocesador y multicomputadora .....	30
1.10. Puntos a recordar .....	31
1.11. Lecturas recomendadas .....	31
1.12. Ejercicios .....	32

<b>2. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS OPERATIVOS .....</b>	<b>33</b>
2.1. ¿Qué es un sistema operativo? .....	34
2.1.1. Máquina desnuda .....	34
2.1.2. Funciones del sistema operativo .....	34
2.1.3. Concepto de usuario y de grupo de usuarios .....	37
2.2. Arranque de la computadora .....	38
2.3. Componentes y estructura del sistema operativo .....	41
2.3.1. Componentes del sistema operativo .....	41
2.3.2. Estructura del sistema operativo .....	42
2.4. Gestión de procesos .....	44
2.4.1. Servicios de procesos .....	45
2.5. Gestión de memoria .....	46
2.5.1. Servicios .....	47
2.6. Comunicación y sincronización entre procesos .....	47
2.6.1. Servicios de comunicación y sincronización .....	48
2.7. Gestión de la E/S .....	49
2.7.1. Servicios .....	50
2.8. Gestión de archivos y directorios .....	50
2.8.1. Servicio de archivos .....	50
2.8.2. Servicio de directorios .....	53
2.8.3. Sistema de archivos .....	55
2.9. Seguridad y protección .....	55
2.10. Activación del sistema operativo .....	56
2.11. Interfaz del programador .....	59
2.11.1. POSIX .....	59
2.11.2. Win32 .....	60
2.12. Interfaz de usuario del sistema operativo .....	61
2.12.1. Funciones de la interfaz de usuario .....	62
2.12.2. Interfaces alfanuméricas .....	63
2.12.3. Interfaces gráficas .....	65
2.13. Historia de los sistemas operativos .....	67
2.14. Puntos a recordar .....	72
2.15. Lecturas recomendadas .....	74
2.16. Ejercicios .....	74
<b>3. PROCESOS .....</b>	<b>77</b>
3.1. Concepto de proceso .....	78
3.2. Multitarea .....	79
3.2.1. Base de la multitarea .....	80
3.2.2. Ventajas de la multitarea .....	82
3.2.3. Grado de multiprogramación y necesidades de memoria principal .....	82
3.3. Información del proceso .....	84
3.3.1. Estado del procesador .....	84
3.3.2. Imagen de memoria del proceso .....	85
3.3.3. Información del BCP .....	90
3.3.4. Tablas del sistema operativo .....	91
3.4. Formación de un proceso .....	93

3.5.	Estados del proceso .....	93
3.5.1.	Cambio de contexto .....	95
3.6.	Procesos ligeros .....	98
3.6.1.	Estados del proceso ligero .....	99
3.6.2.	Paralelismo .....	100
3.6.3.	Diseño con procesos ligeros .....	101
3.7.	Planificación .....	102
3.7.1.	Algoritmos de planificación .....	105
3.7.2.	Planificación en POSIX .....	107
3.7.3.	Planificación en Windows NT/2000 .....	108
3.8.	Señales y excepciones .....	110
3.8.1.	Señales .....	110
3.8.2.	Excepciones .....	111
3.9.	Temporizadores .....	112
3.10.	Servidores y demonios .....	112
3.11.	Servicios POSIX .....	114
3.11.1.	Servicios POSIX para la gestión de procesos .....	114
3.11.2.	Servicios POSIX de gestión de procesos ligeros .....	131
3.11.3.	Servicios POSIX para la planificación de procesos .....	136
3.11.4.	Servicios POSIX para gestión de señales y temporizadores .....	139
3.12.	Servicios de WIN32 .....	146
3.12.1.	Servicios de Win32 para la gestión de procesos .....	146
3.12.2.	Servicios de Win32 para la gestión de procesos ligeros .....	152
3.12.3.	Servicios de planificación en Win32 .....	154
3.12.4.	Servicios de Win32 para el manejo de excepciones .....	155
3.12.5.	Servicios de temporizadores .....	157
3.13.	Puntos a recordar .....	159
3.14.	Lecturas recomendadas .....	160
3.15.	Ejercicios .....	160
<b>4.</b>	<b>GESTIÓN DE MEMORIA .....</b>	<b>163</b>
4.1.	Objetivos del sistema de gestión de memoria .....	164
4.2.	Modelo de memoria de un proceso .....	172
4.2.1.	Fases en la generación de un ejecutable .....	172
4.2.2.	Mapa de memoria de un proceso .....	178
4.2.3.	Operaciones sobre regiones .....	182
4.3.	Esquemas de memoria basados en asignación contigua .....	183
4.4.	Intercambio .....	186
4.5.	Memoria virtual .....	187
4.5.1.	Paginación .....	188
4.5.2.	Segmentación .....	197
4.5.3.	Segmentación paginada .....	198
4.5.4.	Paginación por demanda .....	199
4.5.5.	Políticas de reemplazo .....	201
4.5.6.	Política de asignación de marcos de página .....	204
4.5.7.	Hiperpaginación .....	205
4.5.8.	Gestión del espacio de <i>swap</i> .....	207
4.5.9.	Operaciones sobre las regiones de un proceso .....	208

4.6.	Archivos proyectados en memoria .....	210
4.7.	Servicios de gestión de memoria .....	212
4.7.1.	Servicios genéricos de memoria .....	212
4.7.2.	Servicios de memoria de POSIX .....	212
4.7.3.	Servicios de memoria de Win32 .....	216
4.8.	Puntos a recordar .....	219
4.9.	Lecturas recomendadas .....	220
4.10.	Ejercicios .....	221
<b>5.</b>	<b>COMUNICACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE PROCESOS .....</b>	<b>223</b>
5.1.	Procesos concurrentes .....	224
5.1.1.	Tipos de procesos concurrentes .....	225
5.2.	Problemas clásicos de comunicación y sincronización .....	226
5.2.1.	El problema de la sección crítica .....	226
5.2.2.	Problema del productor-consumidor .....	230
5.2.3.	El problema de los lectores-escritores .....	230
5.2.4.	Comunicación cliente-servidor .....	231
5.3.	Mecanismos de comunicación y sincronización .....	232
5.3.1.	Comunicación mediante archivos .....	232
5.3.2.	Tuberías .....	233
5.3.3.	Sincronización mediante señales .....	237
5.3.4.	Semáforos .....	237
5.3.5.	Memoria compartida .....	242
5.3.6.	Mutex y variables condicionales .....	243
5.4.	Paso de mensajes .....	248
5.5.	Aspectos de implementación de los mecanismos de sincronización .....	253
5.5.1.	Implementación de la espera pasiva .....	254
5.6.	Interbloqueos .....	257
5.7.	Servicios POSIX .....	258
5.7.1.	Tuberías .....	258
5.7.2.	Semáforos POSIX .....	265
5.7.3.	Mutex y variables condicionales en POSIX .....	270
5.7.4.	Colas de mensajes POSIX .....	274
5.8.	Servicios Win32 .....	285
5.8.1.	Tuberías .....	286
5.8.2.	Secciones críticas .....	294
5.8.3.	Semáforos .....	295
5.8.4.	Mutex y eventos .....	299
5.8.5.	Mailslots .....	303
5.9.	Puntos a recordar .....	305
5.10.	Lecturas recomendadas .....	306
5.11.	Ejercicios .....	306
<b>6.</b>	<b>INTERBLOQUEOS .....</b>	<b>309</b>
6.1.	Los interbloqueos: una historia basada en hechos reales .....	310
6.2.	Los interbloqueos en un sistema informático .....	311
6.2.1.	Tipos de recursos .....	311

6.3.	Un modelo del sistema .....	317
6.3.1.	Representación mediante un grafo de asignación de recursos .....	318
6.3.2.	Representación matricial .....	322
6.4.	Definición y caracterización del interbloqueo .....	324
6.4.1.	Condición necesaria y suficiente para el interbloqueo .....	325
6.5.	Tratamiento del interbloqueo .....	326
6.6.	Detección y recuperación del interbloqueo .....	327
6.6.1.	Detección del interbloqueo .....	328
6.6.2.	Recuperación del interbloqueo .....	334
6.7.	Prevención del interbloqueo .....	334
6.7.1.	Exclusión mutua .....	335
6.7.2.	Retención y espera .....	336
6.7.3.	Sin expropiación .....	336
6.7.4.	Espera circular .....	337
6.8.	Predicción del interbloqueo .....	337
6.8.1.	Concepto de estado seguro .....	338
6.8.2.	Algoritmos de predicción .....	339
6.9.	Tratamiento del interbloqueo en los sistemas operativos .....	345
6.10.	Puntos a recordar .....	347
6.11.	Lecturas recomendadas .....	349
6.12.	Ejercicios .....	349

**7. ENTRADA/SALIDA .....** **351**

7.1.	Introducción .....	352
7.2.	Caracterización de los dispositivos de E/S .....	354
7.2.1.	Conexión de un dispositivo de E/S a una computadora .....	354
7.2.2.	Dispositivos conectados por puertos o proyectados en memoria ...	355
7.2.3.	Dispositivos de bloques y de caracteres .....	356
7.2.4.	E/S programada o por interrupciones .....	357
7.2.5.	Mecanismos de incremento de prestaciones .....	361
7.3.	Arquitectura del sistema de entrada/salida .....	363
7.3.1.	Estructura y componentes del sistema de E/S .....	363
7.3.2.	Software de E/S .....	364
7.4.	Interfaz de aplicaciones .....	369
7.5.	Almacenamiento secundario .....	373
7.5.1.	Discos .....	374
7.5.2.	El manejador de disco .....	379
7.5.3.	Discos en memoria .....	384
7.5.4.	Fiabilidad y tolerancia a fallos .....	385
7.6.	Almacenamiento terciario .....	387
7.6.1.	Tecnología para el almacenamiento terciario .....	388
7.6.2.	Estructura y componentes de un sistema de almacenamiento terciario ..	389
7.6.3.	Estudio de caso: Sistema de almacenamiento de altas prestaciones (HPSS) .....	391
7.7.	El reloj .....	393
7.7.1.	El hardware del reloj .....	393
7.7.2.	El software del reloj .....	394

7.8.	El terminal .....	397
7.8.1.	Modo de operación del terminal .....	397
7.8.2.	El hardware del terminal .....	398
7.8.3.	El software del terminal .....	400
7.9.	La red .....	404
7.10.	Servicios de entrada/salida .....	405
7.10.1.	Servicios genéricos de entrada/salida .....	405
7.10.2.	Servicios de entrada/salida en POSIX .....	406
7.10.3.	Servicios de entrada/salida en Win32 .....	410
7.11.	Puntos a recordar .....	414
7.12.	Lecturas recomendadas .....	416
7.13.	Ejercicios .....	417
<b>8.</b>	<b>GESTIÓN DE ARCHIVOS Y DIRECTORIOS .....</b>	<b>419</b>
8.1.	Visión de usuario del sistema de archivos .....	420
8.2.	Archivos .....	420
8.2.1.	Concepto de archivo .....	421
8.2.2.	Nombres de archivos .....	423
8.2.3.	Estructura de un archivo .....	424
8.2.4.	Métodos de acceso .....	427
8.2.5.	Semánticas de coutilización .....	428
8.3.	Directorios .....	429
8.3.1.	Concepto de directorio .....	429
8.3.2.	Estructuras de directorio .....	432
8.3.3.	Nombres jerárquicos .....	435
8.3.4.	Construcción de la jerarquía de directorios .....	437
8.4.	Servicios de archivos y directorios .....	438
8.4.1.	Servicios genéricos para archivos .....	439
8.4.2.	Servicios POSIX para archivos .....	440
8.4.3.	Ejemplo de uso de servicios POSIX para archivos .....	443
8.4.4.	Servicios Win32 para archivos .....	445
8.4.5.	Ejemplo de uso de servicios Win32 para archivos .....	449
8.4.6.	Servicios genéricos de directorios .....	451
8.4.7.	Servicios POSIX de directorios .....	451
8.4.8.	Ejemplo de uso de servicios POSIX para directorios .....	454
8.4.9.	Servicios Win32 para directorios .....	456
8.4.10.	Ejemplo de uso de servicios Win32 para directorios .....	458
8.5.	Sistemas de archivos .....	459
8.5.1.	Estructura del sistema de archivos .....	461
8.5.2.	Otros tipos de sistemas de archivos .....	465
8.6.	El servidor de archivos .....	468
8.6.1.	Estructura del servidor de archivos .....	469
8.6.2.	Estructuras de datos asociadas con la gestión de archivos .....	472
8.6.3.	Mecanismos de asignación y correspondencia de bloques a archivos ..	474
8.6.4.	Mecanismos de gestión de espacio libre .....	477
8.6.5.	Mecanismos de incremento de prestaciones .....	479
8.6.6.	Montado de sistemas de archivos e interpretación de nombres ....	483

8.6.7.	Fiabilidad y recuperación .....	485
8.6.8.	Otros servicios .....	489
8.7.	Puntos a recordar .....	491
8.8.	Lecturas recomendadas .....	493
8.9.	Ejercicios .....	493
<b>9.</b>	<b>SEGURIDAD Y PROTECCIÓN .....</b>	<b>497</b>
9.1.	Conceptos de seguridad y protección .....	498
9.2.	Problemas de seguridad .....	499
9.2.1.	Uso indebido o malicioso de programas .....	500
9.2.2.	Usuarios inexpertos o descuidados .....	501
9.2.3.	Usuarios no autorizados .....	501
9.2.4.	Virus .....	502
9.2.5.	Gusanos .....	503
9.2.6.	Rompedores de sistemas de protección .....	504
9.2.7.	Bombardeo .....	504
9.3.	Políticas de seguridad .....	505
9.3.1.	Política militar .....	505
9.3.2.	Políticas comerciales .....	507
9.3.3.	Modelos de seguridad .....	508
9.4.	Diseño de sistemas operativos seguros .....	509
9.4.1.	Principios de diseño y aspectos de seguridad .....	509
9.4.2.	Técnicas de diseño de sistemas seguros .....	512
9.4.3.	Controles de seguridad externos al sistema operativo .....	515
9.4.4.	Controles de seguridad del sistema operativo .....	518
9.5.	Criptografía .....	519
9.5.1.	Conceptos básicos .....	519
9.5.2.	Sistemas de clave privada y sistemas de clave pública .....	522
9.6.	Clasificaciones de seguridad .....	524
9.6.1.	Clasificación del Departamento de Defensa (DoD) de Estados Unidos .....	524
9.7.	Seguridad y protección en sistemas operativos de propósito general .....	526
9.7.1.	Autenticación de usuarios .....	526
9.7.2.	Palabras clave o contraseñas .....	528
9.7.3.	Dominios de protección .....	531
9.7.4.	Matrices de protección .....	534
9.7.5.	Listas de control de accesos .....	535
9.7.6.	Capacidades .....	538
9.8.	Servicios de protección y seguridad .....	540
9.8.1.	Servicios genéricos .....	540
9.8.2.	Servicios POSIX .....	541
9.8.3.	Ejemplo de uso de los servicios de protección de POSIX .....	543
9.8.4.	Servicios de Win32 .....	545
9.8.5.	Ejemplo de uso de los servicios de protección de Win32 .....	548
9.9.	El sistema de seguridad de Windows NT .....	550
9.10.	Kerberos .....	552
9.11.	Puntos a recordar .....	556

9.12.	Lecturas recomendadas .....	557
9.13.	Ejercicios .....	557
<b>10.</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DISTRIBUIDOS .....</b>	<b>561</b>
10.1.	Sistemas distribuidos .....	562
10.1.1.	Características de un sistema distribuido .....	562
10.1.2.	Redes e interconexión .....	563
10.1.3.	Protocolos de comunicación .....	564
10.2.	Sistemas operativos distribuidos .....	566
10.3.	Comunicación de procesos en sistemas distribuidos .....	570
10.3.1.	Sockets .....	570
10.3.2.	Llamadas a procedimientos remotos .....	582
10.3.3.	Comunicación de grupos .....	592
10.4.	Sincronización de procesos en sistemas distribuidos .....	593
10.4.1.	Ordenación de eventos en sistemas distribuidos .....	593
10.4.2.	Exclusión mutua en sistemas distribuidos .....	596
10.5.	Gestión de procesos .....	598
10.5.1.	Asignación de procesos a procesadores .....	598
10.5.2.	Algoritmos de distribución de la carga .....	599
10.5.3.	Planificación de procesos en sistemas distribuidos .....	601
10.6.	Sistemas de archivos distribuidos .....	601
10.6.1.	Nombrado .....	602
10.6.2.	Métodos de acceso remotos .....	603
10.6.3.	Utilización de cache en sistemas de archivos distribuidos .....	604
10.7.	Gestión de memoria en sistemas distribuidos .....	606
10.8.	Puntos a recordar .....	607
10.9.	Lecturas recomendadas .....	609
10.10.	Ejercicios .....	609
<b>11.</b>	<b>ESTUDIO DE CASOS: LINUX .....</b>	<b>611</b>
11.1.	Historia de LINUX .....	612
11.2.	Características y estructura de LINUX .....	613
11.3.	Gestión de procesos .....	614
11.4.	Gestión de memoria .....	615
11.5.	Entrada/salida .....	616
11.6.	Sistema de archivos .....	616
11.7.	Puntos a recordar .....	617
11.8.	Lecturas recomendadas .....	617
<b>12.</b>	<b>ESTUDIO DE CASOS: WINDOWS NT .....</b>	<b>619</b>
12.1.	Introducción .....	620
12.2.	Principios de diseño de Windows NT .....	620
12.3.	Arquitectura de Windows NT .....	621



12.4.	El núcleo de Windows NT .....	623
12.5.	El ejecutivo de Windows NT .....	624
12.5.1.	Gestor de objetos .....	624
12.5.2.	Gestor de procesos .....	625
12.5.3.	Gestor de memoria virtual .....	627
12.5.4.	Llamada a procedimiento local .....	630
12.5.5.	Gestor de entrada/salida .....	631
12.6.	Subsistemas de entorno de ejecución .....	635
12.7.	Sistemas de archivos de Windows NT .....	636
12.7.1.	Sistemas de archivos tipo FAT .....	637
12.7.2.	Sistemas de archivos de alto rendimiento (HPFS).....	638
12.7.3.	NTFS .....	639
12.7.4.	Comparación de los sistemas de archivos FAT, HPFS y NTFS .	642
12.8.	El subsistema de seguridad .....	642
12.8.1.	Autenticación de usuarios .....	643
12.8.2.	Listas de control de acceso en Windows NT .....	645
12.9.	Mecanismos para tolerancia a fallos en Windows NT .....	646
12.10.	Puntos a recordar .....	648
12.11.	Lecturas recomendadas .....	649
<b>A.</b>	<b>Comparación de los servicios POSIX y Win32 .....</b>	<b>651</b>
<b>B.</b>	<b>Entorno de programación de sistemas operativos .....</b>	<b>657</b>
<b>C.</b>	<b>Trabajos prácticos de sistemas operativos .....</b>	<b>669</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>.....</b>	<b>709</b>
<b>Índice</b>	<b>.....</b>	<b>721</b>