

INDICE

Prefacio	XVII
1. Introducción a los Sistemas Distribuidos	1
1.1. ¿Qué es un sistema distribuido?	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Ventajas de los sistemas distribuidos con respecto de los centralizados	3
1.2.2. Ventajas de los sistemas distribuidos con respecto de las PC independientes	6
1.2.3. Desventajas de los sistemas distribuidos	6
1.3. Conceptos de Hardware	8
1.3.1. Multiprocesadores con base en buses	10
1.3.2. Multiprocesadores con conmutador	12
1.3.3. Multicomputadoras con base en buses	13
1.3.4. Multicomputadoras con conmutador	14
1.4. Conceptos de Software	15
1.4.1. Sistemas operativos de redes	16
1.4.2. Sistemas realmente distribuido	18
1.4.3. Sistemas de multiprocesadores con tiempo compartido	20
1.5. Aspectos del Diseño	22
1.5.1. Transparencia	22
1.5.2. Flexibilidad	25
1.5.3. Confiabilidad	27
1.5.4. Desempeño	28
1.5.5. Escalabilidad	29
1.6. Resumen	31
2. Comunicación en los Sistemas Distribuidos	34
2.1. Protocolos con capas	35
2.1.1. La capa física	38
2.1.2. La capa de enlace de datos	38
2.1.3. La capa de red	40
2.1.4. La capa de transporte	40
2.1.5. La capa de sesión	41
2.1.6. la capa de presentación	41
2.1.7. La capa de aplicación	42
2.2. Redes con Modo de Transferencia asíncrona	42
2.2.1. ¿Qué es el modo de transferencia asíncrona?	42
2.2.2. La capa física ATM	45
2.2.3. La capa AT;	45
2.2.4. La capa de adaptación ATM	46
2.2.5. Conmutación ATM	47
2.2.6. Algunas implicaciones de ATM para sistemas distribuidos	49
2.3. El Modelo Cliente – Servidor	50
2.3.1. Clientes y servidores	51
2.3.2. Un ejemplo de cliente - servidor	52
2.3.3. Direccionamiento	56
2.3.4. Primitivas con bloqueo vs. Sin bloqueo	58
2.3.5. Primitivas almacenadas en buffer vs. no almacenadas	61

2.3.6. Primitivas confiables vs. no confiables	63
2.3.7. Implantación del modelo cliente – servidor	65
2.4. Llamada a un Procedimiento Remoto (RPC)	68
2.4.1. Operación básico de RPC	68
2.4.2. Transferencia de parámetros	72
2.4.3. Conexión dinámica	77
2.4.4. Semántica de RPC en presencia de fallas	80
2.4.5. Aspectos de la implantación	84
2.4.6. Áreas de problemas	95
2.5. Comunicación en Grupo	99
2.5.1. Introducción a la comunicación en grupo	99
2.5.2. Aspectos del diseño	101
2.5.3. Comunicación en grupo en ISIS	110
2.6. Resumen	114
3. Sincronización en Sistemas Distribuidos	118
3.1. Sincronización de Relojes	119
3.1.1. Relojes lógicos	120
3.1.2. Relojes físicos	124
3.1.3. Algoritmos para la sincronización de relojes	127
3.1.4. Uso de relojes sincronizados	132
3.2. Exclusión Mutua	134
3.2.1. Un algoritmo centralizado	134
3.2.2. Un algoritmo distribuido	135
3.2.3. Un algoritmo de anillo de fichas	138
3.2.4. Comparación de los tres algoritmos	139
3.3. Algoritmos de Elección	140
3.3.1. El algoritmo del grandulón	141
3.3.2. Un algoritmo de anillo	143
3.4. Transacciones Atómicas	144
3.4.1. Introducción a las transacciones atómicas	144
3.4.2. El modelo de transacción	145
3.4.3. Control de concurrencia	154
3.5. Bloqueos en Sistemas Distribuidos	158
3.5.1. Detección distribuida de bloqueos	159
3.5.2. Prevención distribuida de bloqueos	163
3.6. Resumen	165
4. Procesos y Procesadores en Sistemas Distribuidos	169
4.1. Hilos	169
4.1.1. Introducción a los hilos	170
4.1.2. Uso de hilos	171
4.1.3. Aspectos del diseño de paquetes de hilos	174
4.1.4. Implantación de un paquete de hilos	178
4.1.5. Hilos y RPC	184
4.2. Modelos de Sistemas	186
4.2.1. El modelo de estación de trabajo	186
4.2.2. Uso de estaciones de trabajo inactivos	189
4.2.3. El modelo de la pila de procesadores	193
4.2.4. Un modelo híbrido	197

4.3. Asignación de Procesadores	197
4.3.1. Modelos de asignación	197
4.3.2. Aspectos del diseño de algoritmos de asignación de procesadores	199
4.3.3. Aspectos de la implantación de algoritmos de asignación de procesadores	201
4.3.4. Ejemplo de algoritmos de asignación de procesadores	203
4.4. Planificación en Sistemas Distribuidos	210
4.5. Tolerancia de Fallas	212
4.5.1. Fallas de componentes	212
4.5.2. Fallas de sistemas	213
4.5.3. Sistemas sincronizados vs. asíncronos	214
4.5.4. Uso de redundancia	214
4.5.6. Tolerancia de fallas mediante respaldo primario	217
4.5.7. Acuerdos en sistemas defectuosos	219
4.6. Sistemas Distribuidos de Tiempo Real	223
4.6.1. ¿Qué es un sistema de tiempo real?	223
4.6.2. Aspectos del diseño	226
4.6.3. Comunicación en tiempo real	230
4.6.4. Planificación de tiempo real	234
4.7. Resumen	240
5. Sistemas Distribuidos de Archivos	245
5.1. Diseño de los Sistemas Distribuidos de Archivos	246
5.1.1. La interfaz del servicio de archivos	246
5.1.2. La interfaz del servidor de directorios	248
5.1.3. Semántica de los archivos compartidos	253
5.2. Implantación de un Sistema Distribuido de Archivos	256
5.2.1. Uso de archivos	256
5.2.2. Estructura del sistema	258
5.2.3. Ocultamiento	262
5.2.4. Réplica	268
5.2.5. Un ejemplo: El sistema de archivos de red (NFS) de Sun	272
5.2.6. Lecciones aprendidas	278
5.3. Tendencias en los Sistemas Distribuidos de Archivos	279
5.3.1. Hardware reciente	280
5.3.2. Escalabilidad	282
5.3.3. Redes de área amplia	283
5.3.4. Usuarios móviles	284
5.3.5. Tolerancia de fallas	284
5.3.6. Multimedia	285
5.4. Resumen	285
6. Memoria Compartida Distribuida	289
6.1. Introducción	290
6.2. ¿Qué es la Memoria Compartida?	292
6.2.1. Memoria en circuitos	293
6.2.2. Multiprocesadores basados en un bus	293
6.2.3. Multiprocesadores basados en un anillo	298
6.2.4. Multiprocesadores con conmutador	301
6.2.5. Multiprocesadores NUMA	307

6.2.6. Comparación de los sistemas con memoria compartida	311
6.3. Modelos de Consistencia	315
6.3.1. Consistencia estricta	315
6.3.2. Consistencia secuencial	317
6.3.3. Consistencia casual	321
6.3.4. Consistencia PRAM y consistencia del procesador	322
6.3.5. Consistencia débil	325
6.3.6. Consistencia de liberación	327
6.3.7. Consistencia de entrada	330
6.3.8. Resumen de modelos de consistencia	331
6.4. Memoria Compartida Distribuida con Bases en Páginas	333
6.4.1. Diseño básico	334
6.4.2. Réplica	334
6.4.3. Granularidad	335
6.4.4. Obtención de las consistencias secuencial	337
6.4.5. Búsqueda del propietario	339
6.4.6. Búsqueda de las copias	342
6.4.7. Reemplazo de página	343
6.4.8. Sincronización	344
6.5. Memoria Compartida Distribuida con Variables Compartidas	345
6.5.1. Munin	346
6.5.2. Midway	353
6.6. Memoria Compartida Distribuida Basada en Objetos	356
6.6.1. Objetos	356
6.6.2. Linda	358
6.6.3. Orea	365
6.7. Comparación	371
6.8. Resumen	372
7. Estudio 1: AMOEBA	376
7.1. Introducción a AMOEBA	376
7.1.1. Historia de AMOEBA	376
7.1.2. Objetivos de investigación	377
7.1.3. La arquitectura del sistema AMOEBA	378
7.1.4. El micronúcleo de AMOEBA	380
7.1.5. Los servidores de AMOEBA	382
7.2. Objetivos y Posibilidades en EMOEBA	384
7.2.1. Posibilidades	384
7.2.2. Protección de objetos	385
7.2.3. Operaciones estándar	387
7.3. Administración de Procesos en AMOEBA	388
7.3.1. Procesos	388
7.3.2. Hilos	391
7.4. Administración de Memoria en AMOEBA	392
7.4.1. Segmentos	392
7.4.2. Segmentos asociados	393
7.5. Comunicación en AMOEBA	393
7.5.1. Llamada a un procedimiento remoto (RPC)	394
7.5.2. Comunicación en grupo en AMOEBA	398

7.5.3. El protocolo Internet Fast local (FLIP)	407
7.6. Los Servidores de AMOEBA	415
7.6.1. El servidor de archivos	415
7.6.2. El servidor de directorios	420
7.6.3. El servidor de réplicas	425
7.6.4. El servidor de ejecución	425
7.6.5. El servidor de arranque	427
7.6.6. El servidor TCO/IP	427
7.6.7. Otros servidores	428
7.7. Resumen	428
8. Estudio 2: MACH	431
8.1. Introducción a MACH	431
8.1.1. Historia de Mach	431
8.1.2. Objetivos de Mach	433
8.1.3. El micronúcleo de Mach	433
8.1.4. El servidor BSD UNIX de Mach	435
8.2. Administración de Procesos en MACH	436
8.2.1. Procesos	436
8.2.2. Hilos	439
8.2.3. Planificación	442
8.3. Administración de Memoria en MACH	445
8.3.1. Memoria virtual	446
8.3.2. Memoria compartida	449
8.3.3. administradores externos de la memoria	452
8.3.4. Memoria compartida distribuida en Mach	456
8.4. Comunicación en MACH	457
8.4.1. Puertos	457
8.4.2. Envío y recepción de mensajes	464
8.4.3. El servidor de mensajes de la red	469
8.5. Emulación de UNIX en MACH	471
8.6. Resumen	472
9. Estudio 3: CHORUS	475
9.1. Introducción a CHORUS	475
9.1.1. Historia de Chorus	475
9.1.2. Objetivos de Chorus	477
9.1.3. Estructuras del sistema	477
9.1.4. Abstracciones del núcleo	479
9.1.5. Estructura del núcleo	481
9.1.6. El subsistema UNIX	483
9.1.7. El subsistema orientado a objetos	483
9.2. Administración de Procesos en CHORUS	483
9.2.1. Procesos	484
9.2.2. Hilos	485
9.2.3. Planificación	486
9.2.4. Señalamiento, excepciones e interrupciones	487
9.2.5. Llamadas al núcleo para la administración de procesos	488
9.3. Administración de Memorias en CHORUS	490
9.3.1. Regiones y segmentos	490

9.3.2. Asociadotes	491
9.3.3. Memoria compartida distribuida	492
9.3.4. Llamadas al núcleo para la administración de memoria	493
9.4. Comunicación en Chorus	495
9.4.1. Mensajes	495
9.4.2. Puertos	495
9.4.3. Operaciones de comunicación	496
9.4.4. Llamadas al núcleo par la comunicación	498
9.5. Emulación de UNIX en Chorus	499
9.5.1. Estructura de un proceso en UNIX	500
9.5.2. Extensiones a UNIX en Chorus	501
9.6. COOL: Un Subsistema Orientado a Objetos	507
9.6.1. La arquitectura COOL	507
9.6.2. La capa base de COOL	508
9.6.3. El sistema genérico de tiempo de ejecución de COOL	509
9.6.4. El sistema tiempo de ejecución de lenguaje	510
9.6.5. Implantación de COOL	510
9.7. Comparación de AMOEBA, MACH y CHORUS	510
9.7.1. Filosofía	511
9.7.2. Objetos	512
9.7.3. Procesos	513
9.7.4. Modelo de memoria	514
9.7.5. Comunicación	515
9.7.6. Servidores	516
9.8. Resumen	517
10. Estudio 4: DCE	520
10.1. Introducción a DCE	520
10.1.1. Historia de DCE	520
10.1.2. Objetivos de DCE	521
10.1.3. Componentes de DCE	522
10.1.4. Celdas	525
10.2. Hilos	527
10.2.1. Introducción a los hilos de DCE	527
10.2.2. Planificación	529
10.2.3. Sincronización	530
10.2.4. Llamadas a hilos	531
10.3. Llamada a Procedimientos Remotos	535
10.3.1. Objetivos de la RPC de DCE	535
10.3.2. Escritura a un cliente con un servidor	536
10.3.3. Conexión de un cliente con un servidor	538
10.3.4. Realización de una RPC	539
10.4. Servicio de Tiempo	540
10.4.1. Modelo de tiempo DTS	541
10.4.2. Implantación de DTS	541
10.5. Servicio de Directorios	545
10.5.1. Nombres	546
10.5.2. El servicio de directorios de celda	547
10.5.3. El servicio de directorio global	549

10.6. Servicio de Seguridad	554
10.6.1. Modelo de seguridad	555
10.6.2. Componentes de seguridad	557
10.6.3. Boletos y autenticadotes	558
10.6.4. RPC autenticada	559
10.6.5.ACL	562
10.7. Sistema Distribuido de Archivos	564
10.7.1. Interfaz DFS	565
10.7.2. Componentes DFS en el núcleo servidor	566
10.7.3. Componentes DFS en el núcleo cliente	569
10.7.4. Componentes DFS en el espacio del usuario	571
10.8. Resumen	573
11. lista de Lecturas y Bibliografía	577
11.1. Sugerencias para lectura posterior	577
11.2. Bibliografía en orden alfabético	584
Índice	605