
Contenido

CAPITULO 1. INTRODUCCION	
1.1. Redes locales	1
1.2. Protocolos de alto nivel	3
1.3. Evaluación de prestaciones	4
1.4. Organización del libro y sugerencias al lector	5
Referencias	6
CAPITULO 2. MODELO JERARQUICO DE PROTOCOLOS Y TENDENCIAS DE NORMALIZACION	
2.1. Introducción	7
2.2. Estructuras en capas	10
2.3. Las siete capas del RM-OSI de la ISO	16
Capa de medios físicos	17
Capa de enlace de datos	17
Capa de red	18
Capa de transporte	18
Capa de sesión	19
Capa de presentación	19
Capa de aplicaciones	20
2.4. Identificación de entidades	20
2.4.1. Nombres, direcciones y rutas	21
2.4.2. Sistemas de identificación	22
2.4.3. Identificadores en el RM-OSI	24
2.5. Conexiones	26
Establecimiento de una conexión	26
Liberación de una conexión	27
Multiplexado	27
Transferencia de datos	28
2.6. Gestión	31
2.7. El RM-OSI y la arquitectura de redes locales	33
2.8. Normalización internacional de protocolos de alto nivel	39
2.8.1. Normalización internacional de protocolos de transporte .	40
2.8.2. Normalización internacional de protocolos de sesión	41

2.8.3. Normalización internacional de protocolos de presentación y aplicación	42
2.8.3.1. Teletexto	43
2.8.3.2. Telefax	44
2.8.3.3. Videotexto	44
2.8.3.4. CBMS	45
Referencias	46

CAPITULO 3. DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOCOLOS

3.1. Introducción	48
3.2. Especificación formal de protocolos	50
3.2.1. Especificación de servicios	51
3.2.2. Especificación de protocolos	52
3.2.2.1. Modelos de transición	52
3.2.2.2. Lenguajes de programación	58
3.2.2.3. Modelos mixtos	62
3.3. Verificación de protocolos	65
3.3.1. Análisis de alcance	67
3.3.2. Prueba de programas	68
3.3.2.1. Prueba por aserciones	68
3.3.2.2. Lógica temporal	70
3.3.2.3. Ejecución simbólica	71
3.3.3. Técnicas mixtas	72
3.4. Implementación de protocolos	72
3.4.1. Opciones de la implementación	73
3.4.1.1. Valores de temporizaciones	74
3.4.1.2. Estrategia de retransmisión	74
3.4.1.3. Estrategia de reconocimiento	75
3.4.1.4. Estrategia de control de flujo	75
3.4.1.5. Localización del usuario apropiado	76
3.4.1.6. Localización de recursos	77
3.4.2. Integración de la implementación en el sistema local	77
3.4.2.1. Implementación como proceso de usuario	78
3.4.2.2. Implementación en el núcleo del sistema operativo	78
3.4.2.3. Implementación en un procesador «Front-End»	78
3.4.3. Modelo general de implementación	79
3.4.4. Implementación automática	81
3.5. Tests de implementación de protocolos	82
3.5.1. Arquitectura del comprobador	83
3.5.2. Generación de secuencias de tests	88
3.5.2.1. Generación automática de secuencias de tests	89
3.5.2.2. Sincronización de secuencias de tests	91
Referencias	92

CAPITULO 4. CAPA DE TRANSPORTE

4.1.	Introducción	95
4.2.	Objetivos de la capa de transporte	96
4.3.	Servicios de transporte	97
4.3.1.	Primitivas de servicio	97
4.3.2.	Parámetros de calidad de servicio	105
4.3.2.1.	Parámetros de calidad de servicio de transporte ..	105
	Parámetros relacionados con la conexión	105
	Parámetros relacionados con las TSAPs	106
4.3.3.	Relación entre los parámetros de transporte y de red	107
	Parámetros relativos con la conexión	107
	Tiempo de establecimiento de conexión	107
	Tiempo medio de transporte de datos urgentes	108
	Parámetros relacionados con las TSAPs	108
	Vaciamiento máximo de conexión	108
	Tasa de desconexión	108
4.4.	Funciones de la capa de transporte	108
4.4.1.	Gestión de conexiones y de direccionamientos	109
4.4.2.	Recuperación de errores, secuenciamiento y tratamiento de duplicados	111
4.4.3.	Multiplexado	114
4.4.4.	Control de flujo y gestión de memorias intermedias	116
4.4.5.	Sincronización, recuperación de fallos y fiabilidad	121
4.5.	Protocolo de transporte de la ISO	124
4.5.1.	Clase 0	126
4.5.2.	Clase 1	126
4.5.3.	Clase 2	127
4.5.4.	Clase 3	127
4.5.5.	Clase 4	127
4.6.	La capa de transporte en redes locales	128
4.6.1.	Estudio del caso: Capa de transporte de la red Keio S&T Net	129
4.6.1.1.	Interacción proceso usuario-ET	130
4.6.1.2.	Gestión de memorias intermedias y control de flujo	134
4.6.1.3.	Implementación	134
4.6.2.	Protocolo de la ISO en redes locales	135
	Referencias	137

CAPITULO 5. CAPAS DE SESIÓN Y PRESENTACION

5.1.	Introducción	139
5.2.	Capa de sesión	139
5.2.1.	Objetivos de la capa de sesión	140
5.2.2.	Servicios de sesión	141

	Primitivas de servicio	141
5.2.3.	Funciones de la capa de sesión	148
	Funciones del grupo I	148
	Funciones del grupo II	149
	Funciones del grupo III	149
5.2.4.	Protocolo de sesión	150
5.3.	Capa de presentación	155
5.3.1.	Trabajos iniciales	155
5.3.2.	Objetivos de la capa de presentación	158
5.3.3.	Servicios de presentación	159
	Primitivas de servicio	160
5.3.4.	Funciones de la capa de presentación	162
5.3.5.	Protocolo de presentación	163
5.4.	Observaciones finales	163
	Referencias	164

CAPITULO 6. CAPA DE APLICACIONES

6.1.	Estructura de la capa de aplicaciones	166
6.2.	Servicios comunes	169
6.3.	Servicios específicos	173
6.3.1.	Servicio de terminal	173
6.3.1.1.	Servicio de terminal paramétrica	175
6.3.1.2.	Servicio de terminal virtual	176
	Estructura de datos de un STV	179
	Elementos principales de un STV	179
	Clases de terminales	179
6.3.1.3.	Servicio de terminal virtual en el RM-OSI (STV-OSI)	180
	Clases del STV-OSI	180
	Método genérico para la definición del STV-OSI	181
	Primitivas de servicio del STV-OSI genérico	182
	STV-OSI de clase básica	182
6.3.2.	Servicio de archivo	186
6.3.2.1.	Servicio de archivo virtual	187
6.3.2.2.	Servicio de archivos del RM-OSI	189
	Depósito de archivos virtuales (DAV)	189
	Atributos de un archivo	190
	Estructuras de archivos	191
	Operaciones en archivos	194
	Servicios de archivo virtual	195
	Protocolo de archivo virtual	199
6.3.3.	Servicios de sumisión remota de tareas	200
6.3.3.1.	Servicio de transferencia y manipulación de tareas para el RM-OSI	202

	Modelo para el SSRT/RM-OSI	202
	Funciones	203
	Primitivas de servicio	204
6.3.4.	Servicio de mensajes	205
6.3.4.1.	Servicios de manipulación de mensajes del CCITT	207
6.3.4.1.1.	Modelo funcional	208
	Modelo estructural	210
	Servicios	211
	Servicios del NTM	212
	Servicios para la transferencia de mensajes	212
	Servicios para la identificación de originadores y de receptores	213
	Servicios del NAU	214
	Protocolos	215
6.4.	Capa de aplicaciones en redes locales	216
	Referencias	217

CAPITULO 7. HERRAMIENTAS ANALITICAS BASICAS PARA LA EVALUACION DE PRESTACIONES

7.1.	Introducción	220
7.2.	Teoría de probabilidades	220
7.2.1.	Definición axiomática de probabilidades	221
7.2.2.	Probabilidad condicional	222
7.2.3.	Sucesos estadísticamente independientes	222
7.2.4.	Teorema de la probabilidad total	222
7.2.5.	Teorema de Bayes	223
7.3.	Variables aleatorias	225
7.3.1.	Función de distribución de probabilidad	226
7.3.2.	Función densidad de probabilidad	226
7.3.3.	Clasificación de variables aleatorias	228
7.3.3.1.	Variables aleatorias continuas	228
7.3.3.2.	Variables aleatorias discretas	229
7.3.4.	Distribuciones conjuntas	231
7.3.5.	Función de variables aleatorias	232
7.3.6.	Momentos de una variable aleatoria	234
7.3.7.	Función generatriz de momentos; transformadas s y z	237
7.4.	Procesos estocásticos	240
7.4.1.	Clasificación de procesos estocásticos	242
7.4.2.	Procesos regenerativos	242
7.4.3.	Cadenas de Markov	244
7.4.3.1.	Cadenas de Markov con t -discreto	244
7.4.3.2.	Cadenas de Markov con t -continuo	248
7.4.4.	Procesos de nacimiento y muerte	250

7.4.5.	Proceso de Poisson	251
7.5.	Teoría de colas	252
7.5.1.	Caracterización de un sistema de colas	253
7.5.2.	Medidas de prestaciones	255
7.5.3.	Ley de Little	255
7.5.4.	Sistema $G/G/1$	257
7.5.5.	Sistema $M/M/1$	258
7.5.6.	Sistema $M/M/m/K/M$	260
7.5.7.	Sistema $M/G/1$	263
7.5.8.	Redes de colas	263
7.5.8.1.	Redes abiertas	264
7.5.8.1.1.	Teorema de Burke	264
7.5.8.1.2.	Teorema de Jackson	266
7.5.8.1.3.	Resultados BCMP	267
7.5.8.2.	Redes cerradas	267
7.5.8.2.1.	Análisis del valor medio	269
7.5.8.2.2.	Análisis aproximado del valor medio ..	272
	Referencias	274
	Bibliografía	274

CAPITULO 8. TECNICAS DE SIMULACION DIGITAL

8.1.	Introducción	275
8.2.	Modelos y simulación	275
8.2.1.	Modelo de un sistema	276
8.2.2.	Simulación de un modelo	277
8.2.3.	Uso de simulación: Cuidados importantes	278
8.3.	Etapas básicas de un estudio de simulación	280
8.4.	Generación de números y valores aleatorios	283
8.4.1.	Generación de números aleatorios	283
8.4.2.	Generación de valores aleatorios	285
8.5.	Simulación accionada por sucesos	287
8.5.1.	Sucesos	288
8.5.2.	Escalonamiento de sucesos	289
8.5.2.1.	Escalonamiento de sucesos primarios	289
8.5.2.2.	Escalonamiento de sucesos secundarios	290
8.5.3.	Realización de estadísticas	291
8.5.3.1.	Tiempo de espera	291
8.5.3.2.	Número de clientes del sistema	291
8.5.3.3.	Utilización del servidor	292
8.5.4.	El reloj simulado	292
8.5.5.	Organización de un programa-simulador	293
8.5.6.	Algoritmo para el simulador de la barbería	295
8.6.	Análisis de resultados	297
8.6.1.	Transitorio inicial del simulador	297

8.6.2.	Reejecuciones del simulador	298
8.6.3.	Determinación de intervalos de confianza	298
8.7.	Simulador de un anillo con transferencia de ficha	300
8.7.1.	Red local en estudio	300
8.7.2.	Modelo de simulación	301
8.7.3.	Simulador	302
8.7.4.	Resultados	303
	Referencias	307
	Apéndice. Programa-simulador de la red en anillo con transferencia de ficha	308

CAPITULO 9. EVALUACION DE PRESTACIONES DE PROTOCOLOS DE ACCESO

9.1.	Introducción	314
9.2.	Modelo para protocolos de acceso en redes locales	316
9.2.1.	Especificación del modelo	317
9.2.2.	Medidas de prestaciones	318
9.3.	Simulación del modelo de servidor único	318
9.3.1.	Subredes de interés	319
9.3.1.1.	Líneas con CSMA-CD	319
9.3.1.2.	Líneas con CSMA-CD y con prioridades para el tráfico de reconocimiento	319
9.3.1.3.	Subred en anillo con ficha	319
9.3.1.4.	Subred en anillo con cuadros	320
9.3.1.5.	Subred en anillo con inserción de registro	320
9.3.2.	Evaluación de prestaciones	321
9.3.3.	Resultados	323
9.3.3.1.	Subredes en línea	323
9.3.3.2.	Subredes en anillo	325
9.3.4.	Comentarios	327
9.4.	Análisis del modelo de servidor único	329
9.4.1.	Evaluación de prestaciones	330
9.4.1.1.	Redes con transferencia de ficha	330
9.4.1.2.	Red con CSMA-CD	332
9.4.1.3.	Inclusión de «Overhead» y de reconocimiento	337
9.4.2.	Resultados numéricos	338
9.5.	Análisis asintótico	342
9.5.1.	Definición de las asíntotas	343
9.5.1.1.	Definición de T_{\min} y V_{\max}	343
9.5.1.2.	Definición de ρ_{\max}	344
9.5.2.	Solución	344
9.5.2.1.	T_{\min} y V_{\max}	344
9.5.2.2.	ρ_{\max}	345
9.5.2.3.	Ejemplos	346

	9.5.2.3.1.	Red en anillo con inserción de registro	346
	9.5.2.3.2.	Red en línea con CSMA-CD	348
	9.5.2.3.3.	Red en línea con transferencia de ficha	349
9.5.3.		Comentarios y resultados numéricos	351
	9.5.3.1.	Comentarios	351
	9.5.3.2.	Resultados numéricos	352
	9.5.3.2.1.	Prestaciones de base	354
	9.5.3.2.2.	Variaciones en τ	355
	9.5.3.2.3.	Variaciones en H, R	355
	9.5.3.2.4.	Variaciones en A	355
9.6.		Revisión bibliográfica	357
		Referencias	361
CAPITULO 10. EVALUACION DE PRESTACIONES DE PROTOCOLOS DE TRANSPORTE			
10.1.		Introducción	365
10.2.		Modelo de protocolos con control de flujo: Revisión bibliográfica	368
	10.2.1.	Modelo de servidor único	368
	10.2.2.	Modelos de redes de colas	369
	10.2.3.	Comentarios	372
10.3.		Modelo para conexiones de transporte con control de flujo por ventanas en redes locales	373
	10.3.1.	Modelo para el entorno A	376
	10.3.2.	Modelo para el entorno B	377
10.4.		Solución del modelo	379
	10.4.1.	Solución del modelo de la subred de comunicación	381
	10.4.2.	Solución del modelo de múltiples conexiones de transporte (entorno B)	382
10.5.		Resultados numéricos	383
10.6.		Comentarios	388
		Referencias	392
CAPITULO 11. EVALUACION DE PRESTACIONES DE APLICACIONES			
11.1.		Introducción	395
11.2.		Procesamiento de transacciones	397
	11.2.1.	Descripción del sistema	397
	11.2.2.	Descripción del modelo	399
	11.2.3.	Solución del modelo	401
	11.2.4.	Resultados numéricos	403
11.3.		Transferencia de archivos	406
	11.3.1.	Modelado jerárquico	406
	11.3.2.	Descripción de las redes locales y de los entornos de interés	408
	11.3.3.	Modelado jerárquico	409

11.3.4. Solución del modelo jerárquico	414
11.3.5. Resultados numéricos	417
11.4. Comentarios	421
Referencias	426

CAPITULO 12. MEDIDA DE PRESTACIONES DE REDES LOCALES

12.1. Introducción	428
12.2. Campaña de medición	430
12.2.1. Qué medir	431
12.2.2. Dónde medir	432
12.2.3. Cómo medir	433
Dispositivos de monitorización	435
12.3. Resultados de algunas mediciones	437
12.3.1. Mediciones de la Ethernet de la XEROX	437
12.3.1.1. Mediciones bajo tráfico normal	438
12.3.1.2. Mediciones bajo tráfico pesado	438
12.3.2. Mediciones en la red del NBS	439
12.3.3. Mediciones en la capas superiores	440
Referencias	441