

INDICE

Capítulo 1. Fibre Channel y redes de área de almacenamiento	
Introducción	1
Características de fibre Channel	
Redes de área de almacenamiento	4
Topologías SAN	6
Redes SAN, redes LAN y dispositivos NAS	7
Redes LAN y SAN: diferencias en el diseño de red	
Redes LAN y SAN: diferencias en el diseño de los protocolos	8
Dispositivos NAS y redes SAN	10
Objetivos de este libro	11
Capítulo 2. Panorámica general	
Introducción	13
Descripción general del nivel FC-0	15
Descripción general del nivel FC-1	17
Descripción general del nivel FC-2	18
Modelo físico: nodos, puertos y topologías	19
Ancho de banda y sobrecarga de comunicación	20
Bloques constituyentes y su jerarquía	22
Tramas de control de enlace	
Modelo general de estructura	27
Clases de servicio	31
Comandos de servicio de enlace básicos y avanzados	33
Funciones de bucle arbitrado	34
Protocolos	35
Segmentación y recomposición	36
Comprensión de datos	
Detección y recuperación de errores	37
Descripción general de FC-3	
Descripción general de FC-4	38
IP sobre fibre Channel	39
SCI sobre fibre Channel	
FICON o ESCON sobre fibre Channel	40
Capítulo 3. Inicialización y transferencia de datos	
Introducción	43
Inicialización del enlace	
Inicialización del bucle	44
Inicio de sesión de estructura y N_Puerto	46
Secuencia de transmisión inicial	49
Conclusión de un intercambio	51
Partes del protocolo no cubiertas por el ejemplo	54
Detección y recuperación de errores	55
Funcionamiento en clase 1 y operación de a estructura	
Otras operaciones del protocolo	56
Capítulo 4.FC-0: Interfaz física	
Introducción	59
Características generales	
Transmisor y receptor	60

Trasmisión intencionada de un código no válido	
Nomenclatura y opciones tecnológicas de FC-0	61
Enlace monomodo con láser de onda larga	63
Infraestructura de cable	65
Transmisor	
Receptor	66
Enlaces de fibra multimodo con láser de onda larga	67
Infraestructura de cable	68
Transmisor	
Receptor	69
Sistemas de seguridad de control de fibra abierta para enlaces láser de onda corta	70
Enlaces de fibra multimodo con LED	
Enlaces eléctricos por cable coaxial de 75 ohmios	71
Enlaces eléctricos con par trenzado apantallado de 150 ohmios	74
Capítulo 5. FC-1: 8B/10B, transmisores y receptores	
Introducción	75
Panorámica del código de transmisión 8B/10B	
Convenios de notación	76
Codificación y decodificación de caracteres	78
Transmisión, recepción y detección de errores	80
Estados de transmisor y del receptor	86
Capítulo 6. Conjuntos ordenados	
Introducción	89
Conjuntos ordenados	
Delimitadores de inicio de trama	90
Delimitador de fin de trama	92
Señales primitivas: Idle y R_RDY	95
Secuencias primitivas	97
Estados de puerto en topologías sin bucle	98
Estado activo	
Estados de recuperación de enlace (8LR1, LR2, y LR3)	99
Estados de fallo de enlace (LF1 y LF2)	
Estados fuera de línea (OL1, OL2 y OL3)	102
Protocolos de secuencia primitiva	
Protocolos de recuperación de enlace	104
Protocolos de paso a fuera de línea	105
Capítulo 7. FC-2: Tramas	
Introducción	107
Formato de tramas	
Señales de primitivas Idle y R_RDY	108
Delimitador de inicio de trama	
Campos de la cabecera de trama	109
Cabeceras opcionales	
Carga útil	
Campo CRC	110
Delimitador de fin de trama	
Campos de la cabecera de trama	111
Campo de control de encaminamiento: R_CTL	113

Identificadores de dirección: S_ID y D_ID	115
Control específico de la clase: CS_CTL	
Tipo de estructura de datos: TIPO	119
Control de trama: F_CTL	120
ID de secuencia SEQ_ID	125
Control del campo de datos: DF_CTL	127
Contador de secuencia: SEQ_CNT	
ID de intercambio del originador: OX_ID	128
ID de intercambio del respondedor: RX_ID	
Parámetro	129
Tramas de datos y tramas de control del enlace	130
Tipos de tramas de datos y su procesamiento	132
Trama de reinicialización del crédito de enlace (LCR)	133
Respuestas detalladas a las tramas de datos y de control del enlace	
Respuestas R_RDY	134
Tramas ACK	135
Tramas F_BSY	138
Tramas P_BSY	139
Tramas F-RJT y P_RJT	140
Tramas de notificación (NTY) y finalización (END)	142
Capítulo 8. FC: 2 secuencias e intercambios	
Introducción	143
Gestión de secuencias	
Iniciación de una secuencia	144
Validez del procesamiento de secuencia	145
Gestión del contador de secuencia	146
Terminación normal de una secuencia	147
Gestión de intercambios	
Generación de un intercambio y asignación de los valores X_ID	149
Gestión de intercambios	
Terminación de un intercambio	151
Bloques de estado de secuencia y de intercambio	152
Reglas relativas al bloque de estado de secuencia	153
Reglas relativas al bloque de estado de intercambio	154
Capítulo 9. Servicios de inicio y fin de sesión	
Introducción	157
Panorámica de los procedimientos de inicio y fin de sesión	158
Inicio de sesión de estructura	161
Inicio de sesión de N_Puerto	163
Fin de sesión	165
Parámetros de servicio de N_Puerto y F_Puerto	
Parámetros comunes de servicio del F_Puerto	166
Nombre del N_Puerto o nombre del F_Puerto	169
Nombre de nodo o nombre de estructura	170
Parámetros de clase de servicio de N_Puerto y F_Puerto	171
Nivel de versión del fabricante	
Panorámica del inicio/fin de sesión de procesos	174
Procedimiento para estimar el crédito extremo a extremo	176
Detalles del procedimiento	178

Capítulo 1. Clases de servicio	
Introducción	181
Servicio de Clase 1	183
Variaciones del servicio de clase 1	186
Servicio de clase 2	187
Servicio de clase 3	188
Prestaciones y fiabilidad del servicio de clase 3	189
Intermix	190
Clase 4: fraccional	192
Clase 6: conexión unidireccional dedicada	193
Capítulo 11. Servicios de enlace	
Introducción	195
Comandos de servicio básico de enlace	
No-operación (NOP)	196
Eliminación de una conexión (RMC)	
Aceptación básica (BA_ACC)	197
Rechazo básico (BA_RJT)	
Comando de cancelación de secuencia (ABTS)	198
Panorámica general de los comandos de servicio avanzado de enlace	199
Tipos de comandos de servicios avanzado de enlace	
Respuestas de servicios avanzado de enlace	202
Rechazo de servicios de enlace (LS_RJT)	
Aceptación (ACC)	
Solicitudes ELS: inicio de sesión, fin de sesión y cancelación de intercambio	203
Inicio de sesión de N_Puerto (PLOGI)	204
Inicio de sesión de F_Puerto (FLOGI)	205
Fin de sesión (LOGO)	
Cancelación de un intercambio (ABTX)	206
Solicitudes ELS: determinación del estado y solicitud de iniciativa	
Lectura del estado de la conexión (RCS)	
Lectura del bloque de estado de intercambio (RES)	207
Lectura del bloque de estado de secuencia (RSS)	
Solicitud de la iniciativa de Secuencia (RSI)	208
Solicitudes ELS: determinación del crédito	
Establecimiento del flujo (ESTS)	209
Estimación del crédito (ESTC)	
Recomendación de crédito (ADVC)	
Solicitudes ELS: funciones misceláneas	210
Lectura de un valor de temporización (RTV)	
Lectura del bloque de Estado de errores de enlace (RLS)	211
Eco (ECHO)	
Test (TEST)	
Representación del cualificador de recuperación (RRQ)	212
Solicitudes ELS para identificadores de alias	
Obtención de un identificador de alias (GAID)	
Activación y desactivación de un identificador de alias en la estructura (FACT, FFACT)	
Activación y desactivación de un identificador de alias en un N_Puerto	213

(NACT, NDACT)	
Solicitudes ELS para servicio de clase 4	
Solicitud de calidad de servicio (QOSR)	
Lectura del estado de un circuito virtual (RVCS)	214
Servicio de enlace FC-4	
Capítulo 12. Detección y recuperación de errores	
Introducción	217
Periodos de temporización	
R_T_TOV	218
E_D_TOV	
R_A_TOV	219
CR_TOV	
Temporización de bucle FC-AL	220
Utilización de temporizaciones	
Fin de temporización de secuencias	221
Detección y recuperación de errores de enlace	
Recuperación de enlace: efectos secundarios	224
Recepción y validez de las tramas	225
Detección de tramas perdidas	226
Integridad del intercambio y de la secuencia	227
Políticas de errores de intercambio para las clases 1 y 2	
Reglas comunes para todas las políticas de descarte	228
Política de errores abordar, descartando múltiples secuencias	229
Descarte de múltiples secuencias con retransmisión inmediata	230
Política de error abortar, descartando una única secuencia	
Política de errores procesamiento con búfer infinito	231
Gestión de errores de secuencia de clase 3	
Recuperación de secuencia	232
Estrategia de recuperación de errores	233
Protocolo de cancelación ABTS para recuperación de secuencia	234
Retransmisión de secuencias para recuperación de clase 1	237
Panorámica general del protocolo de detención de secuencia	238
Reglas relativas al bloque de estado de errores de enlace	239
Capítulo 13. Cabeceras opcionales y funciones especiales	
Introducción	241
Cabeceras opcionales	
Cabeceras de red	243
Cabeceras de asociación	244
Cabecera de dispositivo	
Funciones especiales	245
Compresión de datos	
Cifrado	246
Capítulo 14. Gestión de conexiones de clase 1	
Introducción	247
Panorámica general: procedimientos normales	
Establecimiento de una conexión	248
Comportamiento durante una conexión	
Eliminación de una conexión	249
Recuperación de conexiones dedicadas	250

Conexiones dedicadas sobre diversas topologías Topologías punto a punto y de bucle arbitrado Topologías de estructura	251
Conexiones dedicadas de clase 1: operación detallada Establecimiento de una conexión	253
Conexiones unidireccionales y bidireccionales	254
Solicitudes de conexión apiladas	256
Eliminación de una conexión	257
Puesta en espera Desalojo	258
Capítulo 15. Control de flujo	
Introducción	261
Estrategias generales	
Estrategias de control de flujo en fibre Channel	263
Control de flujo extremo a extremo	264
Reserva de búferes de recepción para la asignación de crédito extremo a extremo	265
Sucesos que afectan a EE_Credit_CNT	266
Responsabilidades del receptor de secuencia	268
Control de flujo búfer a búfer	269
Control de flujo alternativo búfer a búfer	270
Control de flujo integrado para el servicio de clase 2	271
Capítulo 16. Bucle arbitrado	
Introducción	273
Panorámica general	
Funciones adicionales requeridas para la operación FC_AL	275
Concentradores de bucle arbitrado	276
Direcciones físicas AL_PA	278
Secuencias y señales primitivas para bucles arbitrados	279
Señales primitivas	280
Secuencias primitivas	282
Inicialización del bucle	283
Selección de un maestro temporal del bucle	285
Selección de las direcciones AL_PA	286
Construcción de un mapa de direcciones AL_PA	
Operación de la maquina de estados de puerto de bucle: ejemplo	288
Inicialización del bucle de dos puertos	
Arbitraje e inicio de la comunicación	290
Equidad de acceso y arbitraje	292
Finalización de las comunicaciones	
Utilización del mecanismo alternativo de control de flujo búfer a búfer	293
Continuación de las comunicaciones	
Transferencia a otro puerto	295
Prestaciones y temporización	295
Ventajas y desventajas de los bucles arbitrados	296
Capítulo 17. Estructuras conmutadas	
Introducción	299
Características de red	
Comparación con otras redes	301

Tipos de puertos de conmutador	302
Jerarquía de conmutadores y de direccionamiento Dependencia de las clases	303
Servicio de clase F Servicios internos de enlace de una estructura conmutada	305
Funciones de conmutación especiales Utilización de alias	307
Multidifusión Grupos de captura Grupos rotatorios	308
Servicios genéricos públicos bien conocidos Difusión, x'FF FFFF	309
F_Puerto, x'FF FFFE Controlador de la estructura, x'FF FFFD' Servicios de nombres, x'FF FFFC'	310
Servicios de tiempo, x'FF FFFB' Servicios de gestión x'FFFFFA' Facilitador de calidad de servicio, x'FFFFF9'	311
Servicios de alias, x'FF FFF8' Servicios de distribución de claves de seguridad, x'FFFFF7'	312
Servicios de sincronización de reloj, x'FFFFF6'	313
Servicios de Multidifusión, x'FFFFF5'	314
Capítulo 18. FC-4: SCSI e IP sobre Fibre Channel Introducción	315
Control FC-4 de las operaciones Fibre Channel	316
IP sobre Fibre Channel	317
Transmisión de datagramas IP y ARP	318
Operaciones IP	319
SCSI-3 sobre Fibre Channel: panorámica general de FCP	322
Formato de las unidades de información FCP	324
Ejemplo de operación de E/S bajo FCP	329
Capítulo 19. La futura evolución: FC-PH-?? Introducción	333
El futuro de Fibre Channel Escenario posible: Ethernet ubicua	335
Escenario de futuro: expansión de InfiniBand	337
El futuro previsible	339
Apéndice A. Referencias y lecturas adicionales Documento estándar ANSI Fibre Channel	341
Recursos Web Código de transmisión Red de área de almacenamiento e interconexión en red de dispositivos de almacenamiento Redes e interconexión en red	343
Índice	345