

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**ESTUDIO DE SISTEMAS ABIERTOS PARA ALMACENAMIENTO  
DE GRAN CANTIDAD DE INFORMACIÓN CON TOLERANCIA A  
FALLAS**

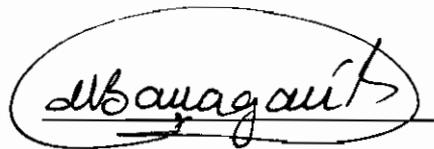
**JOSE VIDAL TORRES TORRES**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y CONTROL**

**MARZO DE 1999**

## CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por el señor José Vidal Torres Torres

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature appears to read "M. Barragán".

Ing. Marco Barragán  
Director de Tesis

## INDICE

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivo.....	3
1.3 Contenido.....	4
Capítulo 2: Generalidades.....	7
2.1 Definición de plataformas abiertas.....	7
2.2 Causas de pérdidas de datos.....	10
2.3 Necesidad de almacenar la información y su respaldo.....	12
2.4 Necesidad de tener tolerancia a fallas, y tipos de tolerancia.....	14
2.5 Donde se utilizan sistemas con tolerancia a fallas.....	18
2.6 Dispositivos de gran capacidad de almacenamiento de datos.....	19
2.6.1 Unidades de cartucho y de cinta.....	21
2.6.2 Unidades de CD.....	25
2.6.3 Unidades de disco óptico.....	26
2.6.4 Unidades de disco duro.....	27
Capitulo 3: Métodos de tolerancia a fallas con arreglo de discos.....	30
3.1 Introducción.....	30
3.2 Definición de RAID 0.....	32

3.3 Definición de RAID 1.....	33
3.4 Definición de RAID 4.....	35
3.5 Definición de RAID 5.....	36
3.6 Definición de RAID 6.....	38
3.7 Disk Duplexing.....	39
3.8 Disco en espera (On-line Spare).....	43
3.9 Configuración RAID S.....	45
3.9.1 Protección de paridad a nivel de dispositivo con RAID S.....	46
3.9.2 Grupo RAID S .....	47
3.9.3 Recuperación de datos con RAID S.....	49
3.9.4 Recuperación de datos en un volumen RAID S con (Hiper- Volume Extension) HVE.....	53
3.9.5 Reemplazo dinámico (Dynamic Sparing).....	54
3.9.6 Reemplazo dinámico con RAID S.....	56
Capítulo 4: Análisis de los sistemas con gran capacidad de almacenamiento y tolerancia a fallas.....	59
4.1 Introducción.....	59
4.2 Recuperación a desastres D/R (Disaster Recovery) empleando host y Symmetrix. ....	62
4.2.1 configuraciones para obtener recuperación a desastres D/R.....	63

4.2.2 Configuración SRDF Básica.....	64
4.2.2.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de subsistema de discos en una configuración Básica.....	68
4.2.2.2 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de volumen en una configuración Básica.....	69
4.2.3 Configuración SRDF Multi-Symmetrix.....	71
4.2.3.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de localidad/sitio en la configuración Multi-Symmertix.....	76
4.2.3.2 análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de subsistema de discos en una configuración Multi- Symmetrix. ....	78
4.2.3.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de volumen en una configuración Multi-Symmetrix. ....	80
4.2.4 Configuración SRDF Bi-direccional.....	82
4.2.4.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de localidad/sitio en una configuración Bi-direccional.....	86
4.2.4.2 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel del subsistema de discos en una configuración Bi-direccional.	88
4.3 Características de los sistemas Symmetrix de almacenamiento.....	90
4.3.1 capacidades de almacenamiento de las unidades Symmetrix.....	90

4.3.2 Directores..... 95

4.3.2.1 Directores de canal paralelo..... 95

4.3.2.2 Directores de canal serial..... 96

4.3.2.3 Directores de interfaz SCSI..... 96

4.3.2.4 Directores SRDF..... 97

4.3.2.5 Directores dual-initiator de enlace remoto..... 97

4.3.2.6 Directores de discos..... 98

4.3.2.7 Conexión a canal..... 100

4.3.2.7.1 Conexión a la interface de canal paralelo..... 100

4.3.2.7.2 Conexión a la interface de canal serial..... 102

4.3.2.7.3 Conexión a la interface fast-wide SCSI..... 104

4.4 Descripción de los componentes internos..... 106

4.4.1 Módulos de ventiladores de enfriamiento..... 107

4.4.2 Procesador de servicio..... 107

4.4.3 Backplane y unidad de instalación de tarjetas lógicas..... 107

4.4.4 Conectores de Bus y Tag..... 108

4.4.5 Batería..... 108

4.4.6 Subsistema de fuentes de alimentación..... 108

4.4.7 Dispositivos de discos..... 109

4.4.8 Tarjetas de memoria..... 110

4.5 Propuesta tecnológica para un centro de cómputo real con tolerancia a fallas y centro de recuperación remoto, hardware y software a utilizarse.....	110
4.5.1 Solución Remota.....	110
4.5.2 Solución Local.....	116
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.....	122
5.1 Conclusiones.....	122
5.2 Recomendaciones.....	126
Glosario.....	129
Bibliografía y Referencias.....	132
Anexo A	
Componentes de los sistemas de almacenamiento Symmetrix.....	134
Anexo B	
Especificaciones para sistemas abiertos de las unidades de almacenamiento Symmetrix.....	159
Anexo C	
Cuadro comparativo entre las unidades Symmetrix de EMC y RAMAC de IBM.....	167

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

### TABLAS.

Tabla 2.1 Fabricante, equipo, y sistema operativo para funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de discos SYMMETRIX.....	9
Tabla 2.2 Características de los dispositivos de cinta.....	24
Tabla 2.3 Características de las unidades de CD-ROM con interface SCSI.....	26
Tabla 2.4 Características de los discos duros.....	28
Tabla 2.5 Comparación entre las unidades de almacenamiento.....	29
Tabla 3.1 Comparación de las características de los métodos de tolerancia a fallas.....	42
Tabla 4.1 Configuraciones del SRDF, (Symmetrix Remote Data Facility).....	64
Tabla 4.2 SRDF básico, estado del hardware en modo de operación normal.....	66
Tabla 4.3 Disponibilidad y uso de los elemento de hardware a Nivel del Subsistema de Discos en una configuración básica.....	69
Tabla 4.4 Disponibilidad y uso de los elementos de Hardware en D/R a nivel de volumen en una configuración básica.....	70

Tabla 4.5 Estado del hardware de una configuración Multi-Symmetrix SRDF en operación normal.....	73
Tabla 4.6 Disponibilidad y uso de los elementos de hardware a nivel de Localización / Sitio en una configuración Multi-Symmetrix.....	77
Tabla 4.7 Disponibilidad y uso de los elementos de hardware a nivel Subsistema de discos en una configuración Multi-Symmetrix.....	79
Tabla 4.8 Disponibilidad y uso de los elementos de hardware a nivel de volumen en una configuración Multi-Symmetrix.....	81
Tabla 4.9 Estado del hardware en modo de operación normal de la configuración Bi-direccional.....	84
Tabla 4.10 Disponibilidad de los elementos en D/R a nivel de localidad o sitio de una configuración Bi-direccional.....	87
Tabla 4.11 Disponibilidad de los elementos en D/R a nivel de subsistema de discos en una configuración Bi-direccional.....	89
Tabla 4.12 Tipos de emulación de discos para soporte de Mainframe IBM.....	90
Tabla 4.13 Capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix en SRDF o en configuración simple con discos de 9 GB.....	91

Tabla 4.14 Capacidades de las unidades de almacenamiento	
Symmetrix en RAID 1 con discos de 9 GB.....	92
Tabla 4.15 Capacidades de las unidades de almacenamiento	
Symmetrix en RAID S (3+1) con discos de 9 GB.....	93
Tabla 4.16 Capacidades de las unidades de almacenamiento	
Symmetrix en RAID S (7+1) con discos de 9 GB.....	94
Tabla 4.17 Configuración para la unidad de almacenamiento 5700 con discos de 47 GB.....	94
Tabla 4.18 Número de directores de disco, discos, buses por director, discos por bus y discos por director de algunas unidades de almacenamiento Symmetrix.....	99
Tabla 4.19 Configuración de la unidad de almacenamiento Symmetrix 5430 en SRDF con 16 discos de 9 GB en cada una.....	114

**FIGURAS.**

Figura 2.1 Tecnologías en los que pueden ser utilizados en los sistemas de almacenamiento SYMMETRIX.....	8
---	---

Figura 2.2 Empresas que deberían tener sistemas de almacenamiento con tolerancia a fallas.....	19
Figura 2.3 Jerarquía de almacenamiento de información.....	20
Figura 3.1 Arreglo de discos RAID 0.....	33
Figura 3.2 Arreglo de Discos RAID 1.....	34
Figura 3.3 Arreglo de Discos RAID 4.....	36
Figura 3.4 Arreglo de Discos RAID 5.....	37
Figura 3.5 Arreglo de Discos RAID 6.....	39
Figura 3.6 Fases de una falla con controller duplexing.....	39
Figura 3.7 Tolerancia a falla con Disk Duplexing.....	41
Figura 3.8 Configuración RAID 5 con un disco en espera.....	44
Figura 3.9 Obtención de los datos de paridad y reconstrucción de un volumen con XOR lógico.....	47
Figura 3.10 Grupo RAID S con volumen de paridad.....	48
Figura 3.11 Ejemplo 1 de distribución de los volúmenes de paridad sobre volúmenes físicos de un grupo RAID S.....	52
Figura 3.12 Ejemplo 2 de distribución de los volúmenes de paridad sobre volúmenes físicos de un grupo RAID S.....	52

Figura 3.13 Proceso que se realiza cuando un volumen falla en un sistema configurado como reemplazo dinámico (Dynamic Sparing).....	55
Figura 3.14 Proceso del reemplazo dinámico con RAID S.....	57
Figura 4.1 Diagrama de configuración Básica de SRDF.....	65
Figura 4.2 D/R a nivel de subsistema de discos en una configuración Básica.....	68
Figura 4.3 D/R a nivel de volumen en una configuración Básica.....	70
Figura 4.4 Diagrama de configuración Multi-Symmetrix.....	72
Figura 4.5 D/R a nivel de Localización / Sitio en una configuración Multi-Symmetrix.....	76
Figura 4.6 D/R a nivel de Subsistema de discos en una configuración Multi-Symmetrix.....	78
Figura 4.7 D/R a nivel de Volumen en una configuración Multi-Symmetrix.....	80
Figura 4.8 Diagrama de la configuración Bi-direccional SRDF.....	83
Figura 4.9 D/R a nivel de sitio en la configuración Bi-direccional.....	87
Figura 4.10 D/R a nivel subsistema de discos en una configuración Bi-direccional.....	88
Figura 4.11 Conexión a canales paralelos.....	101

Figura 4.12 Conexión a canales paralelos vía convertidor ESCON.....	102
Figura 4.13 Conexión Canales ESCON.....	103
Figura 4.14 Conexión a canales SCSI (a) Conexión directa (b) Conexión utilizando convertidores.....	105
Figura 4.15 Componentes internos de las unidades de almacenamiento.	106
Figura 4.16 Solución remota para un centro de cómputo con tolerancia a fallas.....	112
Figura 4.17 Solución local para un centro de cómputo con tolerancia a fallas.....	118

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCION

## 1.1 Introducción.

En la actualidad empresas grandes, como financieras, transnacionales, bancos tienen una gran cantidad de información valiosa, esta información en caso de una catástrofe, una falla del servidor principal o del host (computadora principal), o una falla en el sistema de almacenamiento, puede llegar a perderse, y estas empresas tendrían pérdidas económicas y de imagen, lo que en algunos casos puede ocasionar el despido o enjuiciamiento de las personas encargadas del centro de cómputo.

Una encuesta en Estados Unidos realizada por la Corporación 3M entre 800 usuarios de computadoras personales en red, la mitad de los cuales usaban la máquina más de cuatro horas al día, reveló que se perdían alrededor de cinco días - hombre por fallas en el disco duro. Pocos clientes se dan cuenta de los costos relacionados con los tiempos improductivos. Los minutos y las horas improductivas se acumulan con rapidez y pueden traducirse en miles de dólares al año en pérdidas de productividad, ingresos y en mayores gastos. De todas maneras, el almacenamiento de la información es crucial para los usuarios finales porque les permite:

- Almacenar datos.
- Respaldar la información para no perderla.
- Reducir los gastos por pérdida de datos.
- Evitar los gastos relacionados con los tiempos improductivos.
- Archivar la información en el sitio o fuera de él.

Un servidor de misión crítica es el que posee en su sistema de almacenamiento gran parte de la información de la empresa, entendiéndose por esto: datos, programas de utilización, configuraciones, permisos de usuarios, etc., contituyéndose así en la máquina o máquinas más importantes de la empresa o corporación. Es por lo anteriormente mencionado, que una inesperada pérdida de un servidor de misión crítica puede ser finalmente desastroso.

En la mayoría de compañías, sólo el tiempo fuera de servicio antes de la recuperación del equipo, es demasiado costoso.

Un buen diseño de respaldo, salvaguarda la información crucial de la empresa, esto proporciona y aumenta la confiabilidad, disminuyendo así el riesgo contra una pérdida desastrosa de datos, tiempo, y dinero.

Las necesidades actuales de las empresas consisten en tener operativo su centro de cómputo al menor costo, funcionando todo el tiempo necesario, con el menor riesgo de pérdida de datos y tiempo no programado de no funcionamiento del equipo, conocido también como tiempo fuera del equipo, se logra disminuir este costo por medio de sistemas en software y hardware confiables, lo que se va a tratar en capítulos posteriores.

Por lo anteriormente mencionado, es necesario que las empresas que dependan en alto grado de la información, obtengan algún tipo de respaldo de esos datos, ya sea en unidades de cinta, cartuchos, de discos, de CD, arreglos de discos en el mismo servidor o un sistema completamente tolerante a fallas, conocido como Recuperación a desastres D/R (Disaster Recovery), lo que será tratado a detalle en el capítulo 4, el cual sería el nivel de respaldo más recomendable.

## **1.2 Objetivo.**

Con este antecedente, y buscando evitar los problemas antes mencionados, el objetivo de este trabajo de tesis es el de dar pautas para escoger sistemas de almacenamiento de gran capacidad de información, criterios para determinar el tipo de arreglo de tolerancia a fallas a utilizarse en los discos, tener

información de los equipos de gran capacidad de almacenamiento para sistemas Mainframe, AS/400 y PC servers, pues una de las tareas de estos últimos es el de almacenar información de la empresa a la que tienen acceso una o varias personas usuarios de la red con niveles de seguridad (permisos) dados desde el sistema operativo.

### **1.3 Contenido.**

En este trabajo de tesis se realiza un análisis detallado de lo que significa para una empresa tener un sistema tolerante a fallas, cómo se puede obtener, y cuáles son los beneficios.

Es así como en el capítulo dos se da una definición de lo que son plataformas abiertas, siendo esto necesario para comprender el tipo de hardware a utilizarse en los sistemas de almacenamiento de los equipos SYMMETRIX. Se da una definición de tolerancia a fallas, que elementos o dispositivos son los que pueden soportar una falla, y tipos de tolerancia a fallas conocidos.

También se tratan las necesidades empresariales de tener tolerancia a fallas, y porqué es necesario la obtención de un respaldo de la información, en cualquier medio de almacenamiento. Además éste capítulo se da un criterio de

donde se puede utilizar sistemas con tolerancia a fallas y los métodos. Por último en este capítulo se dan algunas características de los sistemas de gran capacidad de almacenamiento como las unidades de cinta, CD, cartucho, y discos.

En el capítulo tres se da a conocer específicamente los métodos de tolerancia a fallas con arreglo de discos, las definiciones de RAID 0, 1, 4, 5, 6, S, sus diferencias y lo mínimo para cumplir dicho arreglo.

En el capítulo cuatro se explican las configuraciones para obtener los tipos de tolerancia remota, características de los equipos Symmetrix instalados, tanto en lo que respecta a su hardware como a su software, se realizan representaciones gráficas de las configuraciones SRDF (Symmetrix Remote Data Facility) con estos equipos, definiciones, y finalmente propuestas tecnológicas para un centro de cómputo con tolerancia a fallas.

Se presentan sobre todo los resultados de la instalación realizada, su impacto en el tiempo de realización de procesos, y una comparación con el sistema de almacenamiento anterior.

El estudio a realizarse no está orientado solamente a empresas de un nivel económico alto sino a cualquier empresa que pueda adquirir un sistema con tolerancia a fallas. Se tiene que tomar en cuenta que mientras más elevada es la confiabilidad de los equipos existentes en un centro de cómputo, más altos son los costos para obtenerlos.

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES**

### **2.1 Definición de plataformas abiertas.**

Para poder definir lo que es una plataforma abierta, se debe partir del antecedente de que una de las tareas de estas computadoras llamadas PC servers es la de almacenar información de la empresa a la que tienen acceso uno o varios usuarios de la red con niveles de seguridad (permisos) dados desde el sistema operativo.

Con lo anterior, se dice que un periférico o software que puede ser utilizado en cualquier tipo de arquitectura, sea esta: mainframe, midrange o PC servers es conocido como de plataforma abierta.

En la figura 2.1 se pueden observar las diferentes tecnologías para las que los sistemas de almacenamiento SYMMETRIX pueden ser utilizadas.

Las tecnologías en las que pueden ser utilizados estos sistemas de almacenamiento son: HP9000, RS6000 de IBM, SUN SPARC, Alfa de Digital, AS/400 de IBM, Proliant de Compaq, Mainframe IBM, Mainframe NCR, Mainframe UNISYS, IBM PS2, PCM Mainframe, BULL, Symmetry,

SIEMENS.

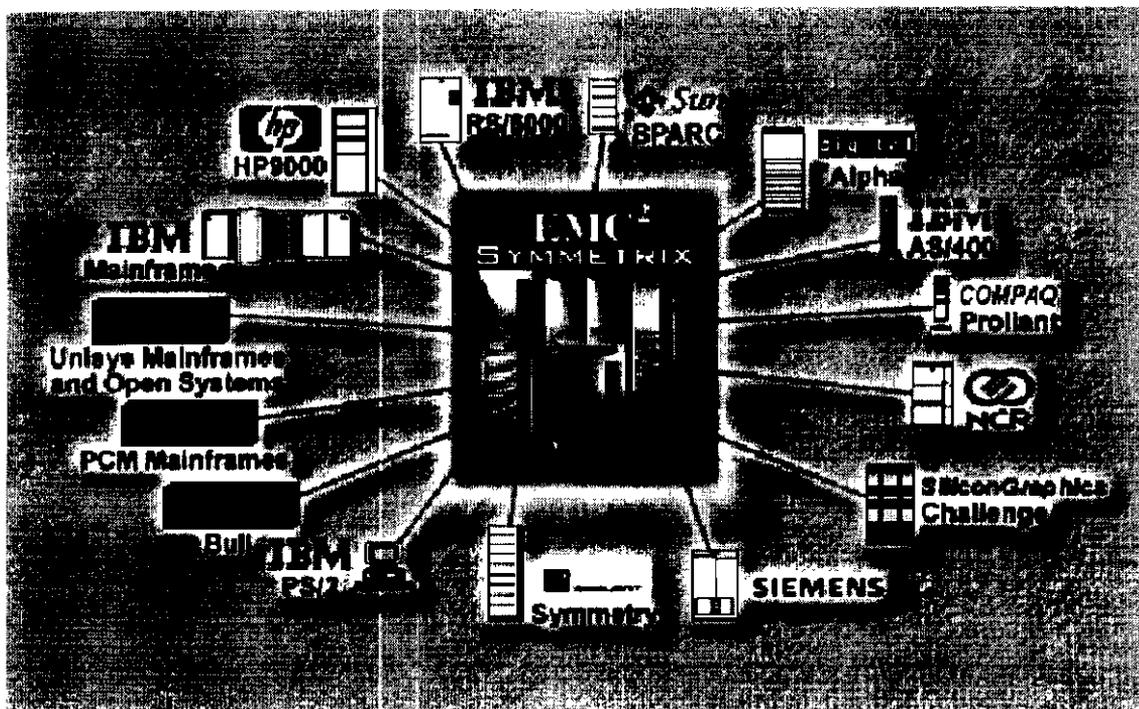


Figura 2.1 Tecnologías en los que pueden ser utilizados en los sistemas de almacenamiento SYMMETRIX

También en la tabla 2.1 se puede apreciar en detalle el vendedor o fabricante, su sistema en hardware y el sistema operativo requerido para la utilización de estos tipos de discos.

FABRICANTE	SYSTEMA o MODELO	SISTEMA OPERATIVO REQUERIDO
DEC	Alpha server Models 3000 AXP, 1000, 2000, 2100, 8200, y 8400	Digital UNIX V3.2
DEC	Alpha server Models 1000, 2000, 2100, 8200, 8400	Open VMS V6.2, .Win.NT 3.5
HP	3000	MPE/ix 5.0
HP	9000/700 series	HP-UX 9.0-5
HP	9000/800 series: E,F,G,H,I,T500,K	HP-UX 9.04
IBM	AS/400	OS/400 V2R3
IBM	RS/6000	AIX3.2.5
IBM	SP	AIX3.2.5
NCR	34XX, 35XX, 36XX,5100	UNIX SVR4
Pyramid	Nile	Datacenter Osx
Sequent	Symmetry 2000, 5000	DYNIX/ptx 2.1.5
Siemens-Nixdorf	RM 400/600	SINIX V5
Silicon Graphics	Challenge S,L,DM,XL	IRIX 5.3
Sun	SPARCserver y SPARCcenter	SunOs 4.1.3, Solaris 2.3
Sun	Ultra SPARCserver y UltraSPARCcenter	Solaris 2.5
Servidores basados en Intel	Todos	Novel 3.12, Win NT 3.5, o OS/2 2.1

Tabla 2.1: Fabricante, equipo, y sistema operativo para funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de discos SYMMETRIX

## 2.2 Causas de pérdidas de datos

Existen tres causas principales por las que se pueden perder datos:

Error humano.

Errores en el software y virus.

Fallas del equipo.

El error humano ocasiona aproximadamente 95% de las pérdidas de datos y ocurre cada vez que un usuario borra equivocadamente un archivo (por ejemplo “del \*.\*”). Los archivos se pueden perder o alterar a causa de errores en software y virus que se presentan en forma aleatoria o deliberada. A las fallas del equipo se incluyen fallas en el mecanismo o en el sistema mecánico del disco, interrupción de la energía eléctrica, fallas en la tarjeta controladora de discos y otras. A continuación se enumeran otras posibles causas de las pérdidas de datos:

Voltaje de alimentación al equipo fuera de rango.

Pérdidas de voltaje.

Electricidad estática.

Relámpagos.

Desastres naturales.

Bombardos terroristas.

Accidentes simples (tal como el de regar una taza de café sobre el equipo).

Sabotaje, etc.

En el caso de que se tenga un solo equipo principal para satisfacer todas las necesidades de la empresa y a este le sucediera algún desperfecto imprevisto, provocado por alguna de las causas anteriormente mencionadas, las consecuencias que traería esto, sería de un valor incalculable para la empresa, por lo que se ve la necesidad de tener un equipo tolerante a fallas y un respaldo completo del equipo en un lugar apartado del centro de cómputo, en caso de algún desastre natural o sabotaje. Cuando algún imprevisto ocurre con el equipo principal se puede dar el caso de que la información de la empresa se encuentre intacta, pero no se la pueda ocupar, por falta o daño del equipo que controla el sistema de almacenamiento, por lo que es necesario tener también un respaldo de la máquina principal, ya sea en un sitio local o remoto, para que el usuario se encuentre en el menor tiempo posible con acceso a los datos. En caso de que las unidades de almacenamiento presenten un daño por cualquiera de las causas anteriormente mencionadas, y si la empresa no tiene un equipo tolerante a fallas o un equipo de respaldo para que cumpla con las funciones del equipo principal, es necesario por lo menos tener un respaldo de la información ya sea en cinta, disco, o cualquier otro

tipo de almacenamiento.

### **2.3 Necesidad de almacenar la información y su respaldo.**

Para describir con claridad las necesidades de almacenamiento de información actual, y por qué es importante que una empresa almacene la información, se utilizará el ejemplo de una empresa.

Un banco realiza operaciones todos los días con los depósitos, retiros en efectivo, solicitudes de crédito, inversiones en acciones y bonos de personas naturales y jurídicas. Anteriormente, cada una de esas operaciones se efectuaba en el propio banco y cada movimiento se asentaba en el libro mayor, hoy en día, los bancos manejan miles de transacciones electrónicas de todo el mundo, y necesitan rastrear números de cuenta, saldos, escrituras, títulos de acciones y muchos otros documentos financieros, así como realizar otras operaciones. Esta información es el núcleo de su negocio; y los bancos necesitan almacenarla, para que todas las sucursales tengan acceso a ella. También deben protegerla para que no se destruya por un error humano, del sistema o por un desastre natural.

Ahora en lo relativo al proceso de respaldo, durante el mismo se copia información importante en cinta magnética, discos u otros medios. Este proceso permite la restauración de cualquiera de los archivos o el sistema entero en caso de requerirlo. El respaldo es importante, pues ha ayudado a compañías a recuperarse de las pérdidas de datos ocasionales.

El término recuperación de datos se refiere a restaurar información que ha sido físicamente dañada o adulterada en el medio de almacenamiento que se usa en línea, para esto existen herramientas de software las cuales son limitadas y su costo es elevado, y es posible que con estas herramientas y con ayuda de los usuarios se puedan recuperar algunos o la mayoría de los datos, pero es improbable que se recupere toda la información perdida, entonces será difícil, casi imposible que los programas de aplicaciones complejas, las configuraciones de la red, los arreglos personalizados, las contraseñas y permisos, puedan ser recreados exactamente como eran.

Es por lo anteriormente mencionado que, un buen diseño de respaldo, salvaguarda la información crucial, minimizando el riesgo de la pérdida de: datos, tiempo, y dinero.

El administrador de la información entonces debe identificar las necesidades

totales del respaldo de la compañía, y comparar esas necesidades con el apropiado hardware y software a ser utilizado, para posteriormente poner en marcha el proyecto con las aplicaciones que le ayudaran a disminuir el riesgo de la pérdida de datos involuntaria y el tiempo fuera no programado del equipo, logrando con esto que los usuarios dispongan de los datos en el menor tiempo posible.

#### **2.4 Necesidad de tener tolerancia a fallas, y tipos de tolerancia.**

Para dar a conocer la necesidad de tener tolerancia a fallas, es importante tener una idea clara de lo que es un equipo tolerante a fallas, este es el que, pese a tener un elemento de su hardware en mal estado o con falla, sigue prestando su servicio, sin disminuir su funcionalidad, siendo esto transparente para el usuario del equipo y sin la necesidad de su intervención.

Se puede tener tolerancia a fallas de: procesadores, discos, fuentes, controladoras de discos, computadoras, etc. para esto es necesario poseer hardware y software que tengan la característica de tolerar fallas, en los siguientes párrafos se dará una explicación de cada una de estas tolerancias.

- MICROPROCESADORES

Una tolerancia a falla de un microprocesador cuando las máquinas por ejemplo: los servidores de IBM, COMPAQ, HP, etc. tienen tarjetas de microprocesador dual con tecnología SMP (Symmetric Multiprocessing), donde si el procesador principal dejara de funcionar correctamente, el segundo procesador entraría en funcionamiento inmediatamente sin intervención del usuario.

- DISCOS

La tolerancia a fallas de discos, es conocida como RAID (Redundant Array of Inexpensive Disk) o Arreglo redundante de discos de bajo costo, existen varias configuraciones de RAID, algunas de éstas serán tratadas en el capítulo 3. Estos arreglos permiten el daño físico de uno, dos, tres o más discos a la vez, dependiendo del tipo de configuración que se tenga instalado. Aunque las unidades de discos son con frecuencia el componente más confiable de una solución de almacenamiento, el gran número de discos incluidos en las soluciones actuales, incrementa el riesgo de que se presente un problema. Las fallas en un equipo, que a menudo se deben a fallas en cualquiera de sus discos, es la causa más común de tiempo improductivo no planeado.

- **CONTROLADORAS DE DISCOS**

La tolerancia a fallas de controladoras de discos, es conocida como **DUPLEXING, DISK DUPLEXING** o **CONTROLLER DUPLEXING** este soporta el daño de un disco o de una controladora, o los dos dispositivos a la vez, si cualquiera de estos dispositivos falla, el otro correspondiente entra en funcionamiento.

- **COMPUTADORAS**

La tolerancia a fallas de una computadora, implica tener dos computadoras de iguales características interconectadas, de tal manera que cuando una de éstas sufra un daño, la otra entra en funcionamiento inmediatamente. Este tipo de tolerancia se subdivide en dos, **En Línea (On Line)** y **Fuera de Línea (Off Line)**, la diferencia está en que, **En Línea** las dos máquinas se encuentran encendidas y funcionando, solamente la máquina configurada con principal se encuentra prestando sus servicios, y en el caso de falla de ésta, la segunda máquina la reemplazará inmediatamente, en cambio que en la configuración **Fuera de Línea**, una de las máquinas está encendida y funcionando y la otra se encuentra encendida pero en estado de espera, el momento en que la primera sufre una falla la otra empieza con su proceso de arranque o encendido hasta

ponerse en total funcionamiento. Para tener este tipo de tolerancia es indispensable obtener todo el hardware y software necesario de los fabricantes del equipo.

- FUENTES DE PODER

La tolerancia de fuentes de poder también es conocida como de fuente redundante; se pueden tener varias fuentes redundantes dependiendo del fabricante del equipo.

La mayoría de estos tipos de tolerancia a fallas permiten, una vez que se produjo el error, el cambio de la parte dañada o con defecto sin necesidad de apagar el equipo, siendo esto transparente para el usuario.

Con lo anteriormente mencionado se desprende que el principal motivo de tener en una empresa equipos con tolerancia a fallas, es el de incrementar la confiabilidad del equipo, el de tener siempre funcionando las máquinas que se encuentran en el centro de cómputo pese a cualquier falla, disminuyendo así el tiempo fuera del equipo no programado, e incrementando la satisfacción de los usuarios en cuanto a poseer siempre la información en línea y actualizada.

## **2.5 Dónde se utilizan sistemas con tolerancia a fallas.**

Se desprende de lo anterior que los sistemas con tolerancia a fallas son frecuentemente utilizados en empresas cuya información es vital para el desarrollo de la misma, y donde el tiempo fuera de un equipo debe ser el mínimo para que el usuario pueda seguir trabajando, entendiéndose como tiempo fuera del equipo al tiempo que no se lo usa, ya sea por daño hasta su reparación o el tiempo que toma su mantenimiento.

Así mismo, existen empresas que se encuentran en lugares de alto riesgo geológico, por lo que deberán haber sistemas con tolerancia a fallas en sitios remotos; por ejemplo si se dispone de un centro de cómputo en un lugar donde ocurre una catástrofe natural o producida por el hombre, el sistema tolerante a fallas remoto se encontraría en buen estado como para ser utilizado en el momento requerido.

Las empresas que pueden necesitar tolerancia a fallas en su sistema de almacenamiento, ya sea por la importancia de su información o por disminuir el tiempo fuera de su equipo pueden ser:

Empresas gubernamentales, de telecomunicaciones, de servicios financieros, de seguros, de manufactura, de servicios médicos como hospitales, clínicas,

etc., como se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2: Empresas que deberían tener sistemas de almacenamiento con tolerancia a fallas.

## **2.6 Dispositivos de gran capacidad de almacenamiento de datos**

Con el transcurso del tiempo se han desarrollado técnicas de almacenamiento de datos, entre las más importantes y en las que se va a centrar este punto son: la tecnología en disco duro, disco óptico y cinta magnética, cada una de estas tecnologías tienen sus propias características y satisfacen necesidades de almacenamiento específicas. Los sistemas de almacenamiento han ido cambiando su capacidad, velocidad de acceso a los datos, etc., tipo de medio físico en el que se realiza la grabación como son: Unidades de cartucho de

cinta, diskettes, CD, discos. La figura 2.3 ilustra las diferentes soluciones de almacenamiento; en esta pirámide las que ofrecen el menor rendimiento y el menor costo por Megabyte almacenado se ubican en la base y las que ofrecen el mayor rendimiento y el costo más elevado por Megabyte almacenado van en la punta.



Figura 2.3: Jerarquía de almacenamiento de información

El papel y las microfichas son muy económicos, pero no muy eficientes en cuanto a acceso y espacio.

La Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) es sumamente rápida, pero volátil y, además, es demasiado costosa para las necesidades de almacenamiento.

A la mayoría de estas unidades se les analizará de manera más detallada mientras avanza el capítulo.

**2.6.1 Unidades de cartucho y de cinta.** Tanto las unidades de cartucho como los de cinta utilizan como medio físico una cinta magnética en la que se graban los datos secuencialmente, lo que hace que la velocidad de acceso a los datos para lectura sea demasiado lenta. Sin embargo, su bajo costo las convierte en la solución ideal para respaldar gran cantidad de datos y para archivar información. Es la mejor opción cuando es necesario respaldar grandes volúmenes de datos o cuando no se requiere tener acceso a ellos con frecuencia.

Cabe indicar que este tipo de almacenamiento, es muy empleado en la actualidad, estas unidades de cinta con el respaldo de los datos es almacenando en un sitio alejado del lugar donde se encuentran los datos originales.

Las unidades de cinta son de mayor capacidad de almacenamiento que las de cartucho. Así, existen unidades como las siguientes:

120/250 MB Tape Drive con compresión de datos

340/680 MB Tape Drive

525 MB Tape Drive

1.2 GB ACA Tape Drive

2/8 GB DAT Tape Drive

4/16 GB TurboDAT, TurboDAT AutoLoaders

10/20 GB DLT

15/30 GB DLT

2/24 GB DAT

20/40 GB DLT

35/70 GB DLT

Las unidades de cinta es la solución de almacenamiento más lenta y menos costosa, pudiendo emplearse cintas de audio digital (DAT) que ofrecen gran rendimiento con poco costo, pueden ser usadas en servidores que tengan de 2 a 8 GB. Un cartucho de un cuarto de pulgada (QIC) resulta todavía más económico que una DAT, pero su rendimiento es menor, son comúnmente utilizados en sistemas que no tienen ningún tipo de conexión con otra computadora y su máxima capacidad es de 1.2 GB. La nueva tecnología DLT (Digital Linear Tape) es la más utilizada en sistemas que tengan una capacidad de almacenamiento entre los 10 GB y 30 GB. La tecnología SLR (Single-channel linear recording) es compatible con QIC es decir ocupa los cartuchos de 5.25 pulgadas, con una capacidad de 4 GB y con compresión de 8 GB, en la tabla 2.2 se dan a conocer algunas de las características de las unidades de cinta magnética (tape drives).

	UNIDADES DE CINTA						
	15/30 GB	10/20 GB	4/16 GB	2/8 GB	1/2 GB	1/2 GB	1/2 GB
Alargura	1800 pies	1200 pies	120 m	60 m 90 m 120 m	120 m	189/311 m	120 m
Alargura	0.5 pulgadas	0.5 pulgadas	3.81 mm	3.81 mm	3.81 mm	3.81 mm	6.4 mm
Velocidad	110 ips	110 ips	0.706ips / 17.93 mm/s	0.32ips / 8.13mm/s	120 ips / 3mm/s	120 ips / 3mm/s	42.5 ips
Interfaz	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	IDE
Tasa de transferencia de datos con compresión	3-6 GB/hora	3-6 GB/hora	1.3 GB/hora	650 MB/hora	1 GB MB/hora	720 MB/hora	500 KB/s
Tasa de transferencia de datos sin compresión	9 GB/hora	9 GB/hora	2.6 GB/hora	1.3 GB/hora			1 Mb/s
Método de grabado	Serpentín	Serpentín	Helical Scan DDS2	Helical Scan DDS	Linear serpentín	Linear serpentín	
Razón de transferencia de datos	1.25 MB/s	1.25 MB/s	402 KB/s	183 KB/s	285 KB/s	200 KB/s	
Razón de transferencia de datos 1:1	15 GB 30 GB	10 GB 20 GB	4 GB 8 GB 16GB	2 GB 4 GB	1.2 GB	525 MB	340 MB 680 MB

Continuación...

	525 GB	300 GB	34 GB	20 GB	12 GB	4 GB	4 GB
	1050 GB	600 GB	70 GB	40 GB	24 GB	8 GB	8 GB
	Fast-Wide SCSI 2 68 pines	Fast-Narrow SCSI 2 50 pines	Fast-Wide SCSI 2 68 pines	SCSI 2 50 pines	SCSI 2	SCSI 2	SCSI 2
	18 GB/hora	5.4 GB/hora	18 GB/hora	5.4 GB/hora	3.6 GB/hora	1.8 GB/hora	1.36 GB/hora
	36 GB/hora	10.8 GB/hora	36 GB/hora	10.8 GB/hora	7.2 GB/hora	3.6 GB/hora	2.7 GB/hora

- DAT: Digital audio tape
- ACA: Aadvanced common arquitecure
- DLT: Digital linear tape
- SLR: Single-channel linear recording

Tabla 2.2: Características de los dispositivos de cinta.

Cuando se tiene un tipo de respaldo de datos en una empresa donde su información es muy importante como para arriesgar la pérdida de ésta, los respaldos que se pueden realizar son completos y parciales.

Un respaldo completo se refiere a una copia de toda la información del servidor y/o del cliente; para un servidor, este incluye todos los volúmenes, directorios, y archivos; para un PC cliente (computadora que tiene acceso a la red) o conocida también como estación de trabajo, este incluye todos los discos duros, directorios, y archivos.

Un respaldo parcial en cambio, es cualquier información escogida por parte del administrador o del operador que realiza el respaldo.

Todo respaldo completo o parcial, se puede realizar en línea o fuera de línea, estos términos en línea o fuera de línea son definidos de la siguiente manera:

En línea significa que el proceso de respaldo puede realizarse cuando el servidor, o la estación de trabajo PC o terminal están siendo ocupados por el o los usuarios.

Fuera de línea se denomina cuando el servidor se encuentran sin prestar los servicios necesarios para el que fue configurado, y cuando esta máquina no se encuentra siendo ocupada por ningún usuario a través de la red.

**2.6.2 Unidades de CD.** Este tipo de almacenamiento se realiza en compact disk CD de escritura los que alcanzan hasta una capacidad máxima de 640 Mb, son también utilizados como medios de almacenamiento para respaldo de

datos, en la tabla 2.3 se dan algunas de las características de estas unidades de almacenamiento con interface SCSI 2.

CD-ROM con interface SCSI	
	550 MB
	640 MB
	180 MB
Velocidad rotacional:	920-2120 rpm
Tiempo de acceso aleatorio en CD-ROM de velocidad única:	Menor a los 300 ms
Tasa de transferencia de datos en CD-ROM:	600 KB/s

Tabla 2.3: Características de las unidades de CD-ROM con interface SCSI.

**2.6.3. Unidades de Disco Optico.** El almacenamiento en disco óptico es ideal cuando se manejan grandes volúmenes de datos, pues sería muy costoso almacenar en disco duro, este tipo de almacenamiento es necesario cuando se requiere que los datos estén disponibles en línea.

La velocidad de transferencia del disco óptico es de aproximadamente 1.5 megabytes por segundo. Entre los ejemplos de datos adecuados para ser almacenados en disco óptico se incluyen: dibujos con diseño asistido por computadora (CAD), publicidad, bases de datos etc. Los discos ópticos son desmontables, por lo que permiten almacenar información fuera de la oficina.

**2.6.4 Unidades de disco duro.** Un disco duro es un dispositivo que en la actualidad proporciona el mejor balance entre la velocidad de acceso a los datos y el costo de almacenamiento. Este tipo de dispositivo permite mantener la información en línea, es decir tenerla disponible en tiempo real; pero la capacidad de almacenamiento es limitada.

La tecnología de disco duro consiste en un disco magnético, un motor, un brazo que se extiende por el disco y una cabeza en el brazo, el motor hace girar al disco y el brazo lo recorre para que la cabeza pueda leer o escribir en él, cuando la cabeza lee, detecta los cambios en la naturaleza magnética del disco y los traduce en ceros (0) y unos (1), los cuales conforman los datos. Para escribir, la cabeza cambia la naturaleza magnética del disco, esto es, la polaridad positiva o negativa para que corresponda a los ceros (0) y los unos (1) de la información. Debido a estas características los discos duros se utilizan en los sistemas de cómputo para almacenar información a la cual se necesita acceder rápida y frecuentemente.

Estas unidades de almacenamiento de los nombrados anteriormente son las de más rápido acceso, tanto para lectura como para escritura. A diferencia del CD, los discos duros sirven para escribir indeterminado número de veces, en la tabla 2.4 se dan a conocer algunas de las características de los discos

duros.

	.630MB	1 GB	2 GB	1.05 GB	2.1 GB	4.3 GB	4.3 GB	9.1 GB
<b>Capacidad formateada</b>	636.8 MB	1.082 GB	2.11 GB	1.0496 GB	2.0974 GB	4.2936 GB	4.2936 GB	9.100 GB
<b>Razón de transferencia (interfase)</b>	16.7 MB/s	13.0 MB/s	16.6 MB/s	10 MB/S	10 MB/S	10 MB/S	40 MB/S	40 MB/S
<b>Velocidad rotacional RPM</b>	3.300	4.495	5.400	5.400	6.400	7.200	7.200	7.200
<b>Tiempo de búsqueda</b>								
<b>Mínimo(ms)</b>	3.0	5.0	2.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0
<b>Promedio(ms)</b>	15.5	14.0	10.0	10.5	9.5	9.0	7.9	7.9
<b>Máximo(ms)</b>	26.0	24.0	20.0	22.0	18.0	18.0	19.0	19.0

Tabla 2.4: Características de los discos duros.

Estos diferentes sistemas de almacenamiento descritos se pueden diferenciar, básicamente, con base a las siguientes variables:

Capacidad de almacenamiento

Velocidad de acceso a los datos

Costo de almacenamiento

El balance entre estas variables permite conocer qué tipo de tecnología es la adecuada para una aplicación en particular. En la tabla 2.5 se realiza una comparación entre las unidades de almacenamiento, empleando las tres variables, para tener una idea más clara de donde y cuando se pueden utilizar estas unidades.

	Datos típicos	Frecuencia de acceso	Selección de almacenamiento	Velocidad de acceso
En línea primario	Esencial crítica para negocios	Constante	Disco duro	Milisegundos 1-5 MB/s
En línea Secundario	Cantidades grandes, bases de datos	No frecuente pero regular	Disco Optico	Segundos 0.5 – 1.6 MB/s
Fuera de línea	Cantidades grandes, copias para archivo	No predecible	Cinta	Minutos 0.2 – 1 MB/s

Tabla 2.5. Comparación entre las unidades de almacenamiento

## **CAPITULO 3: METODOS DE TOLERANCIA A FALLAS CON ARREGLO DE DISCOS.**

### **3.1 Introducción.**

En los últimos años se ha incrementado significativamente el uso de computadoras y de aplicaciones computacionales a escala empresarial e individual. Las computadoras personales se han instalado en casi todos los escritorios y en muchos hogares, y hoy en día la mayoría de las empresas tienen instalada una red para compartir recursos, aplicaciones y datos. En muchas aplicaciones cotidianas la información electrónica ha reemplazado al papel. Lo que se pretende lograr con todos estos cambios es incrementar la productividad, la eficiencia, reducir la redundancia de equipos y personal, y aumentar la disponibilidad de la información. Con mayor frecuencia la información se convierte en información electrónica y cada día tiene mayor importancia para los negocios y las personas. Por ello, los usuarios necesitan una forma de almacenamiento eficiente en cuanto a costos y, que además sea confiable en la seguridad, es decir, que los datos no se pierdan y se encuentren protegidos contra errores y riesgos.

La cantidad de datos que puede almacenar un solo disco duro es limitada. Por eso los servidores, y en ocasiones algunas computadoras personales, necesitan almacenar los datos en más de un disco. Cuando se utiliza más de un disco duro, ya sea como uno o más volúmenes, se tienen varias opciones de acceso a ellos. La opción más común es la denominada JBOD (“Just a Bunch of Disks” cuya traducción al español es “Tan solo un montón de discos”), ésta forma de utilizar los discos tiene un acceso secuencial a los datos en cada disco, cuando se necesita leer o escribir no se puede acceder a todos en paralelo, es decir tener acceso a todos los discos al mismo tiempo, además no se tienen esquemas de tolerancia a fallas, y en el caso de que algún disco duro falle, la única forma de recuperar esos datos es mediante la restauración de un respaldo realizado previamente.

Es por lo anteriormente mencionado que se realizará el análisis y definición de los arreglos de discos denominados RAID (Redundant Array of Inexpensive Disk) o Arreglo redundante de discos de bajo costo. Esta fue una idea originalmente de Berkeley en la Universidad de California, para mejorar la fiabilidad y funcionamiento del subsistema de discos en servidores. Este es un método de distribución redundante de datos sobre múltiples discos tal que los datos de los usuarios se puedan recuperar o regenerar en el evento

de que una unidad de disco presente una falla.

Este sistema de discos tolerante a fallas puede ocupar dispositivos con tecnología Hot Plugable (sustitución o cambio en caliente) o no, ésta tecnología es aplicada a los discos y permite que estos puedan ser retirados o reemplazados sin que el equipo principal sea apagado y siga prestando sus servicios, siendo esto transparente para el usuario.

### **3.2 Definición de RAID 0**

RAID 0: Este arreglo es conocido como Data Striping. Distribuye los datos por todos los discos del arreglo, ocupándose toda la capacidad instalada, sin embargo, este no soporta tolerancia a fallas, en el caso de que se llegue a perder cualquiera de los discos se perderán todos los datos. Este arreglo proporciona ejecución alta a bajo costo pero también incurre en riesgo alto.

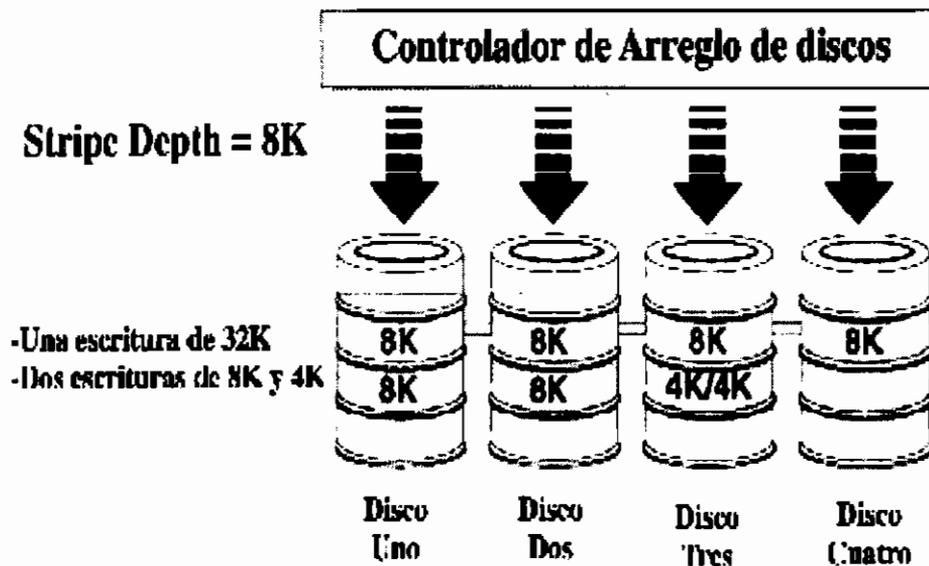


Figura 3.1 Arreglo de discos RAID 0

### 3.3 Definición de RAID 1

RAID 1: Hardware mirroring. Para cada disco duro que contiene datos, un reflejo de este se requiere, es por eso que el mínimo número de discos que necesita este arreglo es par o  $2n$  donde  $n$  es el número de discos con el que se logra la capacidad efectiva requerida. Se utiliza cincuenta por ciento de la cantidad total disponible para soportar tolerancia a fallas. Simultáneamente soporta falla de algunos discos duros, la tolerancia no incluye la falla de ambos discos duros el original y su par a la vez.

Esto es una simple configuración de reflejo, eso crea dos copias de todo los datos, cada copia reside en una unidad de discos separado. Este método tiene ejecución igual o mejor que RAID 0 pero dobla el costo, Este método requiere dos veces tanto espacio para guardar la misma cantidad de datos.

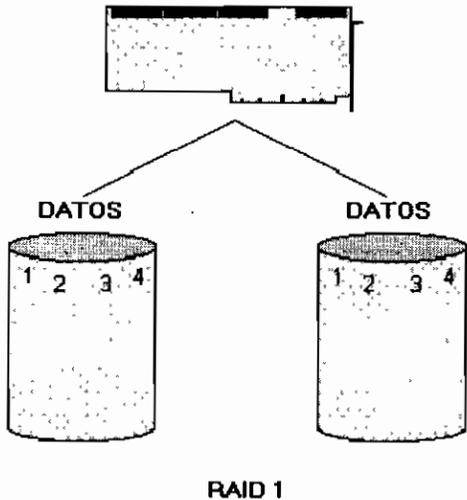


Figura 3.2 Arreglo de Discos RAID 1

Durante el proceso de reconstrucción del disco defectuoso, el sistema permanece activo pero se reduce el rendimiento dependiendo de la carga que haya en el sistema en ese momento. La reconstrucción toma de 20 a 40 minutos por gigabyte, este tiempo es dependiente del tipo de disco y controladora que se utiliza para la obtención del arreglo.

### 3.4 Definición de RAID 4

RAID 4: Este método de protección es conocido como Data Guarding; este proporciona protección de los datos a bajo-coste a través del chequeo de la paridad, con una técnica avanzada que permite que errores de datos puedan ser fácilmente detectados y reconstruidos. Un disco dedicado maneja la información de la paridad, el que se usa para restaurar los datos en caso de la falla de un solo disco del arreglo.

En la solución RAID 4, los datos almacenados se dividen en bloques, de los que se obtiene la paridad, y se almacena en otro disco dedicado. Si fallara un bloque y no fuera posible acceder a la información, se recrearía el bloque utilizando la información almacenada en la unidad de paridad. Como por ejemplo si se piensa en los datos como la ecuación matemática  $5+3=8$ , entonces una solución RAID almacenaría cada número u operador matemático en un bloque, si supiéramos que  $5+?=8$ , se podría reproducir el 3. Para configurar este tipo de arreglo es necesario tener como mínimo tres discos de la misma capacidad. De la totalidad de discos utilizados, solamente uno es dedicado para almacenar los datos correspondientes a la paridad.

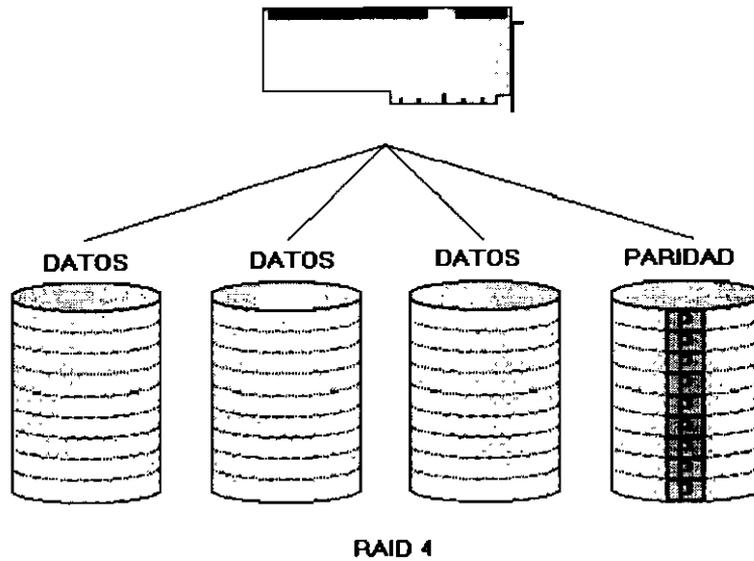


Figura 3.3 Arreglo de Discos RAID 4

### 3.5 Definición de RAID 5

RAID 5: A este método de protección también se lo conoce como Distributed data guarding; este esquema proporciona toda la tolerancia a falla que le caracteriza al RAID 4, pero entrega un rendimiento más alto porque se distribuye información de la paridad por todo los discos permitiendo el acceso paralelo al arreglo.

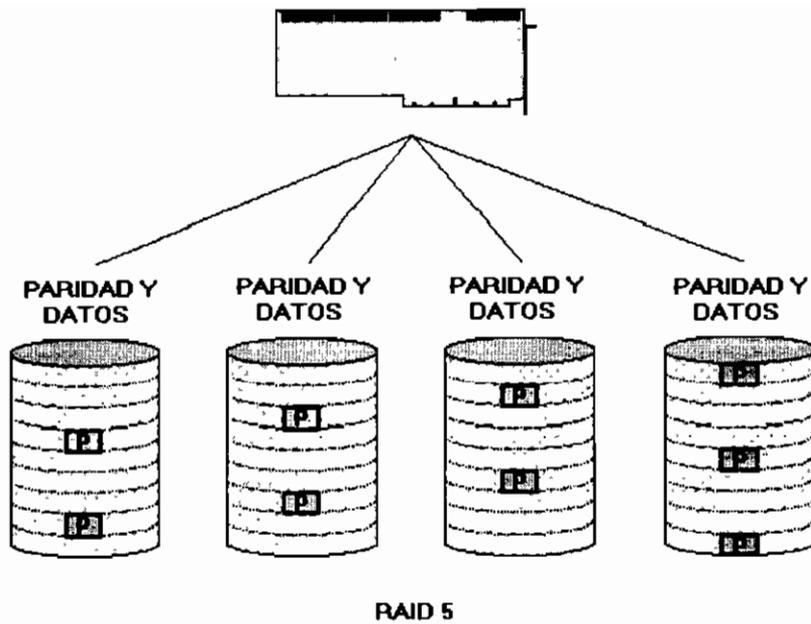


Figura 3.4 Arreglo de Discos RAID 5

Esta es la configuración de RAID más popular, proporciona la misma tolerancia y beneficios que el arreglo RAID 4 pero con ejecución más alta porque la información de la paridad se distribuye por todo los discos. La cantidad de espacio en disco usado para tolerancia (paridad) es equivalente a la capacidad de un solo disco duro. Al igual que la configuración RAID 4, para la configuración de este arreglo son necesarios tres discos como mínimo.

### 3.6 Definición de RAID 6

RAID 6: Es también conocido como separación y espejo de bloques, Fue desarrollado por la empresa Mylex, y cabe indicar que este arreglo no es un estándar de la industria, este arreglo combina la separación en bloques con el espejo de estos. Cada bloque de datos tiene un bloque en espejo en otra unidad de disco.

Tanto el RAID 6 como el RAID 1 utilizan la técnica del espejo o imagen de los datos, RAID 1 duplica todo un disco y siempre debe estar configurado en pares, RAID 6 puede instrumentarse en un número de discos par o no, porque se duplican bloques de datos individuales, no todo el disco. Tanto el RAID 6 como el RAID 1 usan 50% de la capacidad total instalada en el arreglo. RAID 5 y el RAID 6 utilizan la distribución de bloques para el arreglo. El rendimiento del RAID 5 es mejor en escritura que el del RAID 6 porque este tipo de escritura abarca a todos los discos de la banda. RAID 6 tiene mejor rendimiento en lectura y escritura aleatoria que el RAID 5. Las principales ventajas del RAID 6 consisten en poder utilizar un número no necesariamente par de discos.

## RAID 6

Distribución y espejo de bloques

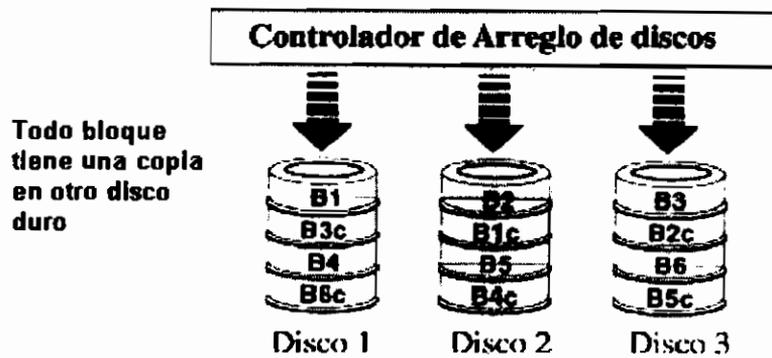
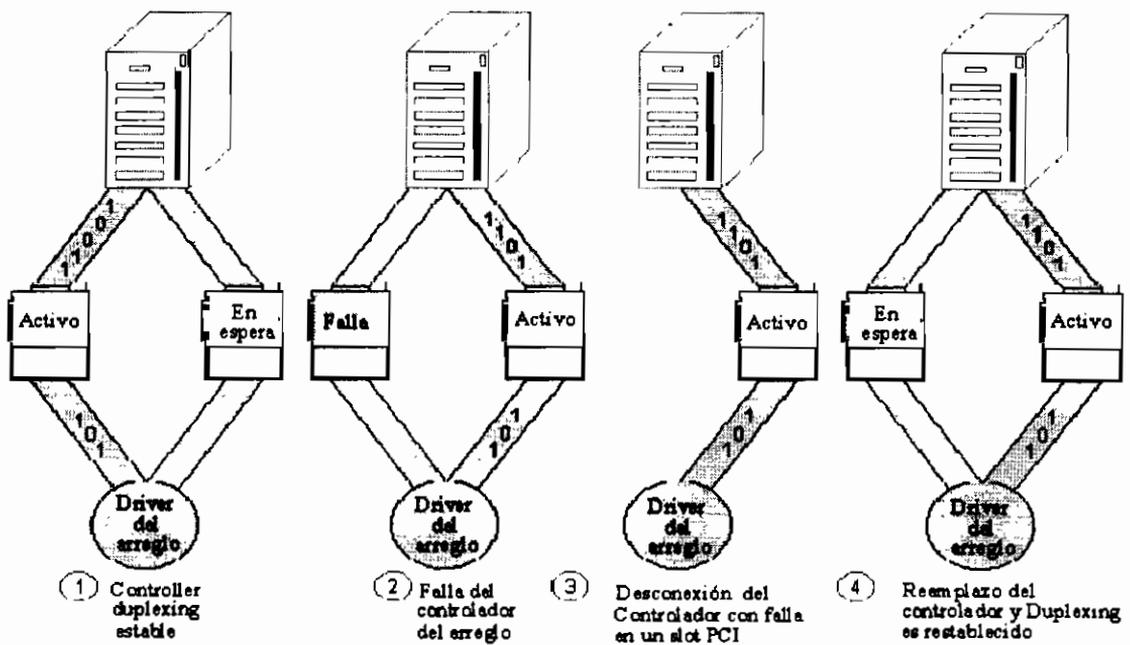


Figura 3.5 Arreglo de Discos RAID 6

### 3.7 Disk Duplexing.



Recuperación de un Controlador de discos con falla usando controlador duplexing y PCI hot plugable

Figura 3.6 Fases de una falla con controller duplexing

Disk Duplexing: Este tipo de tolerancia a falla es también conocido como Duplexing o Controller Duplexing, y se obtiene con doble controladora de discos y en cada una el mismo número de discos, este método puede ser utilizado siempre y cuando el sistema operativo lo permita. Es equivalente en capacidad de disco al RAID 1, este soporta a más de la falla de discos, la falla de un controlador, en la figura 3.6 se puede observar el proceso de cambio de uno de los controladores configurados en DUPLEXING.

Si la controladora de discos tiene puerto PCI hot plugable no es necesario el apagado del equipo, para que sea reemplazada por otra controladora igual, en caso contrario esto debe realizarse.

La duplicación de discos (disk duplexing o controller duplexing) ofrece el nivel más alto de tolerancia a fallas, pero también es la solución más costosa. Cada disco tiene un duplicado en la otra tarjeta controladora de discos. En disk duplexing, a diferencia de la configuración RAID 1 de discos, se duplican todos sus componentes, como las unidades de disco, los cables, y los adaptadores del bus de la computadora central. El espejo o RAID 1 es igual a almacenar dos copias de documentos importantes en dos cajones diferentes en el mismo archivero; mientras que la duplicación o disk duplexing es guardar los documentos en dos archiveros y en dos cuartos

diferentes. La ventaja de la duplicación es que se minimiza el tiempo improductivo por fallas, aún durante el proceso de reconstrucción o reparación. La desventaja es que requiere el doble de discos y controladoras, y por lo tanto, la implementación de este tipo de arreglo es más costosa. La duplicación de discos cuesta más que el arreglo para RAID 1, por la duplicación de los componentes que conforman el arreglo.

Es importante recordar que la duplicación de discos no protege la información si falla el segundo disco mientras que los datos se están reconstruyendo a raíz de la primera falla. Si fallan ambos discos, la única forma de recuperar la información es a través de un respaldo. Es posible que fallen ambos discos si el problema está en el ambiente, en la fuente de poder, o es un error producido por el usuario.



Figura 3.7 Tolerancia a falla con Disk Duplexing.

En el cuadro 3.1 se realiza un análisis comparativo entre los arreglos de discos, sus ventajas, desventajas y el tipo de ambiente en el que puede ser utilizado este arreglo.

Método de tolerancia a fallos	No tolerante a fallos RAID 0	Espejo RAID 1	Controller duplexing	Data Guardin RAID 4	Distributed Data Guardin RAID 5
Espacio de disco Usado	100%	50%	50%	$(n-1).100/n$	$(n-1).100/n$
Paridad y redundancia	No	Datos duplicados	Datos duplicados	Drive dedicado para paridad	Area dedicada para la paridad en cada disco
Mínimo número de drives en el arreglo	No	2	2	3	3
Ventajas	Alto desempeño en la máxima capacidad disponible	Redundancia de datos, múltiples lecturas y escrituras	Redundancia de datos y controlador, multiples lecturas y escrituras	Múltiples lecturas y escrituras simultaneas, integridad de datos por paridad	Múltiples lecturas y escrituras simultaneas, integridad de datos por paridad
Desventajas	Alto riesgo a la no redundancia de datos	Requiere doble capacidad de espacio en disco	Requiere doble capacidad de espacio en disco y dos controladores	Degradación en el desempeño con operaciones de escritura	Mínima Degradación en el desempeño con operaciones de escritura
Utilización típica	Datos críticos no	Alto funcionamiento en base de datos, datos críticos en tiempo real	Alto funcionamiento en base de datos, datos críticos en tiempo real	Datos críticos donde el espacio es más importante que el desempeño	Datos critico y base de datos

.n.= Número de discos del arreglo

Tabla 3.1 Comparación de las características de los métodos de tolerancia a fallas.

### **3.8 Disco en espera (On-line Spare).**

Los controladores de discos proporcionan la capacidad de designar una unidad de disco como un remplazo en línea, este es denominado disco en espera. Este disco se encuentra en marcha pero no activo, ningún requerimiento de I/O (entrada o salida de datos) se ejecuta hacia este, se mantiene en espera hasta cuando uno de los discos activos fallen, si esto sucediera durante el funcionamiento del sistema, entonces el controlador automática e inmediatamente empieza la reconstrucción de la información en el disco de reemplazo, el administrador no tiene que intervenir en la realización de este proceso. El disco con falla puede ser reemplazado en cualquier momento en que se disponga del repuesto. Una vez reemplazado el disco, se reconstruye la información y el disco que reemplazó al dañado vuelve nuevamente a estar como reemplazo en línea, como estuvo originalmente. La finalidad de este disco configurado en espera, es la de no perder la tolerancia a fallas cuando un disco del arreglo se encuentre con falla o en mal estado, hasta que este sea reemplazado.

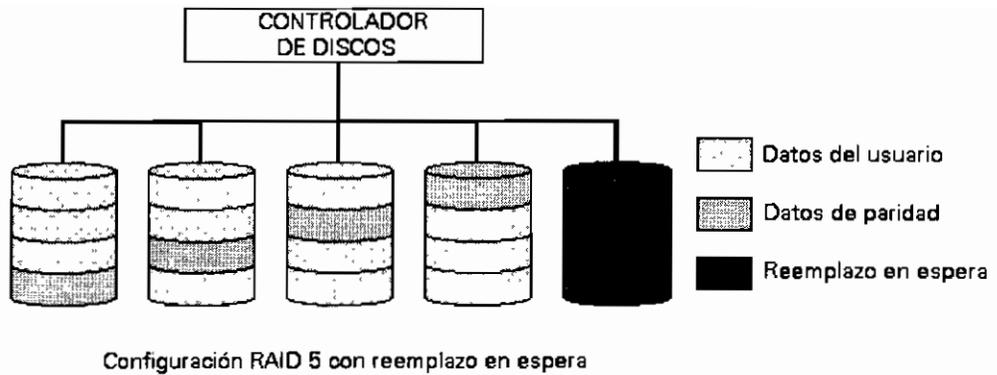


Figura 3.8 Configuración RAID 5 con un disco en espera.

Todos los arreglos pueden tener uno o varios discos en espera, en la figura 3.8 se observa un ejemplo con RAID 5 y un disco configurado en espera.

Existen fabricantes de controladoras y proveedores de soluciones de almacenamiento en las que su hardware soportan tipos de arreglos como RAID 10, RAID 40, RAID 50 que no son más que las combinaciones de los RAID 0, RAID 1, RAID4 y RAID5, con la característica de que permite la falla de más dispositivos a la vez.

Todas las configuraciones de RAID mencionadas tienen como base para el arreglo, discos completos; pero además existe la configuración de RAID S que es muy parecida a la configuración de RAID 4. Una de las diferencias es

el número de discos involucrados en el arreglo, y que la tarjeta controladora para el arreglo se encuentra fuera de la computadora central. El análisis de ésta configuración es ampliada en los siguientes numerales.

### **3.9 Configuración RAID S.**

Este tipo de configuración provee la protección de datos con paridad sobre niveles de dispositivos de discos usando volúmenes de paridad físicos. Es una de las características por ejemplo de los discos Symmetrix de EMC, también denominados Subsistema de almacenamiento extendido en línea EOS (Extended on Line Storage Subsystem). El software propio de RAID S en EOS es transparente para el sistema operativo y el software del host. Un grupo de RAID S consiste de 3 discos de datos y uno de paridad. Provee continua disponibilidad de datos para todos los datos del grupo en el caso de que un volumen lógico o físico falle o llegue a deshabilitarse. La opción de RAID S puede también ser usada con Hyper-Volumen extension (HVE) que no es más que: la habilidad para definir más de un volumen lógico en un simple disco físico haciendo uso de toda su capacidad formateada, siendo esto útil para establecer la paridad distribuida. En ésta configuración cada disco físico puede tener múltiples volúmenes lógicos asociados con este por lo que provee alto funcionamiento y protección de datos.

### **3.9.1 Protección de paridad a nivel de dispositivo con RAID S.**

RAID S implementa la protección de paridad a nivel del dispositivo usando el OR exclusivo (XOR) lógico utilizando un microprocesador presente en cada dispositivo de disco. Los cálculos para obtener el XOR son realizados por los directores de discos (son tarjetas que proveen una interface entre la cache y los dispositivos de discos), con lo que, los directores de canal (son tarjetas que proveen una interface para la conexión con el host y el control de acceso a cache) se encuentran libres para atender cualquier requerimiento de I/O del sistema, RAID S no disminuye el rendimiento del host ya que todo lo relacionado con la protección de discos se encuentra en EOS. En la figura 3.9 se observa gráficamente como se obtiene los datos de protección y la reconstrucción cuando un disco falla. Como se puede observar en la figura los datos del disco de paridad se obtienen del OR exclusivo (XOR) entre los discos DATOS1 y 2, en el caso de que el disco DATOS1 se encuentre sin acceso, la reconstrucción de los datos de este se obtiene realizando el XOR entre los datos del disco DATOS2 y el disco dedicado para paridad denominado datos de protección.

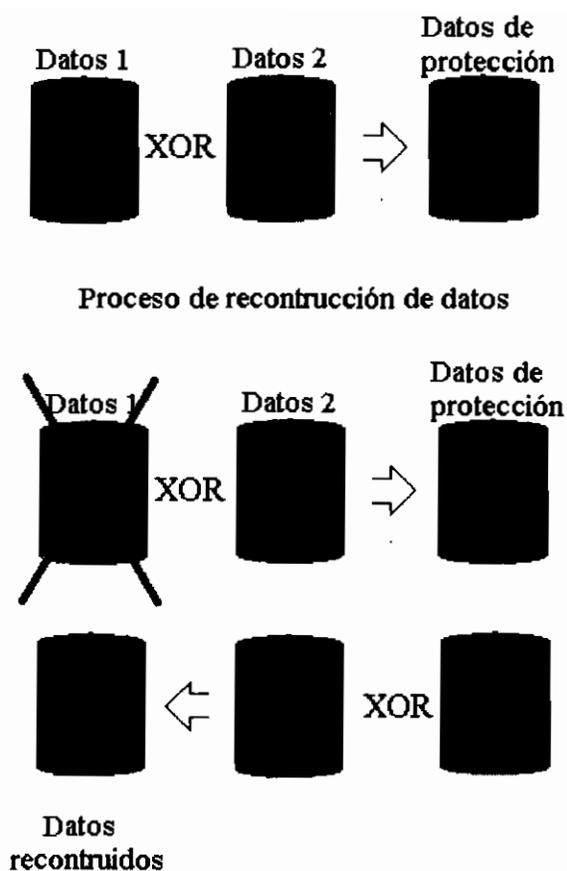


Figura 3.9 Obtención de los datos de paridad y reconstrucción de un volumen con XOR lógico.

### 3.9.2 Grupo RAID S

Un grupo RAID S consiste de dispositivos de discos físicos dentro de la unidad EOS, los que están relacionados entre ellos para la protección de paridad común. Cuando se define un grupo RAID S, se dedican ciertos

volúmenes a datos y ciertos a paridad, estos últimos son dedicados exclusivamente para almacenar información binaria (datos XOR) de los datos reales, para que en caso de falla de cualquier volumen perteneciente al grupo RAID S pueda ser reconstruido.

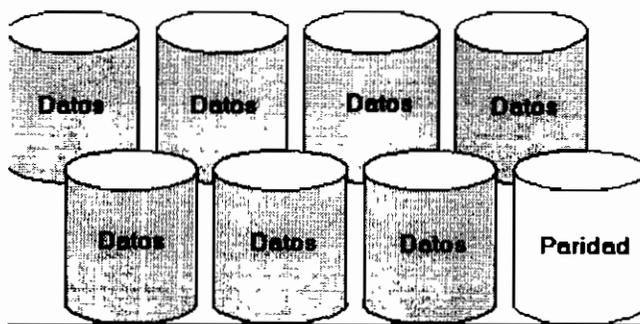


Figura3.10 Grupo RAID S con volumen de paridad.

Nótese que aunque en el EOS se pueden poner discos de diferente capacidad, todos los dispositivos de discos que formen parte de un grupo de RAID S deben ser discos de idéntica capacidad, esto también es valido para todos los volúmenes lógicos definidos dentro del grupo.

Para un funcionamiento y disponibilidad de datos óptimo, EOS permite que cada grupo RAID S tenga un máximo número de discos de 7:1 (7 volúmenes de datos y uno de paridad), ésta configuración resulta en 8 volúmenes por grupo. Con esto se aprovecha efectivamente 87.5% de la capacidad total de

almacenamiento de cada grupo.

Además un grupo RAID S, no puede expandirse a más de un único director de discos, como se indico anteriormente estos directores de discos son la interface entre la memoria cache y el dispositivo de disco, como un EOS contiene varios directores de discos, entonces múltiples grupos de RAID S pueden coexistir en este.

### **3.9.3 Recuperación de datos con RAID S.**

RAID S está habilitado para proveer disponibilidad de datos continua para todos los datos que estén dentro del grupo, a pesar de que un volumen lógico o físico llegue a fallar o su acceso se encuentre deshabilitado. A pesar de esto podría ser que un volumen de datos reporte demasiados errores o presente un daño permanente, por lo que este volumen se encuentra como fuera de línea para el EOS, y en este caso la protección de paridad para el resto de volúmenes de datos activos en el grupo de RAID S inmediatamente se apaga, y estos volúmenes podrían ahora servir todos los requerimientos de I/O como que no fuera un volumen RAID S de datos.

Debido a que se siguen recibiendo requerimientos de acceso a datos del volumen con falla, los datos son automáticamente calculados realizando el XOR lógico entre el volumen de paridad y el resto de volúmenes de datos activos. Cuando los requerimientos de datos son dirigidos al volumen de datos con falla, el dato es escrito al volumen de paridad directamente como dato normal. En efecto el volumen de paridad está ahora funcionando como un volumen de datos activo pero sin protección de datos, en lugar del volumen de datos con falla, y el resto de volúmenes de datos del grupo RAID S están funcionando en forma normal, es decir como volúmenes de datos sin protección o volumen de datos no RAID. Después que el dispositivo con falla ha sido cambiado, los datos son copiados del volumen de paridad al nuevo dispositivo, cuando la operación de copia termina, la reconstrucción de la paridad empieza para lograr recuperar el volumen de paridad. Una vez que este proceso es completado, la opción de protección de paridad para el volumen del grupo RAID S es establecida nuevamente.

También podría darse el caso de que el volumen de paridad falle, en ese caso los volúmenes de datos activos dentro del grupo RAID S dejan de formar parte de un grupo RAID, es decir no tiene protección a fallas, y funcionan como simples volúmenes sin protección. Cabe indicar que un volumen no

RAID es el que no forma parte de un arreglo de RAID por lo tanto no tiene ninguna tolerancia a fallas.

Con el uso del HVE (Hyper- volume extension) se puede realizar un grupo RAID S con paridad distribuida. El HVE posibilita definir más de un volumen lógico en un simple disco físico haciendo uso de toda su capacidad formateada. Estos volúmenes lógicos son de tamaño seleccionable por el usuario. El mínimo tamaño del volumen es de un cilindro y el máximo tamaño depende de la capacidad del disco y del modo de emulación seleccionada, y como máximo se pueden definir 8 volúmenes en un mismo disco. HVE no solamente permite múltiples volúmenes lógicos a ser localizados en un volumen físico, sino también estos volúmenes lógicos que son miembros de un grupo RAID S pueden ser distribuidos sobre múltiples discos físicos, como se puede observar en la figura 3.11 y 3.12.

La figura 3.11 y 3.12 presentan ejemplos de cómo puede ser la distribución de la paridad en volúmenes que forman parte de un grupo RAID S, en la figura 3.12 se presenta un ejemplo donde se dispone de cuatro discos, y una distribución de 8 volúmenes lógicos con HVE en cada uno de los discos y la distribución de la paridad en el grupo de RAID S.

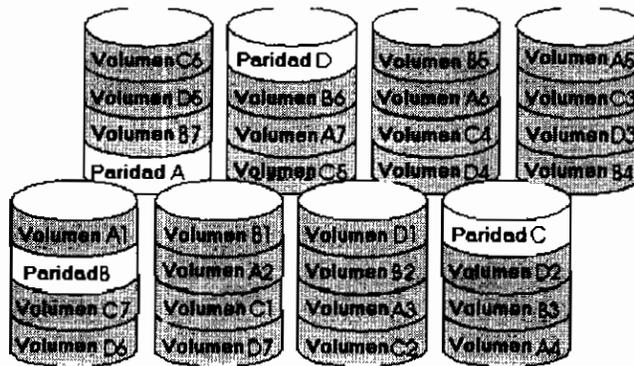


Figura 3.11 Ejemplo 1 de distribución de los volúmenes de paridad sobre volúmenes físicos de un grupo RAID S.

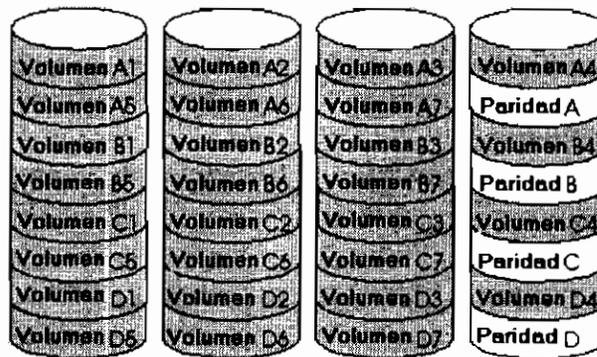


Figura 3.12 Ejemplo 2 de distribución de los volúmenes de paridad sobre volúmenes físicos de un grupo RAID S.

La configuración utilizada en la figura 3.12 es permitida pero no es aconsejable, ya que en el caso de perder todo el disco donde se encuentra la paridad, se perdería también la información de los volúmenes A4, B4, C4 y D4, es decir no se tiene protección de paridad para el último disco.

### **3.9.4 Recuperación de datos en un volumen RAID S con (Hyper-volume extension) HVE.**

La recuperación de datos en RAID S cuando usa HVE es lógicamente idéntica a la recuperación sin HVE. A manera de ejemplo, en la figura 3.11 supóngase que el volumen D2 empieza a exceder los rangos de errores tanto de lectura como de escritura y está al límite de la falla; el EOS con el mecanismo de protección decide poner fuera de línea al volumen D2, el cálculo de la paridad es interrumpida dentro de todo el grupo de RAID S, y todos los siguientes requerimientos de lectura o escritura hacia el volumen D2 son atendidos por el volumen de paridad D. Los datos en el volumen A4 podrían ser escritos sobre el volumen de paridad A y los datos en el B3 podrían ser escritos sobre el volumen de paridad B. Nada necesita ser hecho con el volumen de paridad C, que es ignorado. Después que el disco físico donde los volúmenes A4, B3, y D2 residen es reemplazado, los datos en estos volúmenes podrían ser calculados nuevamente, y entonces los volúmenes de paridad ser reconstruidos. Desde ese instante la protección de paridad es nuevamente disponible para todo el grupo RAID S. Todo lo anteriormente mencionado se realiza sin la intervención del usuario.

### **3.9.5 Reemplazo dinámico (Dynamic Sparing).**

En RAID S y cualquier otra configuración de RAID con o sin protección de existe la posibilidad de tener uno o más discos configurados en espera (proceso conocido también como On-Line Spare), es decir, en RAID S se puede configurar volúmenes físicos como de reemplazo dinámico para que cuando se presente un daño en un volumen lógico que se encuentre en línea, el volumen configurado como reemplazo dinámico entre en funcionamiento inmediatamente, logrando con esto tener siempre disponible la protección de los datos. Debido a que este proceso se realiza sin la intervención de ninguna persona especializada y es inmediato, es conocido como reemplazo dinámico (Dynamic Sparing); estos volúmenes configurados en espera no son direccionables por el usuario es decir no se encuentran disponibles para almacenamiento de datos.

Cuando el reemplazo dinámico está habilitado, EOS toma la decisión de habilitar el reemplazo dinámico basado en errores estadísticos, dados estos por: los directores, la información de la prueba automática del microprocesador del disco, y por el chequeo del sistema. Si el algoritmo de reemplazo dinámico del EOS determina que el número de errores ocurridos en

un volumen es excesivo y es posible una falla, este busca un volumen de reemplazo disponible en la cola de volúmenes configurados como de reemplazo, y empieza el proceso de copia dinámica de todos los datos desde el dispositivo que presenta un nivel de errores alto hacia el primer volumen de reemplazo disponible. EOS continua atendiendo los procesos con requerimientos de alta prioridad de I/O del host, mientras se da la operación de copia, minimizando con esto los efectos en el funcionamiento de todo el equipo. Cuando la operación de copia es completada, EOS notifica a la consola del host o del servidor.

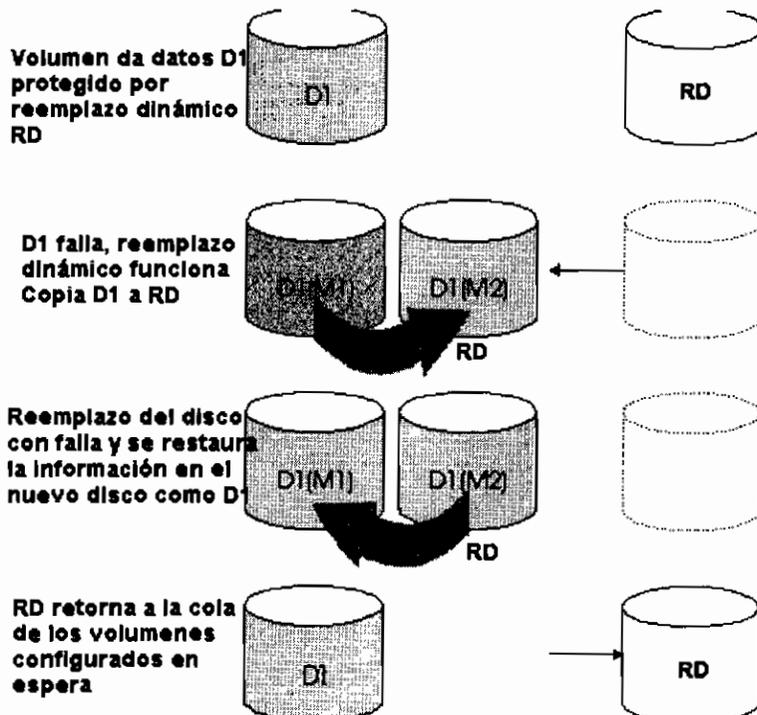


Figura 3.13 Proceso que se realiza cuando un volumen falla en un sistema configurado como reemplazo dinámico (Dynamic Sparring).

El disco original y el de reemplazo trabajan como dos discos configurados en espejo, hasta que el disco con defecto falle completamente o sea reemplazado.

### **3.9.6 Reemplazo dinámico con RAID S.**

En un sistema RAID S con 7 discos de datos y uno de paridad, todos los volúmenes que se encuentran en RAID S podrían ser reemplazados si existen configurados siete discos como reemplazo dinámico. Cuando un dispositivo está fallando en un grupo RAID S, EOS primero trata de copiar los datos desde el dispositivo que presenta la falla al primer disco de los configurados como reemplazo dinámico. Si EOS no pudiera copiar los datos desde el disco con falla, entonces usa el algoritmo de paridad para la reconstrucción de los datos y para copiarlos hacia el primer disco de reemplazo dinámico. El disco con falla puede también tener datos de la paridad, por lo tanto, el volumen con paridad también es copiado como espejo al volumen de reemplazo dinámico. EOS mantiene a este disco de reemplazo como un espejo del disco original hasta que este falle completamente o sea reemplazado. Si el volumen de datos con falla llega al estado de no listo antes de que este sea reemplazado, EOS apaga la protección de paridad, calcula los datos para el dispositivo con falla, obteniéndolos de los datos de los dispositivos restantes y del volumen de

paridad y colocando los datos en los volúmenes de paridad para el grupo RAID S. El disco de reemplazo dinámico de paridad funciona como el espejo para los volúmenes de datos. La protección de RAID S es no disponible hasta que el dispositivo con falla sea reemplazado. EOS puede llamar a tantos reemplazos dinámicos como estén disponibles para el grupo RAID S.

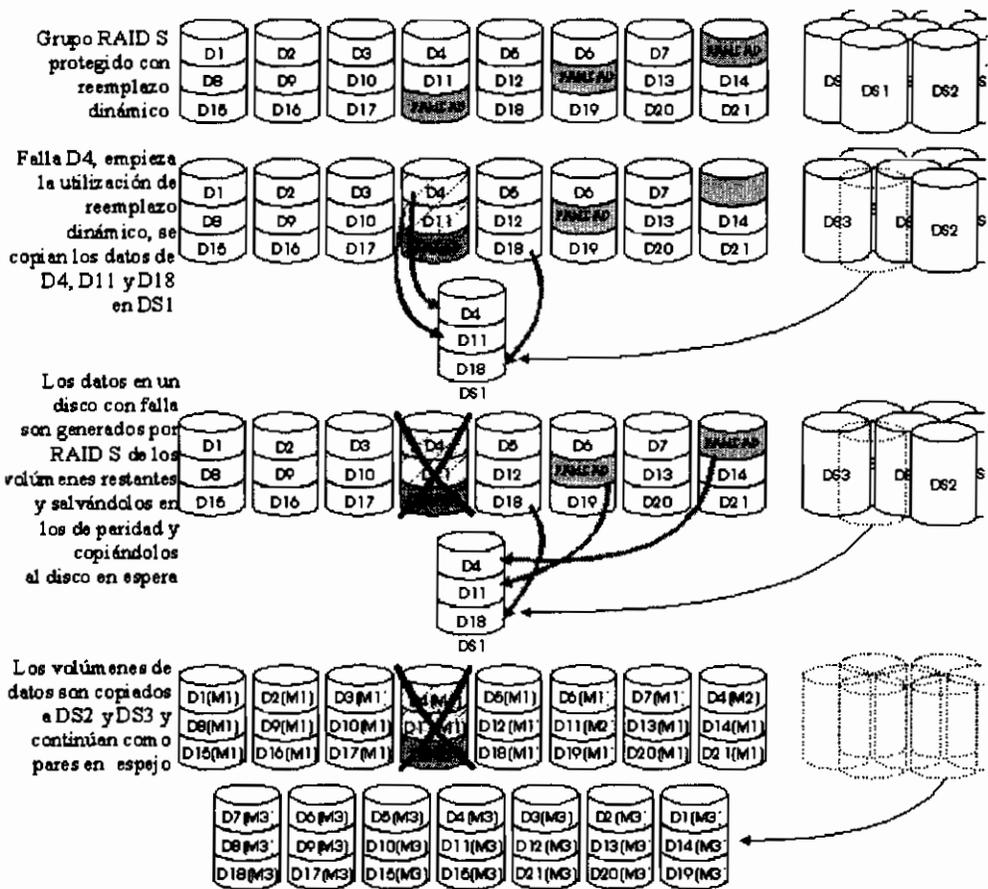


Figura 3.14 Proceso del reemplazo dinámico con RAID S.

En la figura 3.14 se observa el proceso de reemplazo dinámico cuando se tiene un grupo RAID S con 7 discos configurados en espera, en el ejemplo supóngase que el volumen D4 presenta falla, EOS determina ocupar el primer disco configurado como reemplazo dinámico para copiar la información del volumen D4, D11 y D18, por ésta razón la protección de RAID S ya no está disponible, como se tienen siete discos, se copian todos los volúmenes D1 hasta D21 hacia los siete discos configurados como reemplazo dinámico, obteniéndose así copia de todos los volúmenes del arreglo. Una vez que el disco que presentó la falla es reemplazado, se reconstruye la información hacia este de los volúmenes D4 y D11, y de la paridad, cuando este proceso termina, la protección RAID S es reactivada, los discos que tienen la copia de los datos de todos los volúmenes vuelven a su estado original de espera.

## **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CON GRAN CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y TOLERANCIA A FALLAS.**

### **4.1 Introducción.**

En este capítulo se enfrenta el problema total de un sistema tolerante a fallas, se analiza los sistemas con tolerancia remota, las características de los dispositivos de almacenamiento utilizados, y realiza la configuración de dos ejemplos uno con tolerancia remota SRDF (Symmetrix Remote Data Facility) y otro con RAID S.

La solución de la forma de almacenamiento es vital para la estructura de un centro de cómputo. Hoy en día se analizan cuatro tendencias importantes que influyen el almacenamiento de datos en la red, estas son:

- **Complejidad de la Aplicación.** Las aplicaciones de Red se vuelven día a día más complejas, cada vez se ejecutan archivos más grandes y hay la necesidad de mantener más información en línea para el acceso inmediato del usuario.

- **Migración de datos de misión crítica.** Los datos de misión crítica son denominados así por la importancia que tiene estos para la empresa o corporación. Más datos de misión crítica se mueven cada vez a los servidores, o sistemas más grandes como midrange, mainframe o a la inversa desde éstos hacia las estaciones.
- **Consolidación del servidor.** Esto se refiere a que en la actualidad múltiples servidores y aplicaciones se están fusionando para obtener un menor número de éstos, logrando con esto ganar más control sobre ellos y centralizar el manejo de la información de la red de computadoras.
- **Incremento de la eficacia.** Las empresas y corporaciones han incrementado el uso de aplicaciones y datos, automatizando sus procesos; logrando con esto reducir el tiempo de ejecución de sus procesos e incrementar la confiabilidad de los clientes hacia la empresa.

Estas tendencias, generan cuatro requisitos significativos para almacenamiento de los datos:

- Crecimiento de la capacidad. Las soluciones de almacenamiento deben proporcionar no sólo la adecuada capacidad para las aplicaciones de hoy, sino también la flexibilidad de crecer en el futuro.
- Disponibilidad de los datos. Porque la mayoría de empresas o corporaciones dependen de los datos de misión crítica, y éstos deben ser accesibles en el momento requerido, para mantener la productividad del usuario.
- Nivel de ejecución alta. Los subsistemas del almacenamiento de los datos deben no sólo entregar el suficiente funcionamiento en el sentido de acomodar un número creciente de usuarios, sino también mantienen un tiempo de respuesta corto. En muchos ambientes el subsistema de almacenamiento es el determinante más crítico en la ejecución global del sistema.
- Manejo. Las soluciones de Almacenamiento deben reducir el costo total de propiedad, es decir el costo total invertido en el equipo para su funcionamiento, esto se logra con las utilidades de monitoreo o administración de los dispositivos que conforman el centro de cómputo.

Por todo lo anteriormente mencionado, es necesario que una empresa o corporación tenga un sistema confiable, fácil de ser administrado, con facilidad de incrementar su capacidad de almacenamiento y totalmente tolerante a fallas; por lo que, se darán a conocer las diferentes configuraciones para un sistema mainframe con discos EMC Symmetrix que cumpla estas necesidades, cabe indicar que las configuraciones a ser analizadas son similares a las que se tienen con sistemas como AS/400 o PC servers.

Todos los sistemas que poseen la característica de tolerancia a fallas, se los configura de manera que cuando todo o una parte de un equipo falle, inmediatamente entre en funcionamiento el otro, a esto se conoce como Recuperación a Desastres D/R (Disaster Recovery). Estas configuraciones se los analizan en los siguientes numerales.

#### **4.2 Recuperación a desastres D/R (Disaster Recovery) empleando host y Symmetrix.**

Los sistemas que poseen la característica de recuperación a desastres estos son necesariamente equipos que deben ser instalados en sitios o localidades separadas ya que un desastre sea natural o no, puede cubrir áreas lo suficientemente grandes como para alcanzar las dos localidades, y el

propósito de esta configuración es que los equipos puedan seguir funcionando, a pesar de un evento inesperado y sin la intervención de personal especializado.

#### **4.2.1 Configuraciones para obtener Recuperación a Desastres D/R.**

La tabla 4.1 describe las diferentes configuraciones de la solución para recuperación a desastres (D/R). Para realizar estas configuraciones se utilizará la característica disponible tanto en hardware como en software de los discos Symmetrix de EMC de los modelos 3xxx o 5xxx; esta característica se denomina SRDF (Symmetrix Remote Data Facility), y es una utilidad de los discos de EMC para el manejo de datos en sitios remotos. Para obtener las configuraciones SRDF es necesario realizar cambios en el IOCP (Input Output Configuration Program) y el HCD (Hardware Configuration Definition) en el host, estos cambios se dan a conocer en el análisis de cada una de las configuraciones.

<b>Configuración SRDF</b>	<b>Dirección de Transmisión Sincrónica</b>	<b>Número de Host</b>	<b>Multi-Symmetrix</b>
<b>Básica</b>	<b>Uni-direccional</b>	<b>1</b>	<b>n</b>
<b>Multi</b>	<b>Uni-direccional</b>	<b>2</b>	<b>s</b>
<b>Bi-Di</b>	<b>Bi-direccional</b>	<b>2</b>	<b>s</b>

Tabla 4.1 Configuraciones del SRDF, (Symmetrix Remote Data Facility)

#### **4.2.2 Configuración SRDF básica.**

La configuración básica SRDF del ejemplo consiste de con dos unidades Symmetrix conectados un a un host; cada uno de los Symmetrix se encuentran en diferentes localidades como se ilustra en la figura 4.1, con esta configuración se tiene dos niveles de protección, que son:

- Nivel de Subsistema de discos
- Nivel de volumen o volúmenes

Estos niveles para la protección de datos del cliente, se pueden alcanzar, instalando una configuración similar a la del ejemplo.

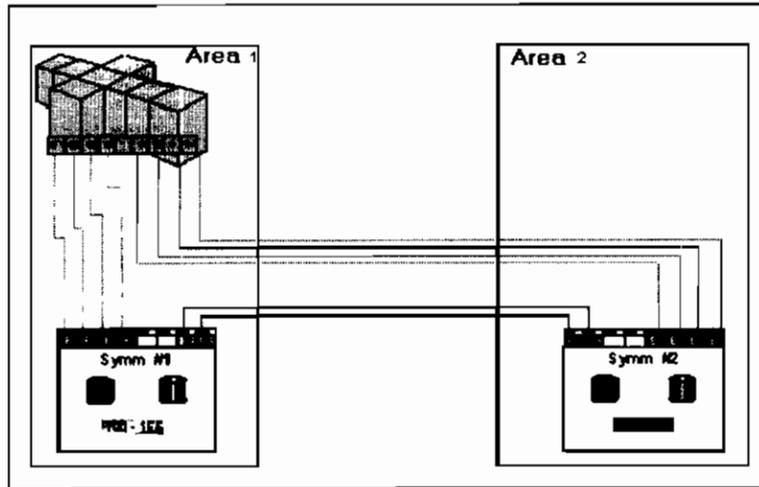


Figura 4.1 Diagrama de configuración básica SRDF.

- **Hardware necesario.**

Como se observa en la figura 4.1, para realizar esta configuración es necesario disponer de dos unidades de almacenamiento Symmetrix y un CPU mainframe. La dirección de la transmisión de datos hacia el SRDF espejo remoto localizado en el área 2, es desde el Symetrix #1 hacia el Symetrix #2 en forma sincrónica unidireccional.

La tabla 4.2 describe el estado de los recursos de hardware en modo de operación normal para este tipo de configuración.

Dirección de canal	Estado	Sym.	Rango de direcciones	Estado del dispositivo	Tipo de volumen del SRDF
01..04	EN LÍNEA	#1	100-1FF	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
91..94	FUERA DE LÍNEA	#2	900-9FF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)

Tabla 4.2 SRDF básico, estado del hardware en modo de operación normal

Un ejemplo de direccionamiento de volumen lógico es el siguiente:

Un volumen lógico tiene diferentes direcciones para R1 (Area1) y R2 (Area2) en el host, el volumen lógico x23 es:

123 es para R1 (Area1)

923 es para R2 (Area2) en caso de que el host ingrese a los datos de R2 (Area2) en lugar de R1 (Area1).

**- Software necesario**

El software mínimo requerido para esta configuración es:

- Sistema operativo MVS/ESA o OS/390
- Utilidad Symmetrix SRDF Host Component V.3

Además, debe realizarse los siguientes cambios en los archivos de configuración del sistema de almacenamiento Symmetrix, y del sistema operativo como el IOCP.

Las opciones de configuración para Symmetrix SRDF (Microcodigo 5062 o superior) son las siguientes:

Enable links domino?	N
Prevent automatic links recovery after all links failure?	Y
Force RAs Links off-line after power-up?	Y

Cambios a realizarse en el IOCP (Input Output Configuration Program) archivo de configuración del host.

```
CNTLUNIT CUNUMBR=(C001),PATH=(01),... Master (#1)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C002),PATH=(02),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C003),PATH=(03),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C004),PATH=(04),...
*
DEVICE CUNUMBR=(C001,C002,C003,C004),ADDRESS=(100,256),...
*
CNTLUNIT CUNUMBR=(C091),PATH=(91),... Slave (#2)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C092),PATH=(92),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C093),PATH=(93),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C094),PATH=(94),...
*
IODEVICE CUNUMBR=(C091,C092,C093,C094),ADDRESS=(900,256),...
```

Con el ejemplo de configuración que se muestra en figura 4.1, se procede ahora a analizar el comportamiento cuando falla un subsistema de almacenamiento, un volumen, o un grupo de volúmenes.

#### 4.2.2.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de subsistema de discos en una configuración básica.

En el siguiente escenario de D/R, se asume la no disponibilidad de la unidad Symmetrix #1 mientras que el host aún se encuentra disponible. Por lo tanto los volúmenes R2 (AREA2) en el Symmetrix #2 serán utilizados para producción, es decir estos estarán disponibles para los usuarios al igual que los volúmenes R1(AREA 1) antes de presentarse la falla. Este escenario se muestra en la figura 4.2 y en la tabla 4.3.

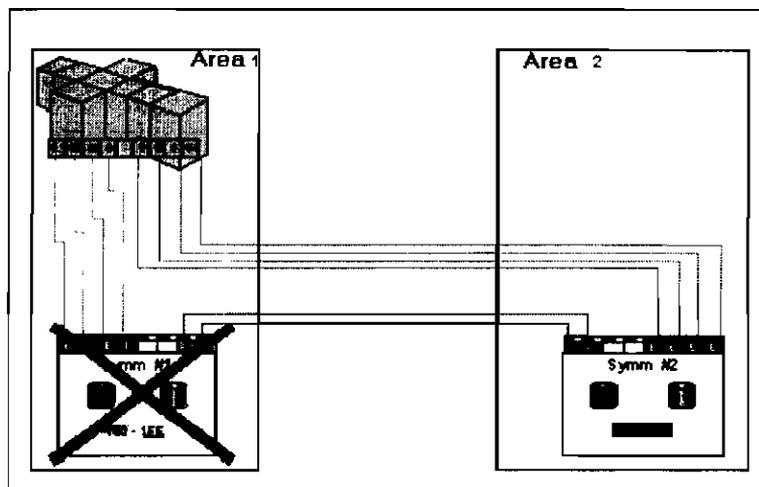


Figura 4.2 D/R a nivel de subsistema de discos en una configuración básica.

<b>Elemento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Usado para la prueba de D/R</b>	<b>Notas</b>
Host A	Sí	Sí	
Canal ID 01..04	Sí	No	
Canal ID 91..94	Sí	Sí	
Enlaces SRDF	Sí	No	
Symmetrix #1	No	No	Symmetrix #1 es usado para la resincronización de datos después del test solamente.
Symmetrix #2	Sí	Sí	

ID: Dirección

Tabla 4.3 Disponibilidad y uso de los elemento de hardware a Nivel del Subsistema de Discos en una configuración básica.

#### **4.2.2.2 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de volumen en una configuración básica.**

En el siguiente escenario de D/R, se asume la no disponibilidad del volumen 123, mientras que el host aún se encuentra disponible. Por lo tanto el volumen correspondiente es decir 923 de la localidad R2 (AREA2) en el Symmetrix #2, será usado para producción desde el host. Este escenario se muestra en la figura 4.3 y se describe en la tabla 4.4.

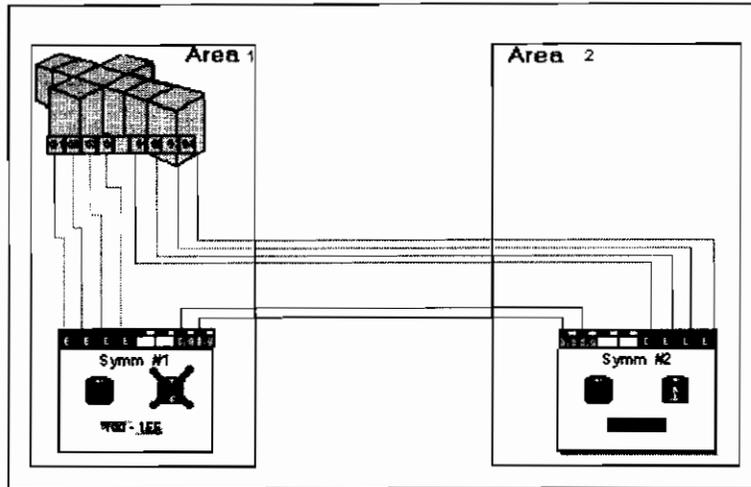


Figura 4.3 D/R a Nivel de volumen en una configuración básica

Elemento	Disponibilidad	Usado para la prueba en D/R	Notas
Host A	Sí	Sí	
Canal ID 01..04	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal y en D/R solamente a nivel de volumen.
Canal ID 91..94	Sí	Sí	
Enlaces SRDF	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal, como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #1	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal, como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #2	Sí	Sí	
Volumen 123 (R1 (AREA1))	No	No	El elemento es usado para la resincronización de datos después de la prueba solamente.
Volumen 923 (R2 (AREA2))	Sí	Sí	

ID: Dirección

Tabla 4.4 Disponibilidad y uso de los elementos de Hardware en D/R a nivel de volumen en una configuración básica

La configuración para cuando se pierde un grupo de volúmenes es similar a la del caso de un volumen.

### **4.2.3 Configuración SRDF Multi-Symmetrix**

Al igual que la configuración básica, esta configuración permite al usuario la posibilidad de recuperación a un desastre o de aplicar mantenimiento a un elemento específico, mientras aún se tiene acceso a los datos, con esta configuración se tiene los siguientes niveles de protección.

- Nivel de Volumen o grupo de volúmenes
- Nivel de Subsistema
- Nivel de Localización / Sitio.

La capacidad de recuperación dinámica protege los datos de los usuarios, esta protección es a diferentes niveles como se indicó y pueden ser instalados con una configuración similar a la del ejemplo que se presenta en la figura 4.4.

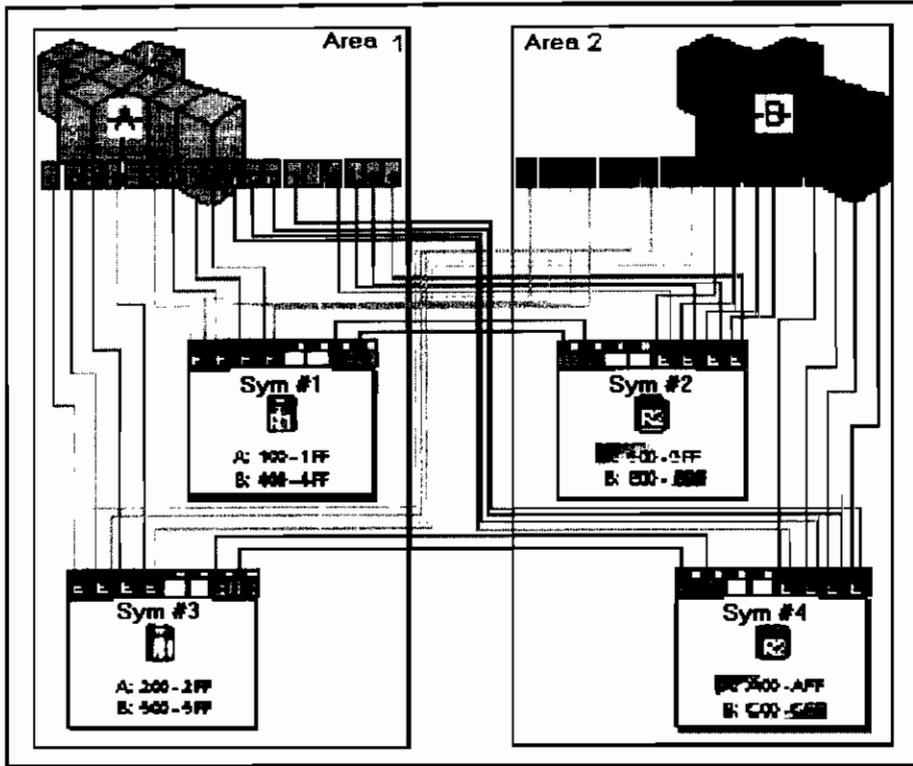


Figura 4.4 Diagrama de configuración Multi-Symmetrix.

Esta configuración consiste de dos host A y B, con cuatro Symmetrix conectados a ellos.

- **Hardware necesario.**

La dirección de la transmisión de datos del SRDF espejo remoto es unidireccional desde el Symmetrix #1 hacia el Symmetrix #2, y desde el Symmetrix #3 hacia el Symmetrix #4.

La tabla 4.5 describe el estado de los recursos de hardware en modo de operación normal.

Host	Direcciones de canal	Estado	Sym.	Rango de Direcciones	Estado del dispositivo	SRDF Volume Type
A	01..04	EN LÍNEA	#1	100-1FF	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
	61..64	FUERA DE LÍNEA	#2	900-9FF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)
	11..14	EN LÍNEA	#3	200-2FF	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
	71..74	FUERA DE LÍNEA	#4	A00-AFF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)
B	21..24	EN LÍNEA	#1	400-4FF	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
	81..84	FUERA DE LÍNEA	#2	B00-BFF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)
	31..34	EN LÍNEA	#3	500-5FF	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
	91..94	FUERA DE LÍNEA	#4	C00-CFF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)

Tabla 4.5 Estado del hardware de una configuración Multi-Symmetrix SRDF en operación normal

Cada una de las direcciones de canal para cada host, tienen un cierto número de volúmenes dedicados, siendo iguales en cantidad y capacidad, un ejemplo de direccionamiento a volúmenes lógicos es el siguiente:

- El volumen lógico x66 en el par SRDF Symmetrix #1 y #2 es:

166 desde el host A para R1 (AREA1)

966 desde el host A en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

466 desde el host B para R1 (AREA1)

B66 desde el host B en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

- El volumen lógico x88 en el par SRDF Symmetrix #3 and #4 es:

288 desde el host A para R1 (AREA1)

A88 desde el host A en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

588 desde el host B para R1 (AREA1)

C88 desde el host B en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

#### - Software

- Sistema operativo MVS/ESA or OS/390
- Utilidad Symmetrix SRDF Host Component V.3

Las opciones de configuración para Symmetrix SRDF (Microcode 5062 y superior) son las siguientes.

```
Enable links domino?                N
Prevent automatic links recovery after all links failure?  Y
Force RAs Links off-line after power-up?  Y
```

## Cambios a realizarse en el IOCP de los host A y B

```
*
*
* CPU -A-
* Master (#1)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA01),PATH=(01),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA02),PATH=(02),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA03),PATH=(03),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA04),PATH=(04),...
IODEVICE CUNUMBR=(CA01,...,CA04),ADDRESS=(100,256),...
*
* Master (#3)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA11),PATH=(11),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA12),PATH=(12),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA13),PATH=(13),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA14),PATH=(14),...
IODEVICE CUNUMBR=(CA11,...,CA14),ADDRESS=(200,256),...
*
* Slave (#2)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA61),PATH=(61),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA62),PATH=(62),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA63),PATH=(63),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA64),PATH=(64),...
IODEVICE CUNUMBR=(CA61,...,CA64),ADDRESS=(900,256),...
*
* Slave (#4)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA71),PATH=(71),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA72),PATH=(72),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA73),PATH=(73),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CA74),PATH=(74),...
*IODEVICE CUNUMBR=(CA71,...,CA74),ADDRESS=(A00,256),...
*
-----
*
* CPU -B-
* Master (#1)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB21),PATH=(21),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB22),PATH=(22),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB23),PATH=(23),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB24),PATH=(24),...
IODEVICE CUNUMBR=(CB21,...,CB24),ADDRESS=(400,256),...
*
* Master (#3)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB31),PATH=(31),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB32),PATH=(32),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB33),PATH=(33),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB34),PATH=(34),...
IODEVICE CUNUMBR=(CB31,...,CB34),ADDRESS=(500,256),...
*
* Slave (#2)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB81),PATH=(81),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB82),PATH=(82),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB83),PATH=(83),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB84),PATH=(84),...
IODEVICE CUNUMBR=(CB81,...,CB84),ADDRESS=(B00,256),...
*
* Slave (#4)
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB91),PATH=(91),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB92),PATH=(92),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB93),PATH=(93),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(CB94),PATH=(94),...
IODEVICE CUNUMBR=(CB91,...,CB94),ADDRESS=(C00,256),...
*
```

Con el ejemplo de la configuración que se muestra en la figura 4.4, se procede a analizar el comportamiento cuando se presenta un nivel de falla de los nombrados anteriormente.

#### 4.2.3.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de localidad/sitio en la configuración Multi-Symmertix.

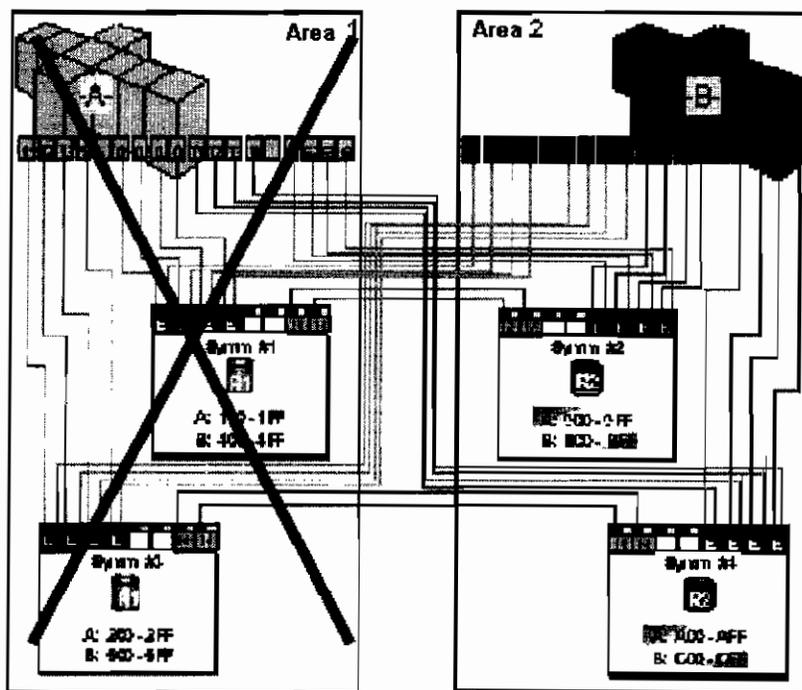


Figura 4.5 D/R a nivel de Localización / Sitio en una configuración Multi-Symmertix

El siguiente escenario es la no disponibilidad de la localidad completa área 1 mientras el host B aún se encuentra disponible, Por lo tanto, los Symmetrix #2 y #4 de la localidad R2 (AREA2), pueden ser usados en línea desde el host

B. Después que los cambios realizados en las unidades Symmetrix ubicados en el área 2 son almacenados, y una vez que la comunicación es restablecida, los datos de las unidades de almacenamiento que se encuentran en el área 2 son copiados hacia los correspondientes que se encuentran en el área 1. Este escenario se muestra en la figura 4.5 y tabla 4.6.

Elemento	Disponibilidad	Usado para la prueba de D/R	Nota
Host A	No	No	
Host B	Sí	Sí	
Canal ID 01..04	No	No	
Canal ID 11..14	No	No	
Canal ID 61..64	No	No	
Canal ID 71..74	No	No	
Canal ID 21..24	Sí	No	
Canal ID 31..34	Sí	No	
Canal ID 81..84	Sí	Sí	
Canal ID 91..94	Sí	Sí	
Enlaces SRDF #1--#2	No	No	
Enlaces SRDF #3--#4	No	No	
Symmetrix #1	No	No	Symmetrix #1y #3 conteniendo R1 (AREA1) son usados para resincronización de datos después del test solamente.
Symmetrix #2	Sí	Sí	
Symmetrix #3	No	No	Symmetrix #1y #3 conteniendo R1 (AREA1) son usados para resincronización de datos después del test solamente.
Symmetrix #4	Sí	Sí	
Volúmenes del Sym. #1	No	No	Symmetrix #1y #3 conteniendo R1 (AREA1) son usados para resincronización de datos después del test solamente.
Volúmenes del Sym. #3	No	No	Symmetrix #1y #3 conteniendo R1 (AREA1) son usados para resincronización de datos después del test solamente.
Volúmenes del Sym. #2	Sí	Sí	
Volúmenes del Sym. #4	Sí	Sí	

Tabla 4.6 Disponibilidad y uso de los elementos de hardware a nivel de

Localización / Sitio en una configuración Multi-Symmetrix

### 4.2.3.2 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de subsistema de discos en una configuración Multi-Symmetrix.

Ahora, el siguiente escenario asume la no disponibilidad del Symmetrix #1, mientras los dos host están aún disponibles. Por lo tanto el Symmetrix #2 en R2 (AREA2) sería usado en línea desde los dos hosts. Después, los cambios realizados en los volúmenes R2 (AREA2) deben ser descargados hacia los correspondientes en R1 (AREA1). Este escenario se muestra en la figura 4.6 y en la tabla 4.7.

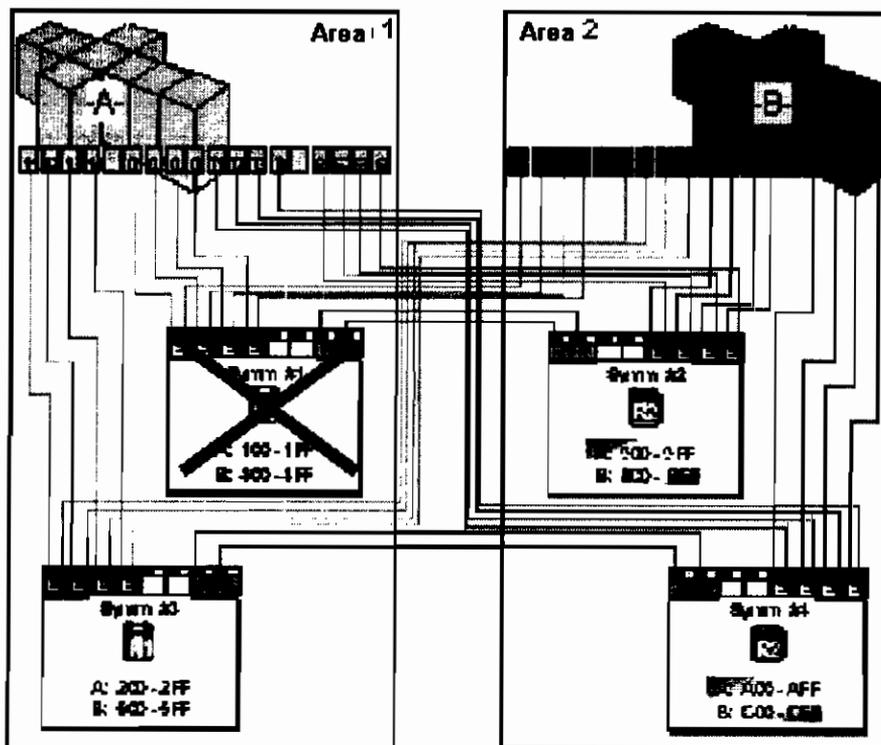


Figura 4.6 D/R a nivel de Subsistema de discos en una configuración

Multi-Symmetrix

<b>Elemento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Usado para la prueba de D/R</b>	<b>Notas</b>
Host A	Sí	Sí	
Host B	Sí	Sí	
Canal ID 01..04	Sí	No	
Canal ID 11..14	Sí	Sí	
Canal ID 61..64	Sí	No	
Canal ID 71..74	Sí	No	
Canal ID 21..24	Sí	Sí	
Canal ID 31..34	Sí	Sí	No cambia del estado de producción
Canal ID 81..84	Sí	Sí	No cambia del estado de producción
Canal ID 91..94	Sí	Sí	No cambia del estado de producción
Enlaces SRDF #1--#2	Sí	No	
Enlaces SRDF #3--#4	Sí	Sí	No cambia del estado de producción
Symmetrix #1	No	No	Symmetrix #1 y los elementos de R1 (AREA1) y R2 (AREA2) son usados para la resincronización de datos después del test solamente.
Symmetrix #2	Sí	Sí	
Symmetrix #3	Sí	No	No cambia del estado de producción
Symmetrix #4	No	No	No cambia del estado de producción
Volúmenes del Sym. #1	No	No	Symmetrix #1 y los elementos de R1 (AREA1) y R2 (AREA2) son usados para la resincronización de datos después del test solamente.
Volúmenes del Sym. #3	Sí	No	No cambia del estado de producción
Volúmenes del Sym. #2	Sí	Sí	
Volúmenes del Sym. #4	Sí	No	No cambia del estado de producción

Tabla 4.7. Disponibilidad y uso de los elementos de hardware en D/R a nivel

Subsistema de discos en una configuración Multi-Symmetrix

### 4.2.3.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de volumen en una configuración Multi-Symmetrix.

El siguiente escenario ahora asume la no disponibilidad del volumen 288 dentro del Symmetrix #3, mientras los hosts se encuentran aún disponibles. Por lo tanto el Symmetrix #4 en la localidad AREA2 podría ser usado en línea por host B y el Symmetrix #3 en la localidad AREA1 en línea por el host A. El volumen A88 ubicado en el Symmetrix #4 puede ser usado por el host A en lugar del volumen 288 que se encuentra en el Symmetrix #3.

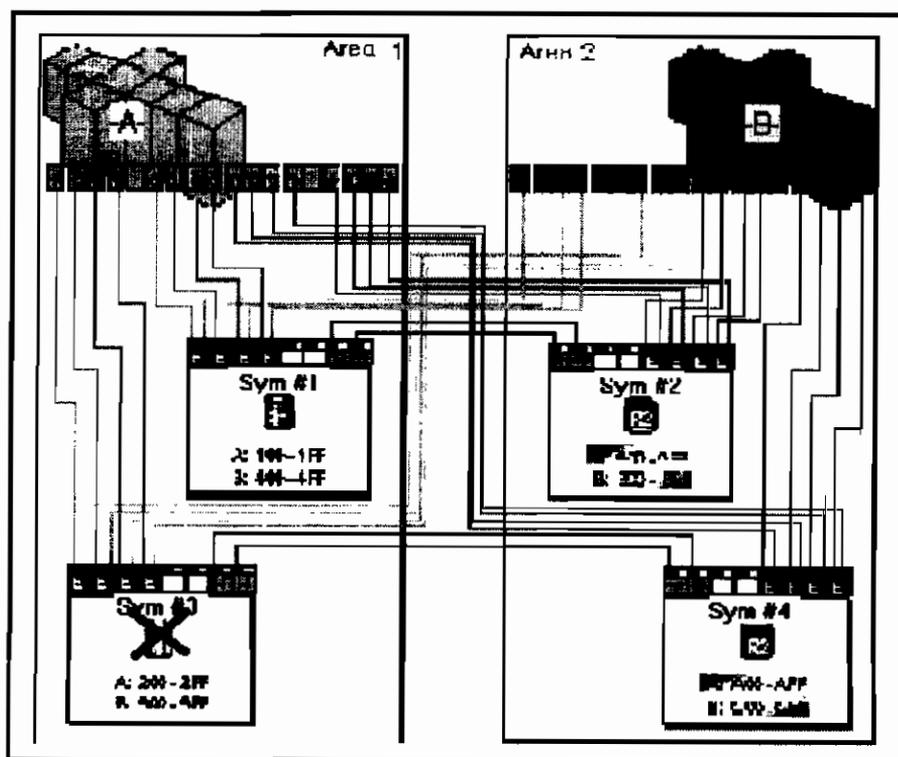


Figura 4.7 D/R a nivel de Volumen en una configuración Multi-Symmetrix

Elemento	Disponibilidad	Usado para la prueba de D/R	Notas
Host A	Sí	Sí	
Host B	Sí	Sí	
Canal ID 01..04	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 11..14	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 61..64	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 71..74	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 21..24	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 31..34	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 81..84	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Canal ID 91..94	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Enlaces SRDF #1--#2	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Enlaces SRDF #3--#4	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #1	No	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #2	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #3	Sí	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Symmetrix #4	No	Sí	El elemento está usado para producción normal como D/R da lugar a nivel de volumen solamente.
Volume 288 (R1 (AREA1), Sym. #3, Host A)	No	No	El volumen R1 (AREA1) es usado para la resincronización de datos después de la prueba solamente.
Volume A88 (R2 (AREA2), Sym. #4, Host A)	Sí	Sí	
Volume 588 (R1 (AREA1), Sym. #3, Host B)	Sí	No	El volumen R1 (AREA1) es usado para la resincronización de datos después de la prueba solamente.
Volume C88 (R2 (AREA2), Sym. #4, Host B)	Sí	Sí	

Tabla 4.8 Disponibilidad y uso de los elementos de hardware a nivel de

volumen en una configuración Multi-Symmetrix

Cuando los discos en los que se encuentran los volúmenes con falla son reparados, todos los cambios realizados en los equipos del AREA2 son descargados hacia sus correspondientes en los dispositivos en el AREA1. Este escenario se presenta en la figura 4.7 y la tabla 4.8.

#### **4.2.4 Configuración SRDF Bi-direccional.**

El objetivo de la configuración SRDF bi-direccional de D/R es el de proveer o dar al usuario la posibilidad de la recuperación a desastres o también para poder aplicar mantenimiento a un objeto específico en el medio de trabajo del usuario mientras sigue teniendo acceso a los datos. Con esta configuración se tiene varios niveles de protección, estos son:

- Nivel de Localidad / sitio.
- Nivel de subsistema de discos
- Nivel de volumen o volúmenes

Se puede alcanzar la protección de datos del cliente de acuerdo a los niveles mencionados instalando una configuración similar a la del siguiente ejemplo.

La configuración Bi-direccional SRDF del ejemplo consiste de dos host con dos Symmetrix conectados a estos; cada uno de los Symmetrix se encuentran localizados en diferentes sitios.

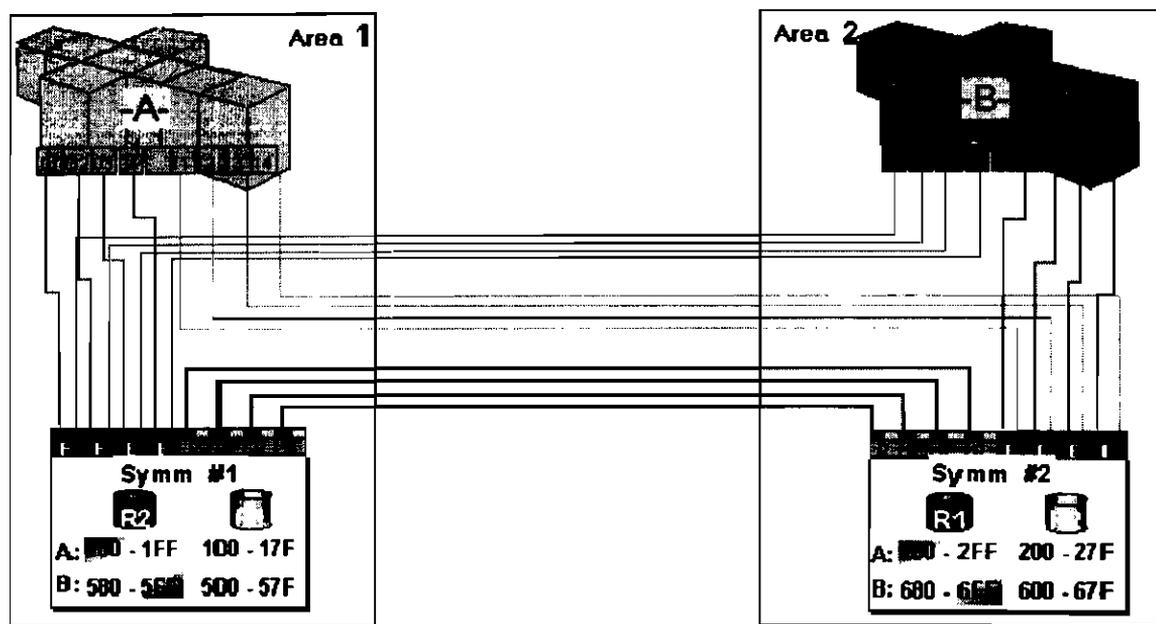


Figura 4.8 Diagrama de la configuración Bi-direccional SRDF.

- **Hardware necesario.**

La dirección de la transmisión de datos del SRDF espejo remoto es desde el Symmetrix #1 hacia el Symmetrix #2 y en dirección contraria en forma bidireccional. Ambos hosts tienen acceso a las dos unidades de almacenamiento Symmetrix instaladas.

La tabla 4.9 describe el estado de los recursos de hardware en modo de operación normal.

Host	Chpids	Status	Sym.	Address Range	Device Status	SRDF Volume Type
A	01..04	EN LÍNEA	#1	100-17F	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
		EN LÍNEA	#1	180-1FF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA1)
	11..14	EN LÍNEA	#2	200-27F	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)
		EN LÍNEA	#2	280-2FF	EN LÍNEA	R1 (AREA2)
B	31..34	EN LÍNEA	#1	500-57F	EN LÍNEA	R1 (AREA1)
		EN LÍNEA	#1	580-5FF	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA1)
	21..24	EN LÍNEA	#2	600-67F	FUERA DE LÍNEA	R2 (AREA2)
		EN LÍNEA	#2	680-6FF	EN LÍNEA	R1 (AREA2)

Tabla 4.9 Estado del hardware en modo de operación normal de la configuración Bi-direccional.

Un ejemplo de direccionamiento a volúmenes lógicos es el siguiente:

Al igual que se especificó en las configuraciones anteriores, los volúmenes lógicos tienen diferentes direcciones de para cada host, para esta configuración, se explica el direccionamiento en el siguiente ejemplo:

- El volumen lógico x34 en el par SRDF Symmetrix #1 y #2 es:

134 desde el host A para R1 (AREA1)

234 desde el host A en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

534 desde el host B para R1 (AREA1)

634 desde el host B en caso de que ingrese a los datos de R2 (AREA2) en lugar de R1 (AREA1)

**- Software**

- Sistema operativo MVS/ESA o OS/390
- Utilidad Symmetrix SRDF Host Component V.3

Las opciones de configuración para Symmetrix SRDF (Microcode 5062 y superior) son las siguientes.

<b>Enable links domino?</b>	<b>N</b>	<b>FF</b>
<b>Prevent automatic links recovery after all links failure?</b>	<b>Y</b>	
<b>Force RAs Links off-line after power-up?</b>	<b>Y</b>	

## Cambios que deben realizarse en el IOCP de los hosts A y B

```
* CPU -A-
CNTLUNIT CUNUMBR=(C001),PATH=(01),...      (#1)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C002),PATH=(02),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C003),PATH=(03),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C004),PATH=(04),...
*
IODEVICE CUNUMBR=(C001,...C004),ADDRESS=(100,256),...
*
CNTLUNIT CUNUMBR=(C011),PATH=(11),...      (#2)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C012),PATH=(12),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C013),PATH=(13),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C014),PATH=(14),...
*
IODEVICE CUNUMBR=(C011,...,C014),ADDRESS=(200,256),...
*
-----
* CPU -B-
CNTLUNIT CUNUMBR=(C021),PATH=(21),...      (#1)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C022),PATH=(22),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C023),PATH=(23),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C024),PATH=(24),...
*
IODEVICE CUNUMBR=(C001,...C004),ADDRESS=(600,256),...
*
CNTLUNIT CUNUMBR=(C031),PATH=(31),...      (#2)
CNTLUNIT CUNUMBR=(C032),PATH=(32),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C033),PATH=(33),...
CNTLUNIT CUNUMBR=(C034),PATH=(34),...
*
IODEVICE CUNUMBR=(C031,...,C034),ADDRESS=(500,256),...
```

### 4.2.4.1 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel de localidad/sitio en una configuración Bi-direccional.

Para este escenario se asume la no disponibilidad de la localización completa Area1, mientras Area2 se encuentra todavía disponible.

Los volúmenes R2 (AREA2) del Symmetrix # 2 son utilizados en reemplazo de los volúmenes R1 (AREA1) por el host B.

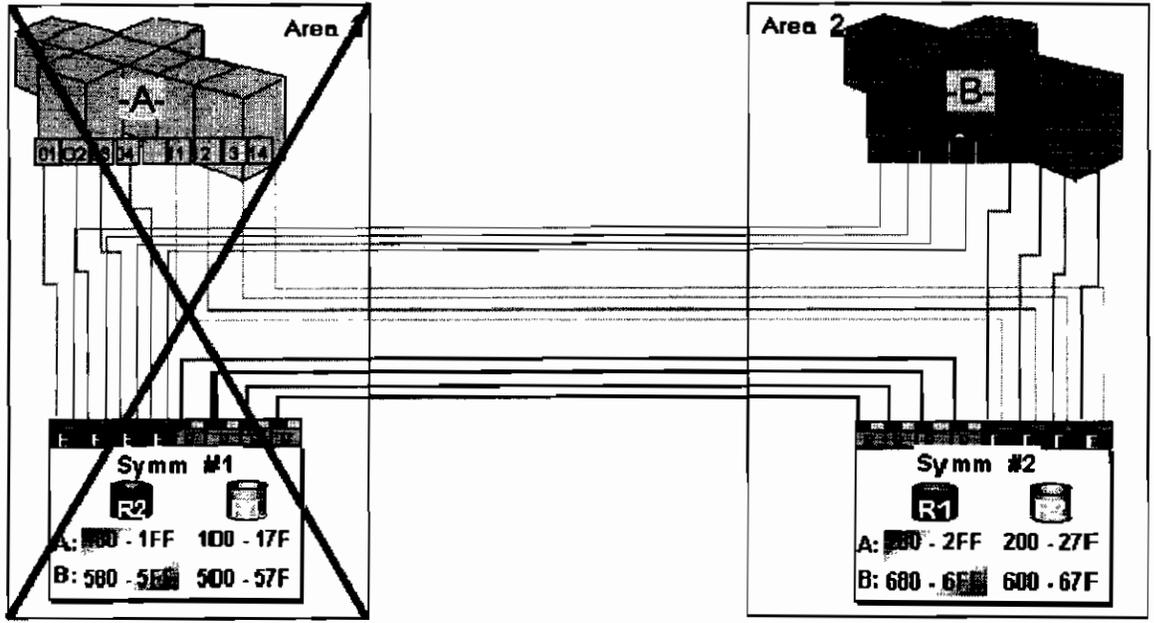


Figura 4.9 D/R a nivel de sitio en la configuración Bi-direccional.

Host A	No	No
Host B	Sí	Sí
Canal ID 01..04	No	No
Canal ID 11..14	No	No
Canal ID 21..24	Sí	Sí
Canal ID 31..34	Sí	No
Enlaces SRDF	No	No
Symmetrix #1	No	No
Symmetrix #2	Sí	Sí
R1 (AREA1) del Sym. #1	No	No
R2 (AREA1) del Sym. #1	No	No
R1 (AREA2) del Sym. #2	Sí	Sí
R2 (AREA2) del Sym. #2	Sí	Sí

ID : Dirección

Tabla 4.10 Disponibilidad de los elemento en D/R a nivel de localidad o sitio de una configuración Bi-direccional.

#### 4.2.4.2 Análisis de la recuperación a desastres cuando ocurre un error a nivel del subsistema de discos en una configuración Bi-direccional.

Para el análisis de éste tipo de recuperación a desastres con la configuración bi-direccional, se asume que el Symmetrix # 1 se encuentra no disponible o inaccesible, por lo que el host A debe tomar los datos de los volúmenes correspondientes en el Symmetrix #2, esta configuración con D/Ra nivel de subsistema de disco se ilustra en la figura 4.10 y la disponibilidad de los elementos en la tabla 4.11.

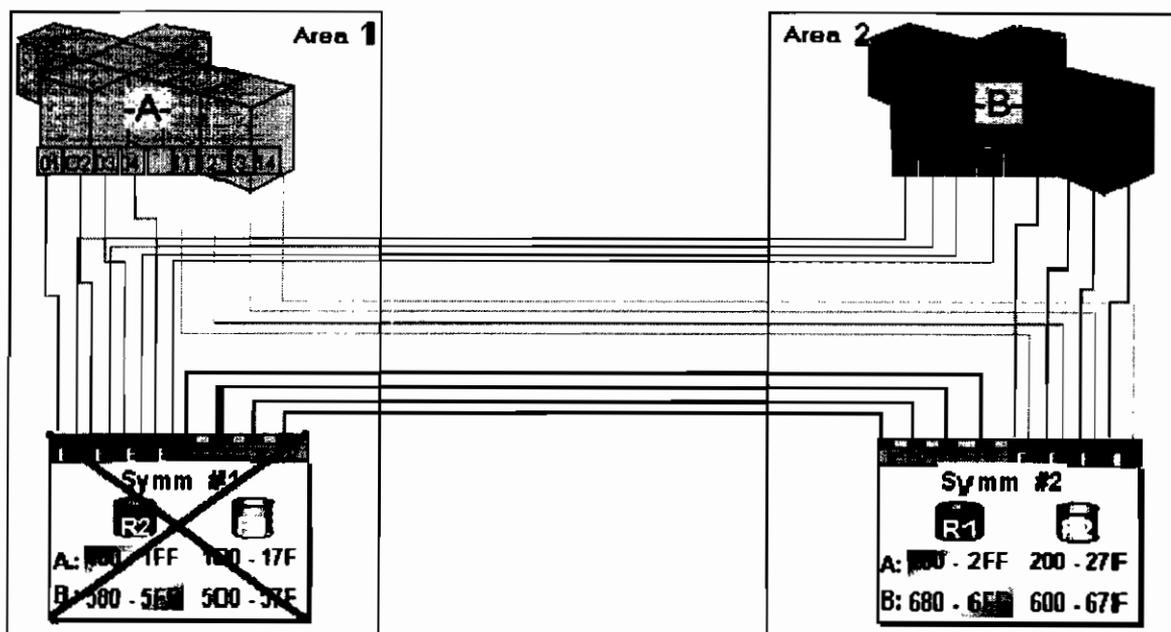


Figura 4.10 D/R a nivel subsistema de discos en una configuración

Bi-direccional.

Host A	Sí	Sí
Host B	Sí	Sí
Canal ID 01..04	No	No
Canal ID 11..14	Sí	Sí
Canal ID 21..24	Sí	Sí
Canal ID 31..34	Sí	No
Enlaces SRDF	No	No
Symmetrix #1	No	No
Symmetrix #2	Sí	Sí
R1 (AREA1) del Sym. #1	No	No
R2 (AREA1) del Sym. #1	No	No
R1 (AREA2) del Sym. #2	Sí	Sí
R2 (AREA2) del Sym. #2	Sí	Sí

ID : Dirección

Tabla 4.11 Disponibilidad de los elementos en D/R a nivel de subsistema de discos en una configuración Bi-direccional.

Como se puede observar en la configuración Bi-diereccional se tiene las imágenes de los volúmenes R1 del AREA1 en el AREA2 y al contrario, lo que permite que esta configuración tenga la capacidad de recuperación a desastres a nivel de volumen, la que es similar a las de las otras configuraciones analizadas.

### 4.3 Características de los sistemas SYMMETRIX de almacenamiento.

#### 4.3.1 Capacidades de almacenamiento de las unidades Symmetrix.

Las unidades de almacenamiento Symmetrix para soportar los sistemas mainframe IBM, realizan emulación de los tipos de discos que soportan esto, es decir emulan los discos IBM 3380 modelo J, K, 3390-1, 3390-2, 3390-3, o 3390-9, los parámetros para esta emulación se presenta en la tabla 4.12.

	3380K	3390-1	3390-2	3390-3	3390-9
MB/Volumen	1,891	946	1,892	2,838	8,514
Bytes/Cilindros	712,140	849,960	849,960	849,960	849,960
Cilindros/Volumen	2,655	1,113	2,226	3,339	10,017

Tabla 4.12 Tipos de emulación de discos para soporte de Mainframe IBM

En esta tabla se pueden ver claramente, que por la emulación que realizan los discos no se puede ocupar toda su capacidad, por ejemplo en la emulación de disco 3390-1(volumen de 1 GB), solamente se encuentra disponible 946 MB, para los restantes tipos de discos, es un múltiplo de este valor. Para cada uno de estos discos se debe tener en el centro de cómputo una controladora de discos, por ejemplo IBM 3990-3, lo que en las unidades de almacenamiento Symmetrix, la controladora de discos ya se encuentra incluida.

Existen varios modelos de las unidades de almacenamiento Symmetrix de EMC, éstos son disponibles con diferentes números de dispositivos de discos y por lo tanto diferentes capacidades de almacenamiento. Las tablas que se dan a continuación muestran las capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix cuando se conectan a un mainframe o a un sistema de tecnología abierta como es un PC server, un AS/400, etc. Estas capacidades son basadas en los métodos de protección de datos ya sea SRDF, RAID 1 o RAID S y depende del tipo de emulación de discos IBM que se realice. La tabla 4.13 muestra las capacidades para un sistema sin tolerancia a fallas o un sistema de almacenamiento que forme parte de una configuración SRDF, y discos de 9 GB, éste tipo de configuración tiene la tolerancia remota y como mínimo se necesitan dos unidades Symmetrix.

Número de dispositivos físicos	Capacidad en Mainframe (GB)	Capacidad en Sistemas abiertos (GB)	Memoria Caché Min. recomendado /Max en MB
8	71	72	512/4096
12	107	108	768/4096
16	143	144	1024/4096
32	286	289	1280/4096
64	572	579	2560/4096
96	859	868	2560/4096

Tabla 4.13 Capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix en SRDF o en configuración simple con discos de 9 GB.

Unidades de almacenamiento	Capacidad en GB	Capacidad en Sistemas de Almacenamiento	Capacidad en GB
8	53	54	512/4096
12	71	72	512/4096
16	107	108	768/4096
32	143	144	1024/4096
64	286	289	1536/4096
96	429	434	2048/4096

Tabla 4.14 Capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix en RAID 1 con discos de 9 GB.

La tabla 4.14 presenta las capacidades para un sistema de almacenamiento con una configuración RAID 1 y discos de 9 GB, la capacidad efectiva en esta configuración es equivalente a la mitad de la capacidad total de los discos instalados, entendiéndose como capacidad efectiva a la capacidad disponible para almacenamiento de datos.

Las capacidades en la configuración RAID S que se presentan en la tabla 4.15, están basadas en la opción de 3+1, es decir tres discos de datos y uno que se utiliza para paridad, es por eso que la capacidad máxima disponible para el usuario es la capacidad equivalente a la de tres discos, por lo tanto es el 75 % de la capacidad máxima instalada. Como se indicó en el capítulo anterior cada grupo RAID S en una misma unidad Symmetrix debe tener la misma cantidad de discos, por ejemplo en el caso que se disponga de 8 discos,

se puede formar dos grupos RAID S (3+1) y como cada grupo tiene la capacidad efectiva equivalente a la de tres discos, se tiene un total efectivo equivalente al de 6 discos disponibles para datos, con esta premisa se da a conocer las capacidades en una unidad Symmetrix hasta un máximo de 96 discos de 9 GB de capacidad.

Número de dispositivos físicos	Capacidad en Mainframe(GB)	Capacidad en Sistemas abiertos (GB)	Memoria Cache Min. recomendado /Max (GB)
8	53	54	512/4096
12	71	81	768/4096
16	107	108	1024/4096
24	161	162	1280/4096
32	214	217	1280/4096
64	429	434	2560/4096
96	644	651	2560/4096

Tabla 4.15 Capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix en RAID S (3+1) con discos de 9 GB.

En la tabla 4.16 se presentan las capacidades para una configuración RAID S (7+1) con siete discos para datos y uno para paridad, cada disco de 9 GB, esta es la mejor configuración a ser utilizada en cualquier sistema ya sea mainframe, midrange, o P C server, como se indico en el capítulo anterior la capacidad de almacenamiento efectiva es el 87.5 % de la capacidad total de almacenamiento instalada en un grupo RAID S.

Número de dispositivos físicos	Capacidad en Mainframe (GB)	Capacidad en Sistemas abiertos (GB)	Memoria Cache Min. Recomendado /Max. (MB)
8	159	161	1280/4096
16	319	323	2048/4096
24	478	484	2560/4096
32	638	646	3072/4096

Tabla 4.16 Capacidades de las unidades de almacenamiento Symmetrix en RAID S (7+1) con discos de 23 GB.

Las tablas 4.13, 4.14 y 4.15, presentan las capacidades para modelos que soportan hasta un máximo de 96 discos, existen modelos que pueden soportar 32 (tabla 4.16) o 128 discos como máximo, las capacidades para las unidades de almacenamiento de 128 discos se muestran en la tabla 4.17.

Discos Físicos	Capacidad en RAID 1		Capacidad en SRDF		Capacidad de cache máxima
	Mainframe	Sistemas Abiertos	Mainframe	Sistemas Abiertos	
16	369	374	739	749	16,384
32	739	749	1,479	1,498	16,384
48	1,109	1,123	2,219	2,247	16,384
64	1,479	1,498	2,958	2,996	16,384
80	1,849	1,872	3,698	3,745	16,384
96	2,219	2,247	4,438	4,494	16,384
112	2,588	2,621	5,177	5,243	16,384
128	2,958	2,996	5,917	5,992	16,384

Tabla 4.17 Configuración para la unidad de almacenamiento 5700 con discos de 47 GB

En los siguientes numerales se dan a conocer los tipos de tarjetas, fuentes, y conexiones que pueden tener este tipo de unidades de almacenamiento.

### **4.3.2 Directores.**

Los directores de canal y de discos proveen una interface entre los canales del host y los dispositivos de discos, las unidades de almacenamiento Symmetrix pueden tener directores de: canal paralelo, de canal serial, Fast-wide SCSI, SRDF de enlace remoto, de disco y Dual-initiator. En los siguientes numerales se explican cada uno de estos directores.

#### **4.3.2.1 Directores de canal paralelo.**

Las unidades Symmetrix proveen dos o cuatro canales de transferencia de datos paralelos, éstos se comunican con otros directores y controla el acceso a memoria caché. La velocidad de transferencia de datos del canal a la caché es configurable por microcodigo y son de 1.0 a 1.5 MB/s, 3 MB/s, o 4.5 MB/s, cada una de las tarjetas tienen adaptadores de canal paralelo, éstos son utilizados para la conexión con los canales paralelos del host. Estos directores pueden ser reemplazados mientras la unidad Symmetrix se encuentra en línea o fuera de línea para el host, a estas formas de reemplazo se conocen como

Sin Interrupción o Con Interrupción respectivamente.

#### **4.3.2.2 Directores de canal serial.**

Un director de canal serial es una tarjeta que tiene dos interfaces de canal serial y un bus de conexión con la memoria caché. Los directores de canal serial tienen dos microprocesadores que procesan los paquetes enviados desde el host y manejan el acceso a caché. Estos adaptadores soportan una velocidad de transferencia de máximo 20 MB/s con el host. Las unidades Symmetrix 54XX y 34XX pueden contener dos o cuatro directores de canal serial. Estas tarjetas tienen adaptadores de canal serial, éstos son utilizados para la conexión con los canales seriales del host. Al igual que los directores de canal paralelo, éstos pueden ser reemplazados en línea o fuera de línea para el host.

#### **4.3.2.3 Directores Fast-Wide SCSI.**

Estos directores proveen la conectividad con los canales SCSI del host. Este director es una tarjeta que tiene cuatro interfaz SCSI para conexión con el host y un bus de conexión con la memoria caché. Este adaptador permite la conexión con una variedad de sistemas que tienen conectividad SCSI. Los directores SCSI tienen dos microprocesadores, los que procesan comandos y

datos enviados desde el host y maneja el acceso a caché. Este adaptador simultáneamente soporta una velocidad de transferencia de datos de 20 MB/s por cada canal con el host. Estas tarjetas tienen adaptadores SCSI, éstos son utilizados para la conexión con la interface SCSI del host.

#### **4.3.2.4 Directores SRDF de enlace remoto.**

Estos son utilizados para la conexión de dos unidades Symmetrix para una configuración SRDF, son denominados RLD (Remote Link Director), la configuración de las unidades Symmetrix 5XXX o 3XXX requieren de un mínimo de dos y soportan máximo cuatro adaptadores de enlace remoto, dependiendo del tipo de configuración SRDF que se realice.

#### **4.3.2.5 Directores Dual-initiator.**

Las unidades Symmetrix usan dos tarjetas Dual-initiator como adaptadores de disco. La característica de estas tarjetas es el de proveer un camino redundante a los dispositivos de discos, el que permite a un director de disco tomar el controlador de bus SCSI por otro director de disco en un evento de que un director presente problemas de comunicación con un dispositivo de

disco. Las conexiones de las interfaces SCSI internas entre los directores y los dispositivos de discos concurren a las tarjetas Dual-initiator.

#### **4.3.2.6 Directores de discos.**

El director de discos es una tarjeta que provee una interfaz entre la memoria caché y los dispositivos de discos, cada director de disco soporta un máximo de 24 discos de 9 GB, con seis dispositivos por bus SCSI, u 8 discos de 23 GB, con dos dispositivos por bus SCSI. Las unidades de almacenamiento poseen 4 directores de discos, cada director de disco soporta 32, 24, 8 discos dependiendo el modelo. En la tabla 4.18 se presenta cuantos directores de disco, buses por director, discos y discos por director tienen algunos de los modelos de los sistemas de almacenamiento Symmetrix.

En una operación de escritura, el director de canal escribe datos a la caché y al buffer de datos del dispositivo de disco donde debe ser escrito, entonces el director de disco da la orden al disco para que los datos sean almacenados. Cada director de disco provee un bus alternativo de comunicación con el dispositivo de disco. Podría el bus primario presentar una falla, EOS accede al dispositivo a través de otro director de disco por el bus alternativo, ésta es la función de las tarjetas Dual-Initiator.

	Modelo 5700-47	Modelo 5430/3430	Modelo 5400/3400
Número de Directores de Disco	4	4	4
Máximo número de dispositivos de discos	128	96	32
Máximo número de buses por director de disco	4	4	4
Máximo número de discos por bus	8	6	2
Máximo número de discos por director	32	24	8

Tabla 4.18 Número de directores de disco, discos, buses por director, discos por bus y discos por director de algunas unidades de almacenamiento

### Symmetrix

Los directores de disco usan tiempo libre para la verificación de errores de funcionamiento. Durante esta verificación, el director de disco identifica localizaciones de disco defectuosas y vuelve a escribir en la próxima localización libre, saltando así los defectos. Si estas localizaciones defectuosas exceden un límite puesto por el fabricante, el disco es tomado como defectuoso para EOS, por lo tanto debe ser reemplazado. Los directores de discos pueden ser reemplazados mientras el Symmetrix se encuentra en línea o fuera de línea para el host.

### **4.3.2.7 Conexión a Canal.**

Las unidades Symmetrix pueden conectarse por los canales paralelos, canales seriales o ESCON, canales fast-wide SCSI, o un tipo de canal mixto es decir la mezcla de cualquiera de estos canales. La conexión física a los Symmetrix por los canales paralelos se realiza a través de los conectores de Bus y Tag, a los canales seriales y SCSI se realiza a través de los adaptadores de canal de este tipo. Estas conexiones se las analizará en los siguientes numerales.

#### **4.3.2.7.1 Conexión a la interface de canal paralelo.**

Para la conexión a la interface del canal paralelo, los canales paralelos usan por cada canal dos cables: el cable de Bus que tiene líneas para transporte de datos hacia y desde el host, y el cable de Tag que controla el tráfico de datos en el cable de bus.

Cada director de canal provee dos o cuatro interfaces físicas para comunicación con el canal paralelo del host, interfaces A y B (dos puertos de los directores de canal paralelo) o interfaces A, B, C, y D (cuatro puertos de los directores de canal paralelo). Las unidades Symmetrix pueden tener dos,

cuatro u ocho directores de canal paralelo para un máximo de 16 interfaces de conexión al host.



Figura 4.11 Conexión a canales paralelos.

Los cables de Bus y Tag conectan a las unidades Symmetrix como se presenta en la figura 4.11. La máxima longitud del cable entre el host y la interface de canal paralelo es de 122 metros.

Las interfaces de canal paralelo de las unidades Symmetrix pueden también conectarse a canales ESCON del host vía un convertidor ESCON. La máxima velocidad de transferencia de datos en esta configuración es de 4.5 MB/s.

Cuando un convertidor ESCON es usado para conexión de canales ESCON a la interface de canal paralelo Symmetrix, los cables de Bus y Tag son utilizados entre la interface de canal paralelo de la unidad Symmetrix y el convertidor, y un cable de fibra óptica entre el convertidor ESCON y el canal ESCON del host. La longitud máxima de los cables de fibra óptica en esta

configuración es de 1.2 Km y de los cables de Bus y Tag de 122 m. La figura 4.12 ilustra este tipo de conexión.

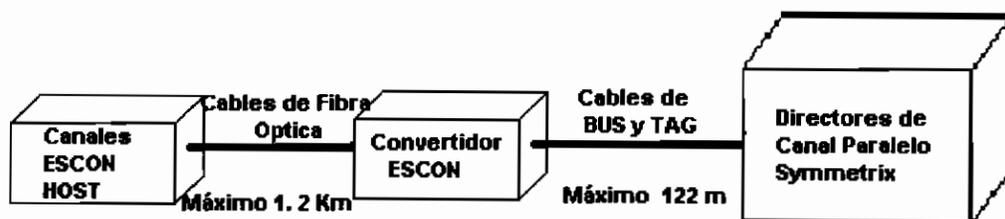


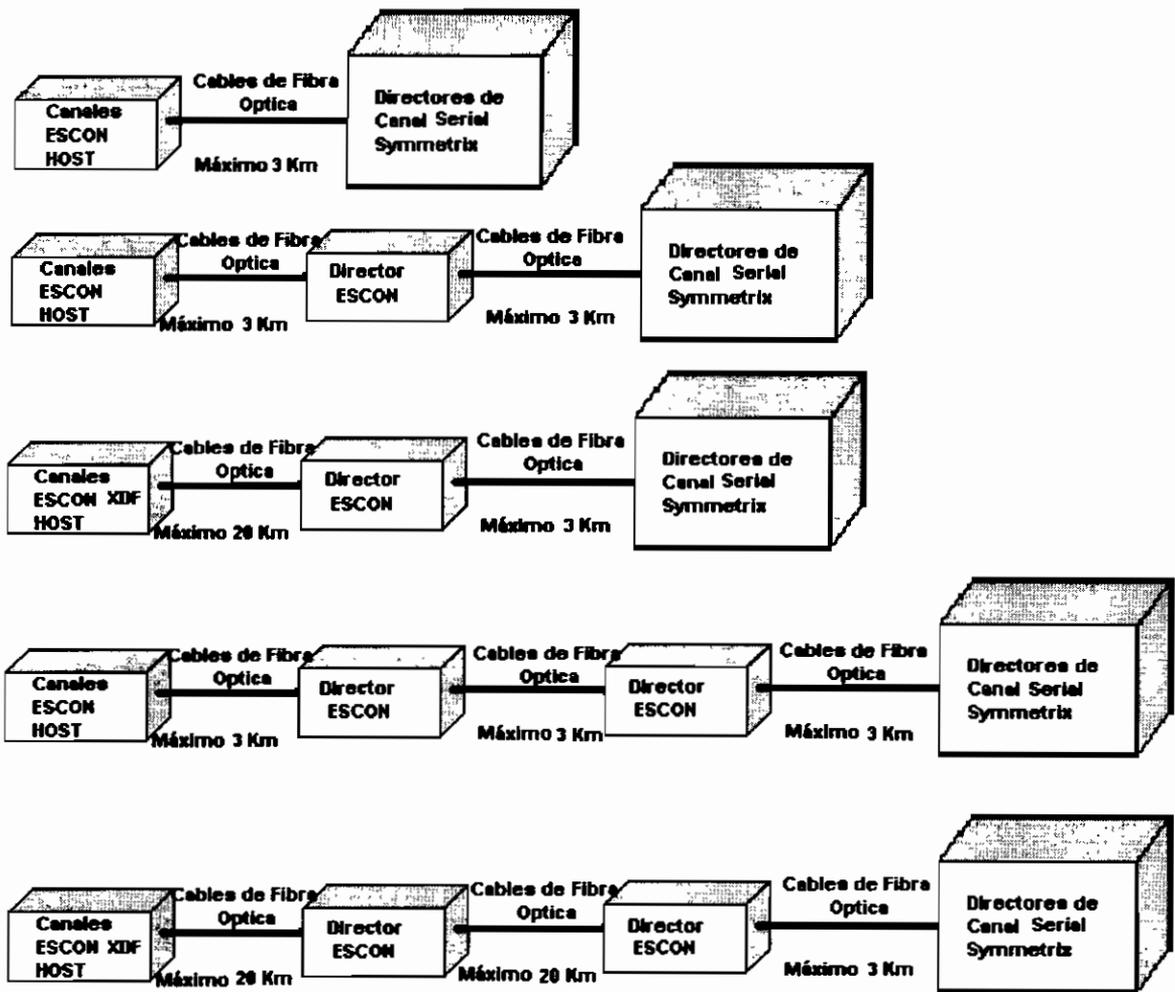
Figura 4.12 Conexión a canales paralelos vía convertidor ESCON.

#### **4.3.2.7.2 Conexión a la interface de canal serial.**

La conexión a la interface de canal serial usa cables de fibra óptica. Estos canales seriales son formalmente llamados interface de I/O ESA/390 (Enterprise Systems Connection Architecture ESCON). El canal serial usa conexión punto a punto. Cada conexión usa dos cables de fibra para transportar datos, uno para señales de transmisión y otro para señales de recepción. Hoy en día la implementación ESCON soporta transferencia de datos de 20 MB/s.

Existen dos tipos de cable de fibra óptica: Multi-mode (LED) y single-mode (LASER). Los cables Multi-mode soportan una longitud de cable de 3 Km

máximo, los cables Single-mode soportan una longitud máxima de 20 Km. Las unidades Symmetrix solamente soportan conexiones a cables multi-mode. Para que la conexión al host se realice con cable de fibra óptica single-mode, los controladores o directores ESCON del host deben tener la característica de distancia extendida (XDF).



Cables de fibra óptica de máximo 3 Km es en Multi-Mode  
 Cables de fibra óptica de máximo 20 Km es en Single-Mode

Figura 4.13 Conexión Canales ESCON

En un ambiente de conexión al host por medio de los canales ESCON, la conexión puede ser directa entre el host y las interfaces de canal serial con una longitud máxima de 3 Km. Esta conexión puede también tener máximo dos directores ESCON (Repetidores ESCON) entre el host y las interfaces de canal serial de la unidad de almacenamiento, y con esta configuración se tiene una longitud máxima de 43 Km. Estos tipos de conexiones se ilustra en la figura 4.13.

#### **4.3.2.7.3 Conexión a la interface Fast-Wide SCSI.**

La conexión física a una interface de canal Fast-Wide SCSI se realiza por los conectores de los adaptadores SCSI localizados en la parte posterior de la unidad de almacenamiento. La figura 4.14 (a) ilustra la conexión SCSI más común, mientras que en la figura 4.14 (b) se ilustra como se pueden conectar los canales SCSI utilizando convertidores SCSI-ESCON y los directores ESCON; esto es utilizado frecuentemente para las configuraciones SRDF en sistemas abiertos, y con esta forma de conexión se incrementa la distancia a la que se pueden colocar las unidades de almacenamiento.

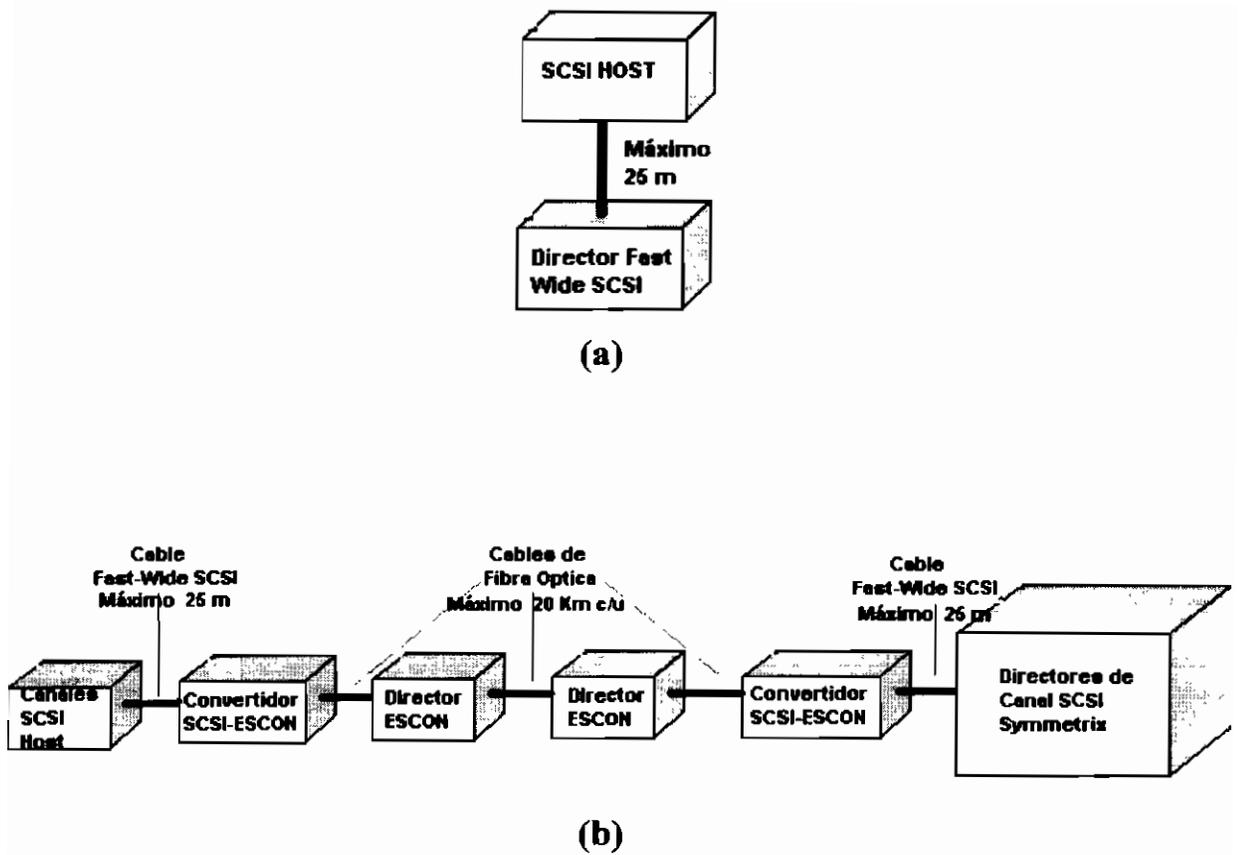


Figura 4.14 Conexión a canales SCSI (a) Conexión directa (b) Conexión utilizando convertidores.

#### 4.4 Descripción de los componentes internos.

La figura 4.15 presenta la mayoría de los elementos que forman parte de las unidades de almacenamiento 3430/5430, la definición y función de cada uno de éstos elementos se dan en los siguientes numerales.

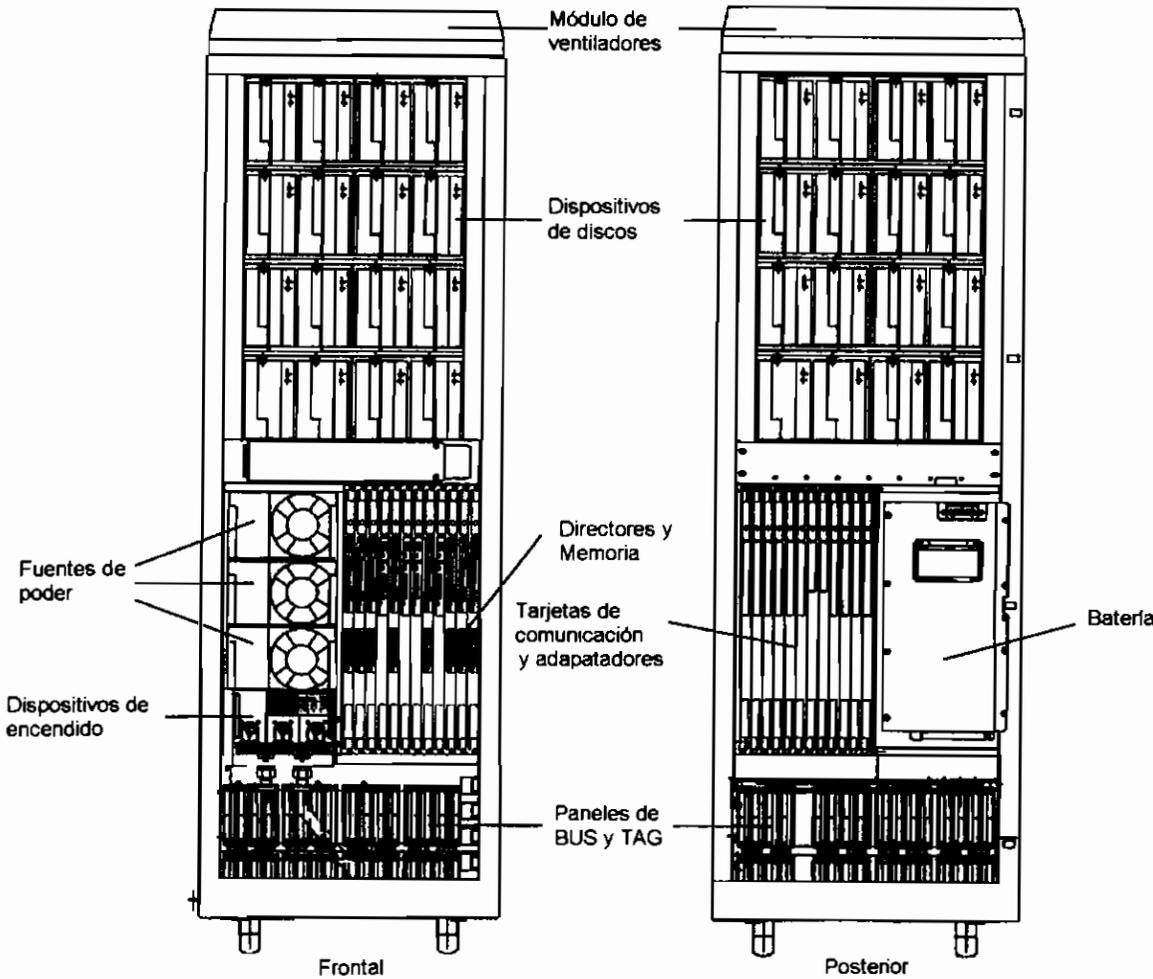


Figura 4.15 Componentes internos de las unidades de almacenamiento.

**4.4.1 Módulos de ventiladores de enfriamiento.** Estos se encuentran ubicados en la parte superior de las unidades, los que mantienen el enfriamiento de la unidad mediante la circulación interna de aire.

**4.4.2 Procesador de servicio.** Este es una computadora portátil, que tiene archivos de configuración, provee utilidades de diagnóstico y, mantenimiento de la unidad Symmetrix. Este se conecta a la unidad Symmetrix por medio de una red interna ethernet; esta PC usa un modem externo conectado al puerto serial, y en caso de alguna anomalía de la unidad, manda un mensaje al número programado en la unidad de servicio; esto es, para tener soporte técnico inmediato.

**4.4.3 Backplane y unidad de instalación de tarjetas lógicas.** El backplane es una tarjeta ubicada en la parte central de la unidad, en la que se pueden conectar 12 directores (cada una con doble procesador), memoria caché y tarjetas adaptadoras. La configuración incluye 8 directores, y cuatro tarjetas de memoria, o 10 directores y dos tarjetas de memoria, las tarjetas de directores y memorias son conectadas al frente del backplane y las tarjetas adaptadoras en la parte posterior de la unidad. Las tarjetas adaptadoras tienen los conectores físicos para conexión con los dispositivos externos, estos son los de Bus y Tag, SCSI, y ESCON.

**4.4.4 Conectores de BUS y TAG.** Estos conectores son utilizados para la conexión de las unidades de almacenamiento con el host por la interface paralela, esta conexión se realiza por medio de cables de Bus y Tag, los cables de Bus son utilizados para el transporte de datos y los cables de Tag para el control de esos datos.

**4.4.5 Batería.** Esta unidad mantiene la energía cuando la alimentación de energía al dispositivo de almacenamiento es interrumpida; cumple el propósito principal de mantener la energía eléctrica en la unidad hasta que los datos que se encuentran en memoria sean almacenados hacia las unidades de discos, y una vez terminado este proceso, automáticamente empieza el apagado del equipo.

**4.4.6 Subsistema de fuentes de alimentación.** Las unidades de almacenamiento tienen dos o tres fuentes de alimentación dependiendo del modelo, funcionando en forma paralela, es decir con carga distribuida; por ejemplo para una unidad de tres fuentes cada una funciona con una carga del 33 %, y en caso de que una falle, las dos restante funcionan con el 50% de su carga nominal. Todo este subsistema de fuentes tiene dos líneas de alimentación bifásicas conectadas cada una a un sistema de transformación diferente. Las tres fuentes de poder son conectadas a dos tarjetas de

comunicación las que garantizan la alimentación continua a los principales componentes de la unidad de discos.

Las fuentes de poder de éstas unidades pueden ser reemplazadas en caliente, es decir no es necesario apagar el equipo para su sustitución.

**4.4.7 Dispositivos de discos.** Las unidades de almacenamiento contienen dos localidades para colocar discos una en la parte frontal y otra en la parte posterior, los modelos 5400/3400 con 32 discos de 5.25 pulgadas de 23 GB de capacidad; los modelos 5430/3430 con 96 discos de 3.5 pulgadas y 9 GB de capacidad; los modelos Symmetrix 3700/5700 permiten 128 discos de 5.25 pulgadas de 47 GB, y cada dispositivo de disco contiene un microprocesador y un buffer de datos, estas características son las que permiten al disco formar parte de un arreglo RAID S a esto se conoce como capacidad XOR del disco. Los discos de 9 GB son usados en cualquiera de las configuraciones RAID que soportan estos sistemas, no siendo aconsejable utilizar en la configuración RAID S (7+1) por la cantidad de discos que intervienen en el arreglo, logrando poca capacidad de almacenamiento. Los discos de 18 GB al igual que los de 23 y 47 GB son utilizados para las configuraciones SRDF, RAID S y RAID 1, para las configuraciones en las que interviene la paridad, solamente los discos que tiene la capacidad de XOR pueden ser utilizados

**4.4.8 Tarjetas de Memoria.** Para los modelos 54XX y 34XX se pueden utilizar tarjetas de 256 MB, 512 MB, y 1 GB cada una con una razón de transferencia de 400MB/s.

En la figura 4.15 se puede observar los componentes de la parte frontal y posterior de la unidad de almacenamiento de los modelos 54XX y 34XX.

**4.5 Propuesta tecnológica para un centro de cómputo real con tolerancia a fallas y centro de recuperación remoto, hardware y software a utilizarse.**

#### **4.5.1 Solución Remota.**

En la figura 4.16 se ilustra una configuración SRDF básica, cuya característica principal es la de proveer disponibilidad de datos en el caso extremo de que cualquiera de las unidades de almacenamiento una a la vez, llegue a estar inactiva.

Esta configuración permite una protección a nivel de volúmenes y de subsistema de discos, todas las configuraciones de SRDF tienen en las unidades de almacenamiento de cada localidad disponible toda la capacidad

de los discos instalados, es decir, localmente no tiene ningún arreglo para tolerancia a fallas, utilizando las tarjetas de enlace remoto SRDF en cada unidad de almacenamiento, lo que se tiene es un espejo de los datos del área 1 en el área 2. En el caso de que uno o varios volúmenes de la unidad de almacenamiento principal fallen o se encuentren inactivos, los correspondientes en el área 2 entran en funcionamiento, en remplazo de los volúmenes con falla. En el caso de que toda la unidad de almacenamiento del área 1 falle, automáticamente la unidad localizada en el área 2 entra en funcionamiento, manteniendo así la totalidad de los datos disponibles para los usuarios en todo momento.

Para un sistema que tenga como host un mainframe, la conexión local se la debe realizar por canales paralelos o seriales, la conexión por canales paralelos, directamente por medio de cable de Bus y Tag, que en distancia no debe exceder de 122 metros; esta distancia es la suficiente dentro de un centro de cómputo. Si se utilizan los canales seriales (ESCON), la conexión directa no debe exceder de 3 Km, sabiendo que las unidades de almacenamiento Symmetrix soportan solamente conexión por medio de cable de fibra óptica multi-mode; para el tipo de conexión local si las distancias exceden de las especificadas anteriormente se puede utilizar otros dispositivos como los directores ESCON, o los Convertidores ESCON. Para la conexión remota de

la unidad Symmetrix localizada en el área 2, se pueden utilizar los canales paralelos y un convertidor ESCON, lográndose con esto una distancia máxima de 1.3 Km, utilizando los canales seriales para la conexión remota se puede lograr una distancia máxima de 43 Km, con la utilización de dos directores ESCON y utilizando la característica de los canales del host XDF (Extended Distance Feature).

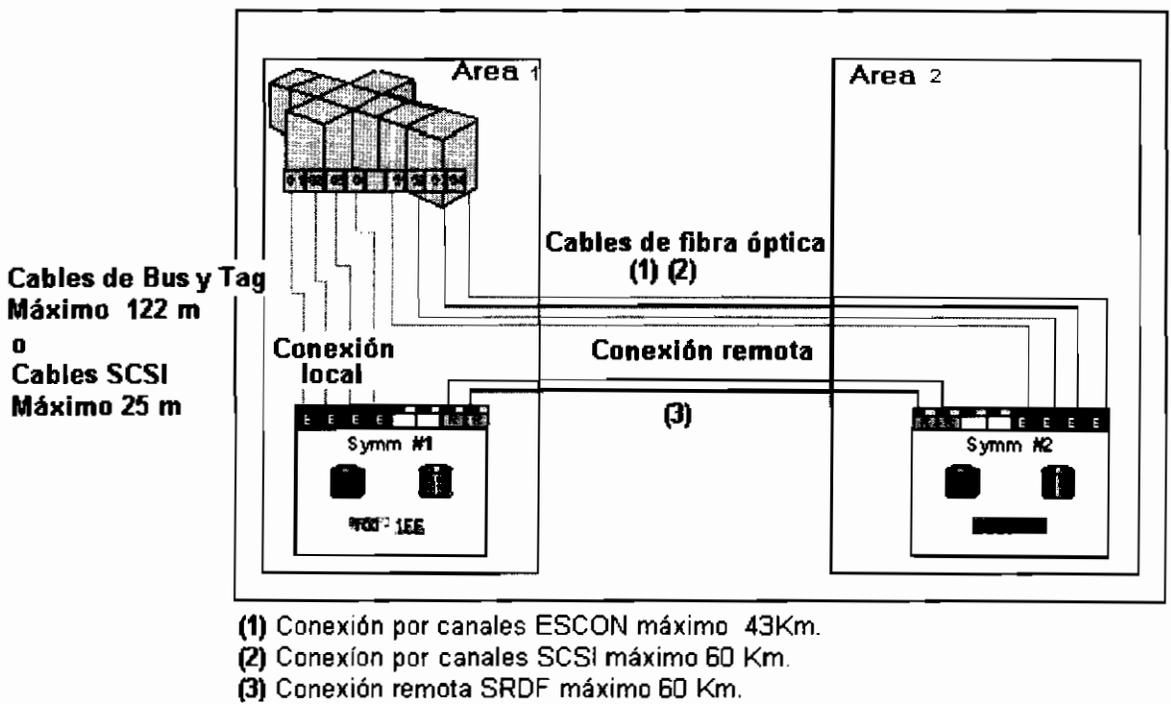


Figura 4.16 Solución remota para un centro de cómputo con tolerancia a fallas.

Si el centro de cómputo tiene un host con puertos Fast-SCSI, la conexión se realiza por medio de los canales SCSI. La conexión local se realiza utilizando cables SCSI, permitiendo una distancia máxima de 25 m. En la conexión

remota se utiliza cables de fibra óptica, convertidores SCSI-ESCON, y directores ESCON, y con esto se alcanza una distancia máxima de 60 Km.

Para que las unidades de almacenamiento puedan soportar la característica de recuperación a desastres D/R con la configuración básica, cada una de las unidades deben tener instaladas dos tarjeta de conexión remota SRDF, la que tiene puertos ESCON, y cada una tiene dos puertos; para interconectar las unidades de almacenamiento se realiza una conexión igual a la de los canales ESCON (XDF), conexión que alcanza máximo 60 Km con la utilización de cables de fibra single-mode y dos directores ESCON.

#### **Hardware a utilizarse en la solución remota.**

La unidad Symmetrix a utilizarse para tener una capacidad de almacenamiento por ejemplo de 72 GB instalados, debe tener: la capacidad de D/R, canales ESCON, tarjetas directoras de disco, tarjetas de memoria, y todo lo necesario para soportar la configuración básica SRDF. En la tabla 4.19 se lista lo necesario para esta configuración.

En cada unidad de almacenamiento Symmetrix viene incluida tres fuentes redundantes, la batería, el procesador de servicio, las tarjetas dual-initiator, y

las tarjetas de comunicación, por lo que no se nombra en la tabla de los requerimientos de hardware.

Cantidad	Descripción de las unidades	Observaciones
2	Unidades de almacenamiento Symmetrix 5430	Una unidad para cada localidad
4	Tarjetas de enlace remoto	Dos para cada unidad de almacenamiento
32	Discos de 9 GB	16 discos para cada unidad, y obtener una capacidad de almacenamiento de 143 GB para mainframe y 144 para sistemas abiertos. *
4	Tarjetas de memoria de 512 MB	Dos tarjetas para cada unidad de almacenamiento, para obtener 1 GB de memoria caché. **
4	Tarjetas directoras de canal serial (ESCON)	2 tarjetas por unidad de almacenamiento para conexión remota
4***	Tarjetas directoras de canal SCSI	Dos tarjetas por unidad de almacenamiento
4	Tarjeta director de disco	Dos tarjeta por unidad de almacenamiento

\*La cantidad de almacenamiento es dependiente de las necesidades del cliente.

\*\*La cantidad de memoria necesaria es dependiente de la capacidad instalada, lo sugerido se puede obtener de la tabla 4.13

\*\*\*Esto es necesario para sistemas con interface SCSI

Tabla 4.19 Configuración de la unidad de almacenamiento Symmetrix 5430

en SRDF con 16 discos de 9 GB en cada una.

Las unidades 5430 soportan 96 discos y un máximo de 4 directores de disco; cada director soporta 24 discos, en la configuración de la tabla 4.19 se utilizan 16 discos, por lo que sería necesario un solo director, pero debido a que estas unidades pueden soportar solamente dos o cuatro tarjetas de este tipo, es necesario instalarse dos como mínimo. Para la configuración básica se utilizan dos tarjetas de conexión remota SRDF.

Para la instalación del equipo remoto se necesitan dispositivos adicionales como son los Directores ESCON para lograr alcanzar la distancia máxima tanto para los cables de señal y control como para la de interconexión entre las unidades de almacenamiento; en todo el trayecto de cada cable, máximo se deben colocar dos Directores ESCON. Si la instalación SRDF se realiza por canales SCSI, es necesario colocar dos convertidores SCSI-ESCON a más de los nombrados anteriormente, como se mostró en las figuras 4.13 y 4.14.

### **Software a utilizarse en la solución remota**

El software mínimo requerido para esta configuración es:

- Sistema operativo MVS/ESA o OS/390, en sistemas abiertos con cualquier sistema operativo mencionado en el anexo B.

- Utilidad Symmetrix SRDF Host Component V.3

Se deben realizar cambios en el IOCP del mainframe, los que se indican en el numeral 4.2.2 del capítulo 4. Para sistemas abiertos se debe realizar la instalación de la utilidad SRDF para cada sistema operativo en el host.

#### **4.5.2 Solución Local.**

Para tener en las unidades de disco locales tolerancia a fallas, es necesario realizar en la o las unidades de almacenamiento un arreglo de discos, para tener una configuración similar en cuanto a capacidad de la solución remota; se presenta la tabla 4.20 y en la figura 4.17 lo necesario para cumplir con lo requerido.

Para esta solución se puede utilizar una configuración RAID S (1+3), con la misma cantidad de discos utilizados en la solución remota.

Cantidad	Descripción	Observaciones	Abreviatura
1	Unidades de almacenamiento Symmetrix 5430		
16	Discos de 9 GB		16 discos para obtener una capacidad de almacenamiento de 107 GB para mainframe y 108 para sistemas abiertos. *
2	Tarjetas de memoria de 512 MB		Dos tarjetas para obtener 1 GB de memoria caché. **
2	Tarjetas directoras de canal paralelo		2 tarjetas para conexión local al host
2***	Tarjetas directoras de canal SCSI		
2	Tarjeta director de disco		

\*La cantidad de almacenamiento es dependiente de las necesidades del cliente.

\*\*La cantidad de memoria necesaria es dependiente de la capacidad instalada, lo sugerido se puede obtener de la tabla 4.15

\*\*\*Esto es necesario para sistemas con interface SCSI

Tabla 4.20 Configuración de la unidad de almacenamiento Symmetrix 5430

### RAID S con 32 discos de 9 GB

Si el sistema utiliza como host un mainframe, la conexión se debe realizarse por los canales paralelos o seriales (ESCON), directamente entre el host y la unidad de almacenamiento por medio de los cables de Bus y Tag, o por fibra óptica. Como se muestra en la figura 4.17

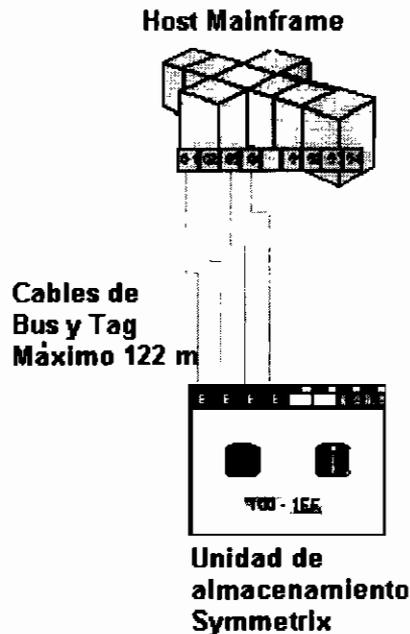


Figura 4.17 Solución local para un centro de cómputo con tolerancia a fallas.

### Software a utilizarse en la solución local

Para este tipo de configuración, no es necesario algún tipo de software a ser utilizado en el host, si la unidad de almacenamiento va a ser instalada con un host mainframe, lo único necesario es la configuración de la unidad Symmetrix con el tipo de emulación IBM que va a realizar, la definición de los volúmenes y las direcciones a ser utilizadas por éstos.

En el caso de que la unidad de almacenamiento sea instalada con un host con interface SCSI, se tiene que definir la capacidad de los volúmenes lógicos a

ser utilizados, y en esta definición se debe tener precaución en la capacidad del volumen, ya que cada sistema operativo tiene una capacidad máxima por volumen que puede ser instalado.

La utilización de la configuración local instalada en una Empresa X, en lugar de la controladora de discos 3990-3, y discos 3390 modelos B2C y A2B de IBM, permitió que sus procesos sean ejecutados en menor tiempo, ahorro de energía, de espacio, e incrementó la posibilidad de crecimiento y confiabilidad del equipo.

La solución adoptada para la misma empresa se describe a continuación.

La unidad de almacenamiento instalada es Symmetrix 5430 con 24 discos de 9 GB cada uno, dos directores de canal paralelo, dos directores de canal serial ESCON, cuatro tarjetas de memoria cada una de 256 MB, cuatro tarjetas directoras de disco.

Toda la instalación anteriormente mencionada es para lograr por los canales paralelos una transferencia de 4.5 MB/s y por los canales ESCON de 20 MB/s, para alcanzar una capacidad de almacenamiento de 161 GB y con una capacidad de crecimiento de hasta 644 GB con discos de 9 GB, esta capacidad

puede ser mayor si se actualiza el microcódigo para que la unidad soporte discos de mayor capacidad. La cantidad de memoria instalada 1 GB es la aconsejada por el fabricante para esa capacidad de almacenamiento instalada, y la instalación de los cuatro directores de disco es porque el crecimiento de la capacidad instalada es a corto plazo.

Se debe indicar que las pruebas necesarias para analizar los tiempos de respuesta de estas unidades se realizaron, pero no se tubo acceso a estos datos por políticas de seguridad de la empresa.

La principal razón para que el sistema instalado tenga una velocidad de procesamiento mayor que la del equipo anterior, es la velocidad de transferencia entre la memoria caché y el buffer del disco, la memoria caché soporta una velocidad de entrada y salida de datos de 400 MB/s; los buses por los cuales se realiza el acceso a la memoria son de 250 MB/s, y a la memoria se tiene acceso por medio de dos buses, es decir se alcanza una velocidad de transferencia de 500 MB/s.

El ahorro de energía es significativo, ya que en la instalación anterior (inicialmente excelente) de la controladora 3990-3 con seis unidades de discos 3390, cuatro modelos B2C y dos modelos A2B, para alcanzar la capacidad

instalada cercana a la actual. Cada una de estas unidades consume energía equivalente a la unidad de almacenamiento Symmetrix instalada, es decir su consumo era de siete veces el consumo del equipo actual.

El ahorro de espacio físico es notorio ya que cada unidad de almacenamiento Symmetrix ocupa un área de  $(.925*.616) \text{ m}^2$  equivalente a  $.60 \text{ m}^2$ , en cambio cada unidad IBM aproximadamente ocupa un área de  $1 \text{ m}^2$ , requiriéndose un espacio de  $7 \text{ m}^2$  como mínimo para la instalación de estas unidades.

Las características como: consumo de energía, dimensiones, temperatura de trabajo, se dan a conocer en el anexo B de este trabajo.

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones.**

La mayoría de industrias de hoy en día, y en general las industrias que tienen que ver con el servicio al cliente directamente en cuanto a satisfacción de sus necesidades, requieren de un medio de almacenamiento de información que permita efectuar transacciones que no sean limitadas por horarios de atención, por diferencia de zonas geográficas que dificulten u obstaculicen la continuidad del negocio.

El acceso a la información en cualquier empresa o industria sea cual sea su actividad de negocio, se ha ido incrementando durante los últimos años, haciendo que la información se convierta en un activo muy importante que define una relación directa entre datos - negocio. Es por ello que es importante contar con una tecnología de almacenamiento de información que cumpla con lo siguiente: alta disponibilidad, integridad de información y protección máxima de la misma.

El tema tratado en esta tesis: “Estudio de sistemas abiertos de gran capacidad de almacenamiento con tolerancia a fallas”, si bien es un asunto de

importancia crítica, no es menos cierto que ella por si sola constituyen la solución final y completa para un usuario de grandes plataformas de información. Siempre será necesario ubicar la solución con características adicionales que permitan el funcionamiento normal de la referida solución: centro de cómputo adecuado con características de seguridad, alimentación de energía confiable (UPS, generador), medio ambiente probado (aire acondicionado, localización geográfica libre en lo posible de desastres naturales), plataformas de hardware, software probado, y procedimientos continuos de prueba y diagnóstico.

A pesar de que en el país las empresas e instituciones que usan grandes cantidades de información es relativamente poca, si se compara con otros medios, el tomar en cuenta que la información y su respectiva protección no son asuntos de segundo plano, no se limita exclusivamente a ese tipo de compañías. En cualquier lugar la pérdida de datos se puede convertir en un problema crítico por pequeño que sea la compañía o el medio en que se trabaje o labore. Por esto, este tema de tesis hace especial énfasis en soluciones actuales en cuanto a protección y almacenamiento de información.

En algunos casos el uso de una buena solución en cuanto al almacenamiento de información y su acceso puede redundar no únicamente en un medio más

rápido y de fácil uso, sino también en una alternativa válida como un recurso que permita ahorrar costos y adicionalmente incluso generar rentas al usuario. En este aspecto, es fácil definir un ejemplo como es la banca, donde al disminuir tiempo en procesos normales al utilizar una mejor tecnología, se puede ampliar el horario de atención al cliente y ubicar procesos adicionales en la parte comercial.

Las responsabilidades de un administrador de informática de una empresa o institución ya no se pueden limitar únicamente a la revisión rutinaria de los equipos, de la plataforma de software instalada y de los procesos definidos para el uso de éstos recursos de la empresa. Se deben añadir ahora los requerimientos que atañen a la búsqueda de soluciones informáticas que ayuden a mejorar el rendimiento de los recursos ya implementados, adicione funcionalidades nuevas y generen una mejor relación costo - beneficio.

En definitiva la tecnología crece con un desarrollo continuo y sostenido, soluciones de almacenamiento de información e implementación del mismo siguen en investigación y búsqueda de alternativas. En el futuro los nuevos dispositivos con sus respectivas características en hardware y software darán al usuario un mejor rendimiento dependiendo de sus necesidades, pero siempre será imperativo tomar en cuenta la capacidad de cada administrador o

responsable del área en usar su propia creatividad e imaginación, para entender y encontrar la mejor solución a su medio ambiente y requerimientos.

La principal razón de tener instalado un sistema tolerante a fallas es la de disminuir el tiempo fuera del equipo, logrando con esto que los usuarios de este tipo de equipo cuenten siempre con su servicio.

Para la instalación de cualquier sistema de almacenamiento se debe tomar en cuenta la capacidad total requerida y la capacidad de crecimiento en almacenamiento del equipo, para que en el futuro no se tenga problemas de espacio disponible para almacenamiento en los volúmenes definidos.

Con una configuración de recuperación a desastres, se tiene a más de un sistema tolerante a fallas, un respaldo completo en línea de los datos en un lugar apartado del centro de cómputo.

Las unidades de almacenamiento que solamente pueden ser conectadas a los mainframe por medio de canales paralelos, tienen una velocidad de transferencia de información entre el mainframe y los discos de máximo 4.5 MB/s, la sustitución de éstas unidades por las Symmetrix permite que se pueda cambiar la conexión de canal paralelo a canal serial (ESCON), o

realizar una conexión utilizando los dos canales, lográndose una velocidad máxima de transmisión de datos de 20 MB/s.

Las unidades de almacenamiento con tolerancia a fallas, tienen la característica de permitir el acceso a los datos a pesar de que la unidad presente algún daño en cualquiera de sus componentes internos, como son: discos, tarjetas, buses (cables de datos) o fuentes de poder.

La mayoría de estas afirmaciones se han confirmado a través del por ejemplo del sistema instalado en la empresa de la que se presenta en el contexto de la tesis.

## **5.2 Recomendaciones.**

Dentro de la presente tesis se habla acerca de varios tópicos en cuanto a nueva tecnología y nuevos requerimientos dentro de lo que significa almacenamiento masivo de información y protección del mismo. Se pueden abrir nuevos temas en los cuales se puede profundizar a fin de brindar un mayor soporte al tema tratado en la tesis. Se podría extender este trabajo en lo que significa para cualquier tipo de negocio la continuidad del mismo, el

concepto de toma de decisiones en línea y adicionalmente el problema que podría representar en ciertos sistemas el cambio de milenio.

La información en varios ámbitos del mundo moderno configura grandes cantidades de la misma. Su almacenamiento y salvaguarda constituyen una necesidad urgente. En caso de un desastre mayor, su recuperación podría ser imposible y la falta del mismo constituir un grave perjuicio para cualquier institución actual. Por lo anteriormente descrito es vital recurrir al empleo de tecnologías, procesos y servicios disponibles a fin de efectuar un análisis adecuado de la mejor solución que prevenga los problemas e inconvenientes anteriormente citados.

Si una empresa tiene equipos tolerantes a fallas, no implica que su información se encuentra totalmente segura, por lo que se recomienda realizar un plan de respaldo de la información.

En un centro de cómputo que se disponga de un mainframe IBM conectado a sus dispositivos de almacenamiento por medios de canales paralelo, se recomienda verificar la posibilidad de conectar estas unidades por medio de canales ESCON para así mejorar la velocidad de transferencia de la

información de 4.5 MB/s a 20 MB/s, para con esto mejorar el tiempo de ejecución de los procesos.

Si se realiza una instalación de las unidades Symmetrix para sistemas con interface SCSI, se debe configurar los volúmenes lógicos con la emulación correspondiente al sistema operativo instalado en el host.

Tomando en cuenta que la información de una empresa es vital para su desarrollo y funcionamiento, es importante que se tenga un cuidado especial al o los equipos donde se tiene instalada esta información.

## Glosario

En este glosario se explica la mayoría de los términos utilizados en el desarrollo de este tema de investigación, estos términos se los utiliza en su mayoría para definir lo referente a las unidades de almacenamiento Symmetrix de EMC.

Caché	Grabado electrónico de acceso aleatorio usado para mantener los datos más frecuentemente usados del disco para obtener un acceso rápido por el canal.
Camino de enlace	Conexión de fibra óptica entre dos unidades Symmetrix. Un mínimo de dos hasta un máximo de ocho (Link Path) pueden existir entre dos unidades.
D/R	Recuperación a desastres (Disaster Recovery)
Diagnostico	Prueba a nivel de sistema o Firmware diseñado a inspeccionar, detectar y corregir componentes con falla. Estas pruebas son amplias y auto-invocadas.
Dirección del dispositivo ID	El valor hexadecimal único que define a un dispositivo físico de entrada y salida en un camino de canal en un medioambiente MVS.
Director de canal	El componente en el subsistema Symmetrix que es la interface entre el canal del host y el sistema de almacenamiento de datos, Este transfiere datos entre el Canal y la caché.
Director de disco	El componente en el subsistema Symmetrix que hace la interface entre la caché y el dispositivo de disco.
Dispositivo I/O	Una unidad de entrada y salida direccionable, así como un dispositivo de disco.
Escritura rápida	Es una operación de escritura a la velocidad de la caché que no requiere transferencia de datos al disco. Los datos son escritos directamente a la caché y están disponibles para más tarde.

Espejo (Mirroring)	El Symmetrix mantiene dos copias idénticas de volúmenes designados en discos separados. Cada volumen automáticamente actualiza durante la operación de escritura. Si un disco falla, el Symmetrix automáticamente usa el otro dispositivo de disco.
IML	Initial Microcode Program Load Carga inicial del programa microcódigo
Lectura Hit	Los datos requeridos por una operación de lectura que está en caché.
Lectura Miss	Los datos requeridos por una operación de lectura que no está en caché.
Modo Sincrónico	Un modo de operación del SRDF que asegura 100 % de sincronización al realizar la copia en las dos unidades Symmetrix. Este es un modo sincrónico de operación. Las aplicaciones son notificadas que un requerimiento de I/O es completado cuando la unidad Symmetrix remota reconoce que el dato esta seguro en caché.
Par espejo	Un volumen lógico compuesto de dos dispositivos físicos sobre los cuales los datos son grabados dos veces uno en cada dispositivo.
R1	Ver <i>Volumen fuente</i> .
R2	Ver <i>Volumen destino</i> .
RLD (Remote Link Director)	Cada sistema Symmetrix requiere un mínimo de dos y un máximo 8 RLD dependiendo del modelo del Symmetrix a utilizarse. Cada RLD maneja dos conexiones de fibra ESCON. Cada RLD puede funcionar un simple I/O a la vez de sus pares RLD en la unidad remota Symmetrix
Reemplazo dinámico	Una característica de Symmetrix que automáticamente transfiere datos de un dispositivo de disco con falla a un dispositivo de disco en espera disponible sin afectar la disponibilidad de los datos. Esta característica soporta todos los dispositivos en el subsistema Symmetrix.
SRDF	Symmetrix Remote Data Facility. SRDF consiste de microcodigo y hardware requerido para soportar la copia remota en la unidad Symmetrix.
SSID	Subsystem ID. Para la emulación del control de almacenamiento 3990, este valor identifica los componentes físicos de un subsistema lógico de almacenamiento. El SSID debe ser un único número en el subsistema del host. Este debe ser un número par y principiar en un cero.

Stage	Proceso de escritura de datos desde un dispositivo de disco a caché.
Volumen destino (R2)	Un volumen lógico que está participando en una operación de SRDF. Este reside en la unidad Symmetrix remota. Este es el par de una unidad lógica fuente residente en la unidad Symmetrix localmente recepta todas las escrituras de datos desde el par imagen. A este volumen no se tiene acceso por las aplicaciones de los usuarios en operaciones normales de I/O.
Volumen fuente (R1)	Un volumen lógico que participa en una operación SRDF. Este reside en la unidad Symmetrix local. Todos los CPUs conectados al Symmetrix pueden acceder al volumen fuente para operaciones de lectura/escritura. Todas las operaciones de escritura a este volumen son copiadas a la unidad Symmetrix remota.
Volumen lógico	Una unidad de almacenamiento direccionable por el usuario. En el subsistema Symmetrix el usuario puede definir múltiples volúmenes lógicos en único dispositivo de disco físico.
XDF (Característica de distancia extendida)	Característica de los canales del host que permite conectar cable de fibra óptica Single-mode

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- EMC Corporation, “Symmetrix Model 52XX Product Manual”, Junio 1997
- EMC Corporation, “Symmetrix Model 54XX / 34XX Maintenance Manual”, Primera edición, Agosto 1997
- EMC Corporation, “Symmetrix Hardware Road Map”, Primera edición, Julio 1996
- EMC Corporation “Technical documentation” Symmetrix CD-ROM Edition for Windows, Rev. D 1997
- EMC Corporation “Enterprise Storage tutorial ” 1997
- HP HEWLETT PACKARD, “Associate Training Kit Advance Net” 1998
- IBM “Universal Sales Manual CD-ROM” Marzo 1994
- COMPAQ, “Compaq QuickFind Support reference Library”, Noviembre 1997
- COMPAQ, “Compaq QuickFind Support Reference Library”, Enero 1998
- COMPAQ, “Compaq QuickFind Support Reference Library”, Febrero 1998

- COMPAQ, "Compaq QuickFind Support Reference Library", Noviembre 1998

- COMPAQ, "Compaq QuickFind Support Reference Library", Diciembre 1998

- COMPAQ, "The Compaq Backup Solutions Guide", Volumen 2, Enero 1998

- Microsoft, "Networking Essentials", publicado por Microsoft Press, Washington 1996

- Charlie Russel y Sharon Crawford, "Guia completa de Windows NT Server 4.0", Traducido de la primera edición en Inglés de "Running Windows NT Server 4.0", McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.U. 1997

## **Anexo A**

### **Componentes de los sistemas de almacenamiento Symmetrix**

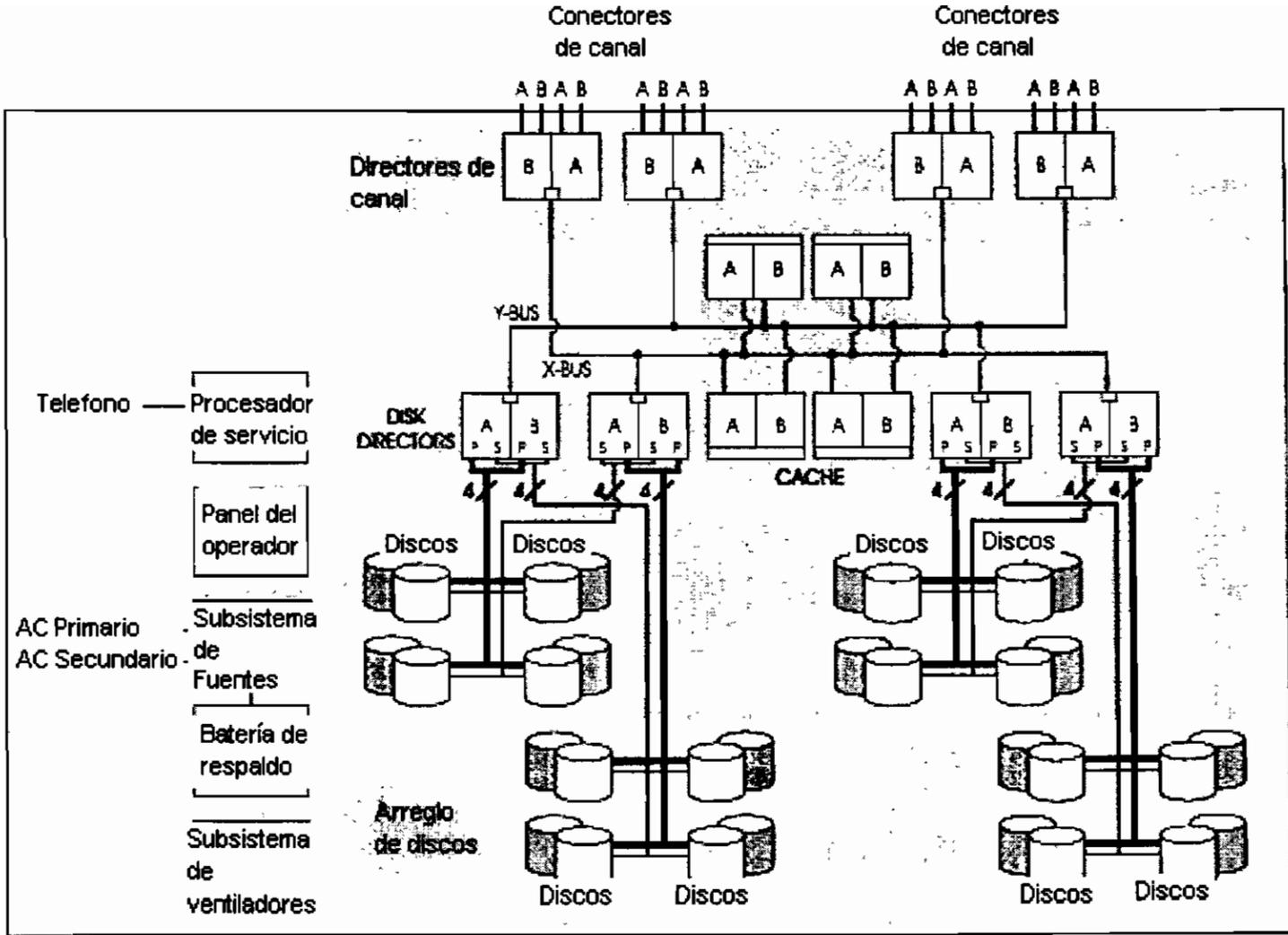
En este anexo se da a conocer gráficamente la estructura en bloques de una unidad de almacenamiento Symmetrix, los componentes principales de hardware como son: directores, memoria, swichs de cada una de las tarjetas, adaptadores, discos, batería y fuentes de poder.

En la figura A.1 se presenta un diagrama de bloques, donde se puede observar los componentes de la unidad de almacenamiento, y su arquitectura redundante que se tiene para datos y fuentes de poder.

#### **A.1 Diagrama de bloques de una unidad de almacenamiento 54xx/34xx**

Los Directores de canal, de disco y memoria caché manejan las funciones de control de almacenamiento sobre los dispositivos de disco, desde el procesador de servicio el administrador del sistema puede: cargar micro-código en los directores, realizar cambios en la configuración del sistema, y monitorear todos los elementos que forman parte del subsistema de almacenamiento.

Figura A.1 Diagrama de bloques del Symmetrix 54xx/34xx



## A.2 Componentes internos

En este numeral se describe los componentes de las unidades de almacenamiento Symmetrix. En la figura A.2 se tiene una vista frontal y posterior de la unidad 54XX/34XX.

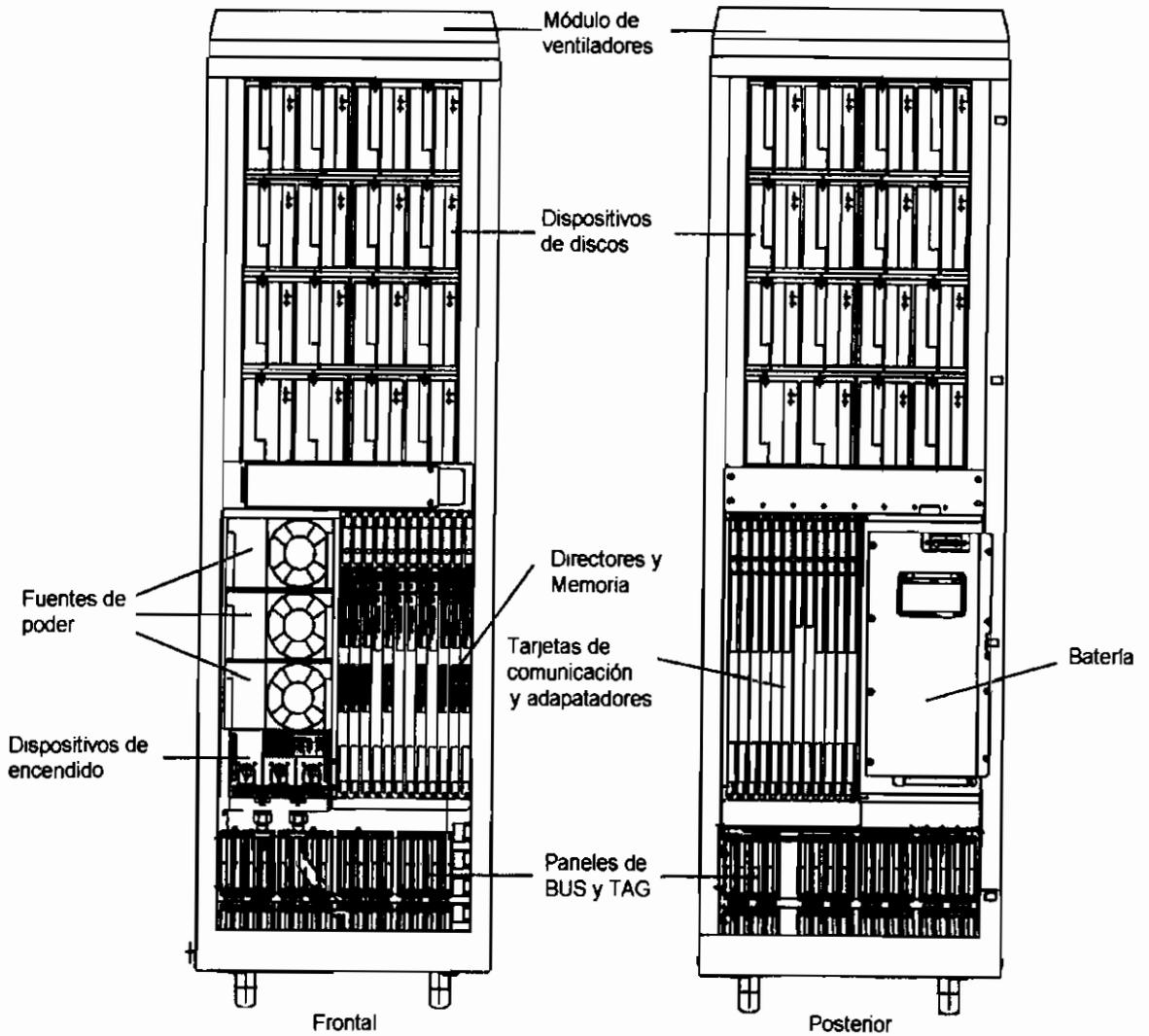


Figura A.2 Componentes internos.

En la figura A.2 se presenta el modelo 5400/3400, estos tienen una capacidad máxima para 32 discos, los modelos 5430/3430 y 5700 tienen una capacidad de 96 y 128 discos respectivamente.

**Módulo de Ventiladores.** Este módulo contiene ventiladores para mantener una circulación de aire y una temperatura adecuada en el interior de la unidad.

**Dispositivos de discos.** Estas unidades disponen de localidades para la colocación y conexión de discos en la parte frontal y posterior de la unidad, como ya se explico anteriormente los modelos 5400/3400 soportan un máximo de 32 discos de 5.25 pulgadas, las unidades 5430/3430 de 96 discos de 3.5 pulgadas, y las unidades 5700 de 128 discos de 5.25 pulgadas.

**Subsistema de fuentes.** Este se encuentra conformado por las fuentes de alimentación y el sistema de encendido. El sistema de encendido se conecta a dos líneas de alimentación de corriente alterna, una primaria y otra secundaria. Las tres fuentes operan en una configuración redundante paralela.

**Batería.** Esta unidad mantiene la energía en caso de que este sistema se quede sin alimentación de corriente alterna.

**Tarjetas de directores y memoria.** En esta unidad se pueden colocar en la parte frontal 12 tarjetas entre directores y memoria, y tarjetas adaptadoras de canal en la parte posterior. En la parte frontal se puede configurar 8 directores y 4 tarjetas de memoria, o 10 directores y 2 de memoria.

**Conectores de Bus y Tag.** Estos son conectores usados para los cables de bus y tag que sirven para la comunicación paralela con el host.

### **A.2.1 Localización de tarjetas.**

En la figura A.3 Y A.4 se muestran la localización de las tarjetas de la parte frontal y posterior de la unidad de almacenamiento. En la parte frontal se conectan las tarjetas de memoria, y directores de canal y disco.

En la parte posterior se conectan los adaptadores de canal, las tarjetas de comunicación y las tarjetas adaptadoras de disco conocidas también como dual-initiator.

Todas las tarjetas de memoria, adaptadores, directores y de comunicación se insertan por rieles guías, las cuales permiten conectar a estas en el backplane.

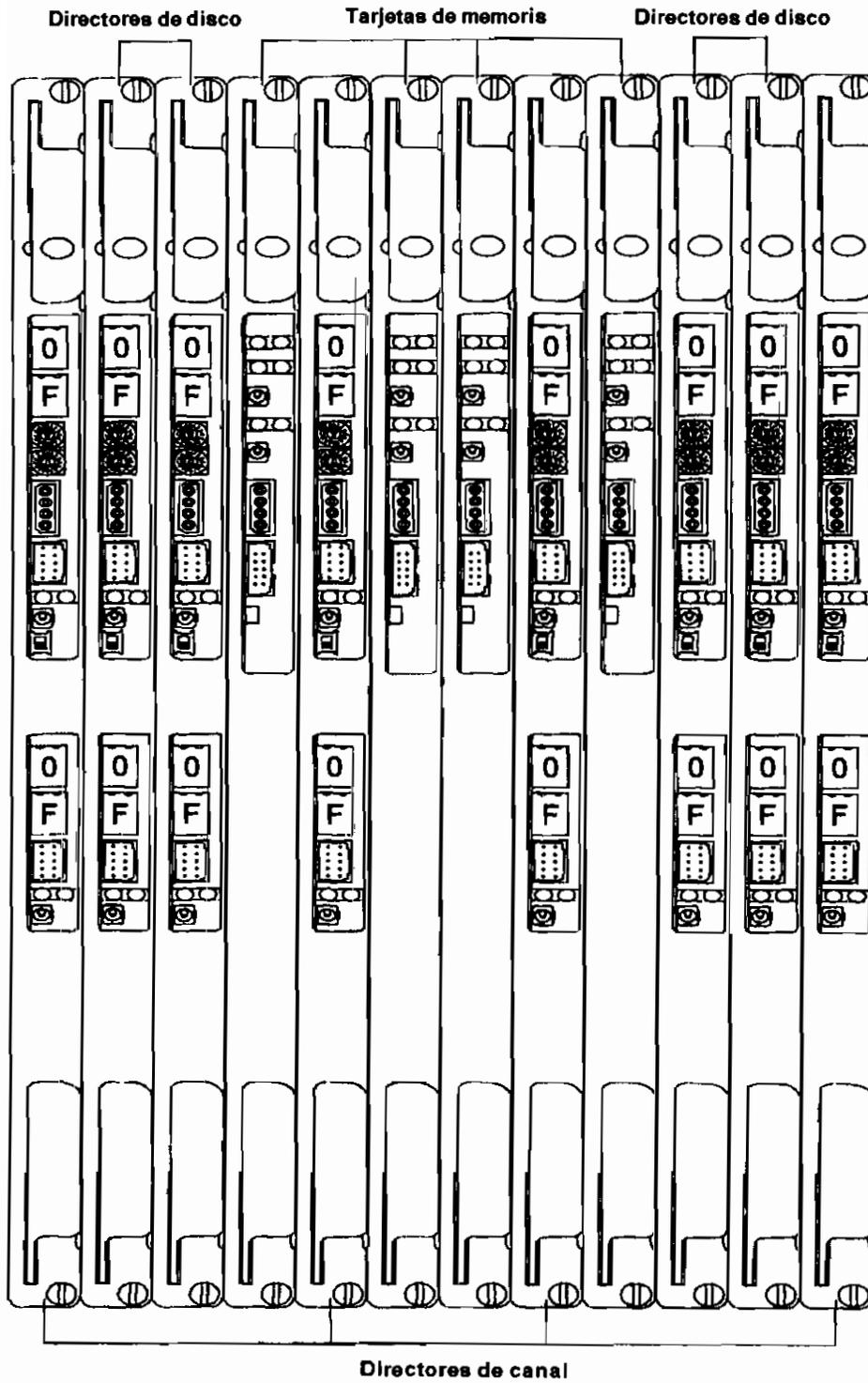


Figura A.3 Vista frontal de la posición de tarjetas.



## Directores

Los directores de canal y de disco proveen una interface entre los canales del host y los dispositivos de disco. Normalmente los directores de canal ocupan las localidades de la parte frontal 0, 4, B, y F, en configuraciones especiales también pueden ocupar las localidades 3 y C.

Los directores de disco normalmente ocupan las localidades 1, 2, D, y E. La figura A.5 muestra los componentes de la parte frontal de una tarjeta director para los modelos Symmetrix 34XX/54XX.

Esta tarjeta tiene las siguientes funciones de control:

**Switch de reset.** Es un pequeño switch colocado bajo la palanca de desconexión de la tarjeta, cuando este es presionado, empieza una reinicialización de la tarjeta, para acceder a éste es mediante un pequeño agujero en la palanca de desconexión superior.

**CU Display.** En este display se muestra un número hexadecimal, este puede ser código de error o de funcionamiento normal. Cuando se esta ejecutando una prueba al director, este muestra el código correspondiente a esa prueba. Cuando el sistema de almacenamiento está en línea este campo muestra el

valor en hexadecimal del volumen de disco al cual se esta accediendo durante una operación de entrada y salida. El procesador A utiliza el CU display y controles de la parte inferior y el procesador B el superior de la tarjeta, como se muestra en la figura A.5.

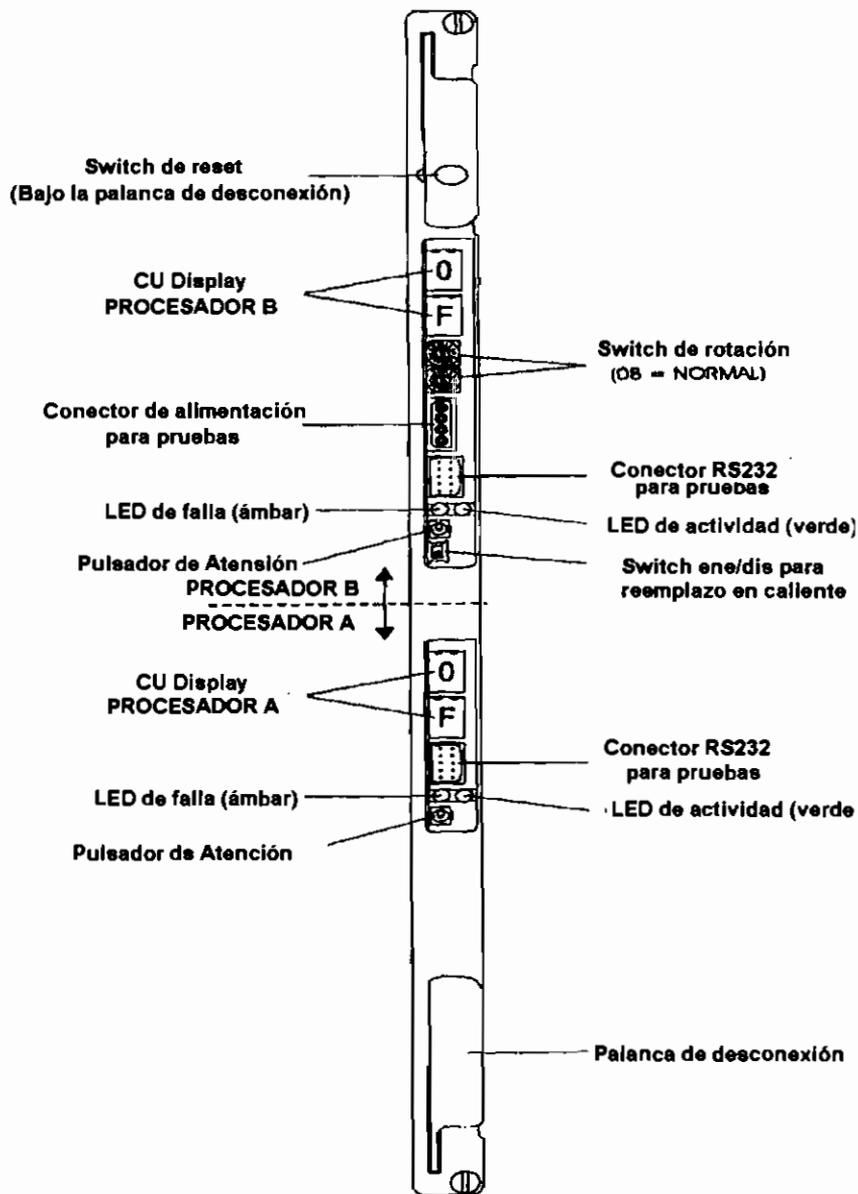


Figura A.5 Tarjeta de un director de canal o disco.

**Switch de rotación.** Este es utilizado para la realización de pruebas del director, con este se selecciona el número de una prueba específica a realizarse, la posición normal es “8”.

**Conector de alimentación para pruebas.** Este conector es de 4 pines. Acepta voltaje de entrada de 5 V, este es utilizado para la realización de prueba sin que el director este conectado al backplane.

**Conector RS232.** Este conector permite ejecutar diagnósticos a un nuevo director y descargar el microcódigo a las tarjetas antes de que ésta sea conectada en el backplane.

**LEDs.** El LED verde, cuando se encuentra encendido indica que la tarjeta está encendida y no se ha detectado alguna condición de falla. El LED ámbar, cuando se enciende indica condición de falla.

**Pulsador de Atención.** Este es un pequeño pulsador, cuando este es presionado envía una interrupción al host.

**Switch ena/dis.** Es un pequeño switch para habilitar o deshabilitar el director en el backplane.

Este switch no tiene la misma acción que el switch del panel del operador ya que este último habilita o deshabilita la interface de comunicación con el host. Normalmente este switch se encuentra en la posición hacia abajo (habilitado), este es movido a la posición hacia arriba (deshabilitado) cuando se va a realizar un reemplazo en caliente o cuando el director se encuentra fuera del backplane.

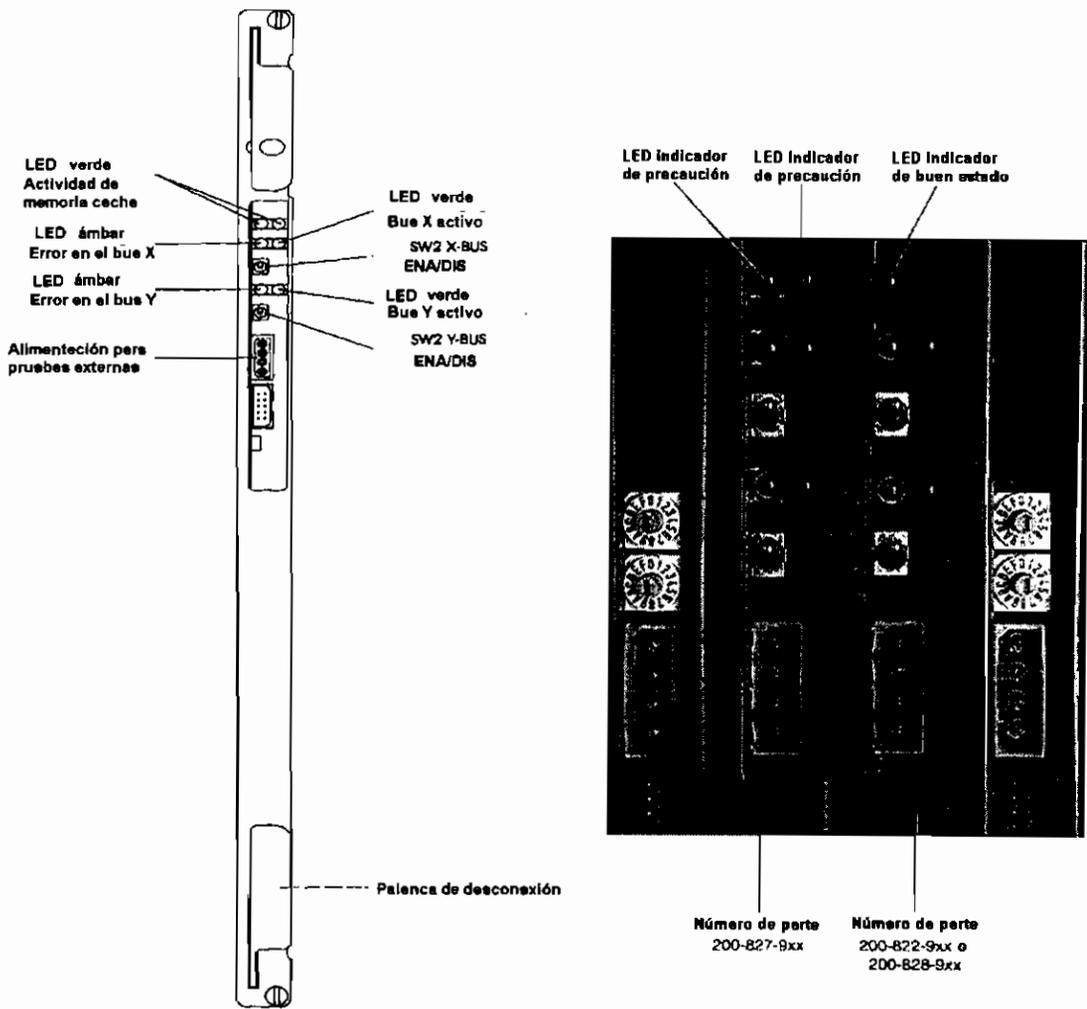


Figura A.6 Tarjeta de memoria.

## **Memoria.**

Las tarjetas de memoria tienen los siguientes diodos y switches en su parte frontal, estas tarjetas se muestran en la figura A.6.

**LED verde (Actividad de memoria caché).** Cuando está encendido, indica que la tarjeta está prendida y no presenta una condición de falla.

**LEDs verdes (X-Bus o Y-Bus).** Cuando está encendido indica que los buses X Y no presentan condición de falla.

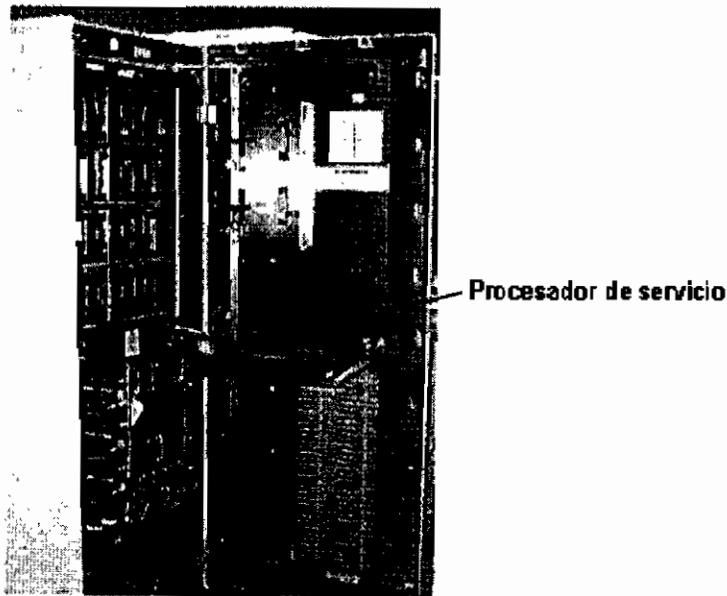
**LEDs ámbar (X-Bus o Y-Bus).** Cuando está encendido indica que se encontró alguna condición de falla o error en el bus.

**Switch ENA/DS X-Bus o Y-Bus.** Este es utilizado para habilitar (posición hacia arriba) o deshabilitar (posición hacia abajo) la tarjeta de memoria del bus en el backplane.

**Conector de alimentación externa.** Este conector es de 4 pines y acepta voltajes de 5 VDC, este es utilizado únicamente para pruebas cuando la tarjeta se encuentra desconectada del backplane.

## **Procesador de servicio.**

Esta es una computadora la que permite descargar la configuración de la unidad de almacenamiento hacia los directores, provee utilidades de diagnostico y mantenimiento del EOS. Este se conecta a la unidad por medio de una red ethernet y un hub, y a través del puerto paralelo a las tarjetas de comunicación. Este utiliza un modem externo para comunicación directa con el centro de servicio y soporte de EMC. Este se encuentra ubicado en la parte posterior de la puerta frontal de la unidad, como se puede observar en la figura A.7.



**Figura A.7 Procesador de servicio.**

## **Paneles del operador.**

Las unidades de almacenamiento Symmetrix 34xx/54xx tienen dos paneles del operador, uno para los directores de canal y otro para los directores de disco. Estos paneles muestran la actividad presente, y el estado de cada director. La figura A.8 muestra los principales componentes del panel de los directores de canal, y la figura A.9 lo correspondiente a los directores de disco.

**Panel del operador de los directores de canal.** Este es localizado en la parte frontal de la unidad, cada director de canal conectado directamente a uno de los displays.

En este panel muestra la actividad y estado de cada director de canal.

**LED indicador de encendido.** Este indica que los directores de canal están prendidos y en operación.

**LED indicador de actividad.** Indica la actividad del canal cuando este está encendido, e indica que operaciones de I/O están en progreso.

**Switch ENABLE/REMOTE/DISABLE.** Este switch coloca una interface de canal en línea o fuera de línea o coloca al canal bajo el control de un dispositivo remoto.

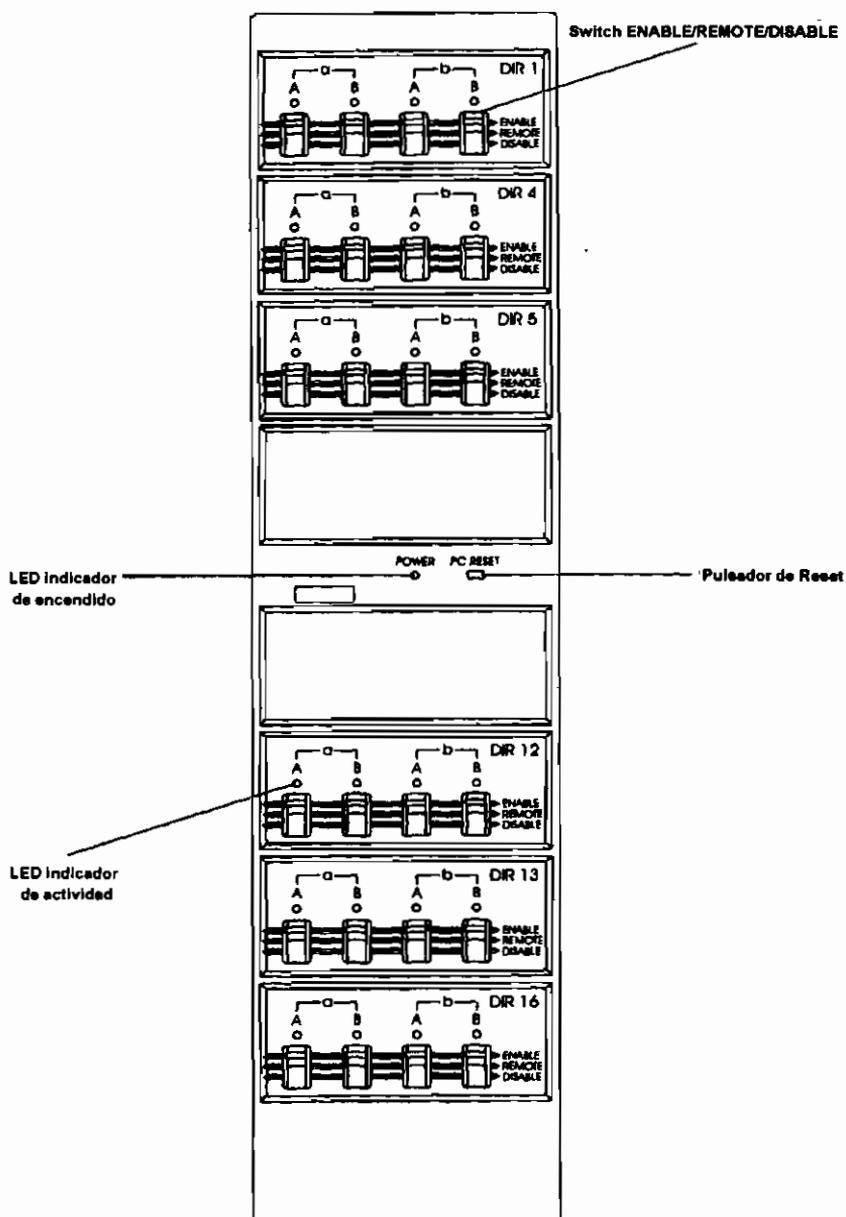


Figura A.8 Panel del operador de los Directores de canal

**Panel del operador de los directores de disco.** Este se encuentra ubicado en la parte posterior de la puerta frontal de la unidad. Cada director de disco es conectado directamente a cada uno de los displays.

Este panel tiene un switch ENABLE/DISABLE por cada director de disco. Este switch habilita o deshabilita el director de disco en el subsistema Symmetrix. Cuando un director de disco es deshabilitado el host ve a todos los discos conectados a ese director como no listos o fuera de línea, por lo que se tiene un mensaje de error.

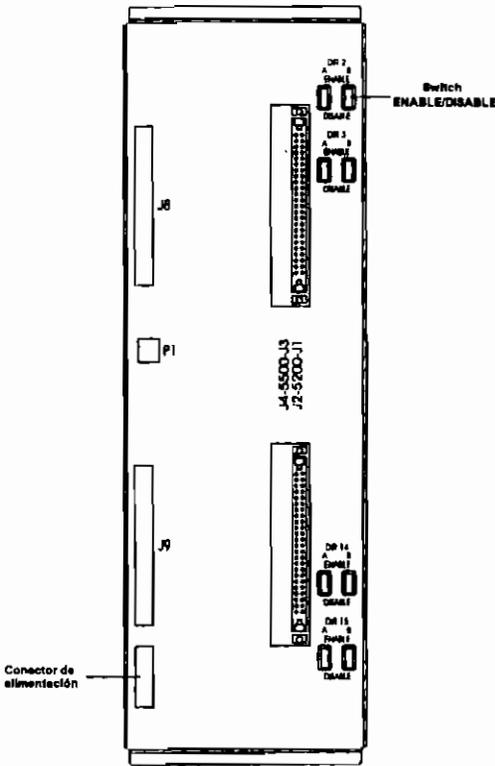


Figura A.9 Panel del operador de los directores de disco.

## Dispositivos de discos.

Las unidades Symmetrix 34xx/54xx contienen un máximo de 32 discos de 5.25 pulgadas de 23 GB de capacidad y 96 discos de 3.5 pulgadas de 9 GB de capacidad. Los discos de 5.25 pulgadas ocupan las direcciones desde el 0 hasta el 3 en cada bus SCSI, y los discos de 3.5 pulgadas las direcciones desde el 0 hasta el 5 en cada bus SCSI.

LEDs. Cada disco tiene dos LEDs, uno color verde y otro ámbar, el verde indica el encendido y la actividad del disco, el ámbar indica que el dispositivo se encuentra con algún defecto y este debe ser reemplazado. La figura A.10 y A.11 muestra los discos de 3.5 y 5.25 pulgadas respectivamente.

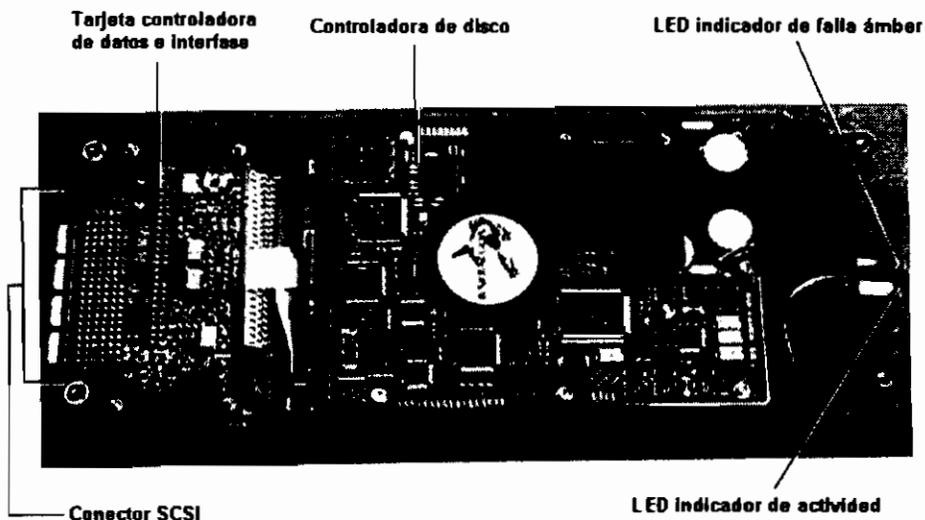


Figura A.10 Dispositivo de disco de 3.5 pulgadas sin cobertor.

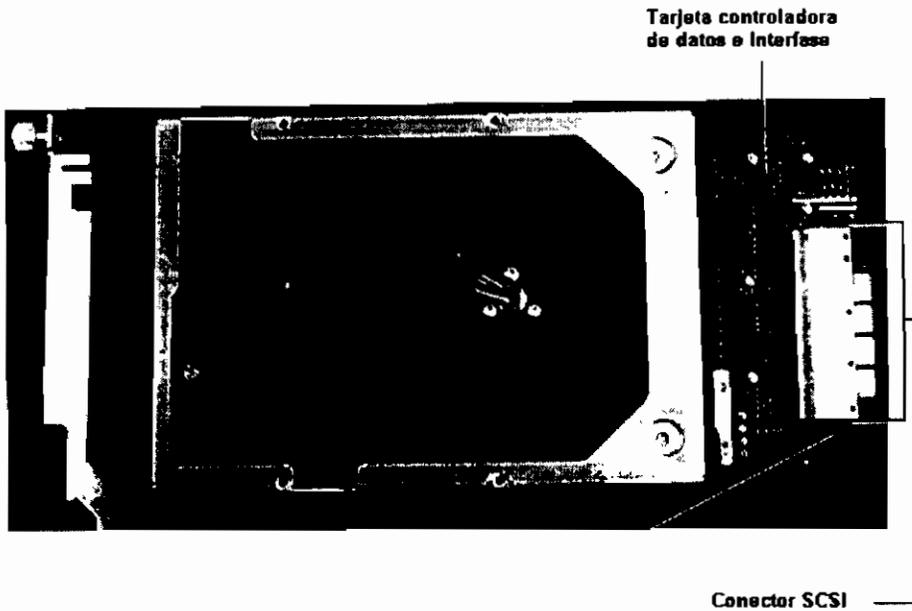


Figura A.11 Dispositivo de disco de 5.25 pulgadas con cobertor.

### **Subsistema de fuentes.**

El subsistema de fuentes consiste de varios componentes.

- Subsistema de interruptores y breakers.
- 3 Fuentes de poder (PS1, PS2, PS3)
- 1 Bateria
- 2 Tarjetas de comunicaci3n

**Subsistema de interruptores y breakers.** Las siguientes son las funciones de este elemento:

- Proveer redundancia de alimentación de corriente alterna, teniendo acometida principal y secundaria.
- Filtrar la interferencia electromagnética.
- Monitorear los voltajes de las entradas de corriente alterna primaria y secundaria.
- Capacidad de conexión y desconexión de las fuentes de alimentación de las entradas de alimentación AC.
- Protección a sobrecorrientes con un circuito de breakers, localizado en la parte frontal del subsistema de alimentación.

Este subsistema usa una simple fase AC de alimentación a la vez. La transferencia de alimentación se da si la fase primaria no tiene voltaje o si se encuentra bajo los 176 VAC, si la fase auxiliar o secundaria no se encuentra o esta bajo los 176 VAC esta transferencia no ocurre. Con los tres breakers localizados en la parte frontal como muestra la figura A.13 permite apagar cualquiera de las fuentes de alimentación independientemente.

Desde estos breakers, se distribuye la alimentación de 180 – 264 VAC para cada una de las fuentes de alimentación.

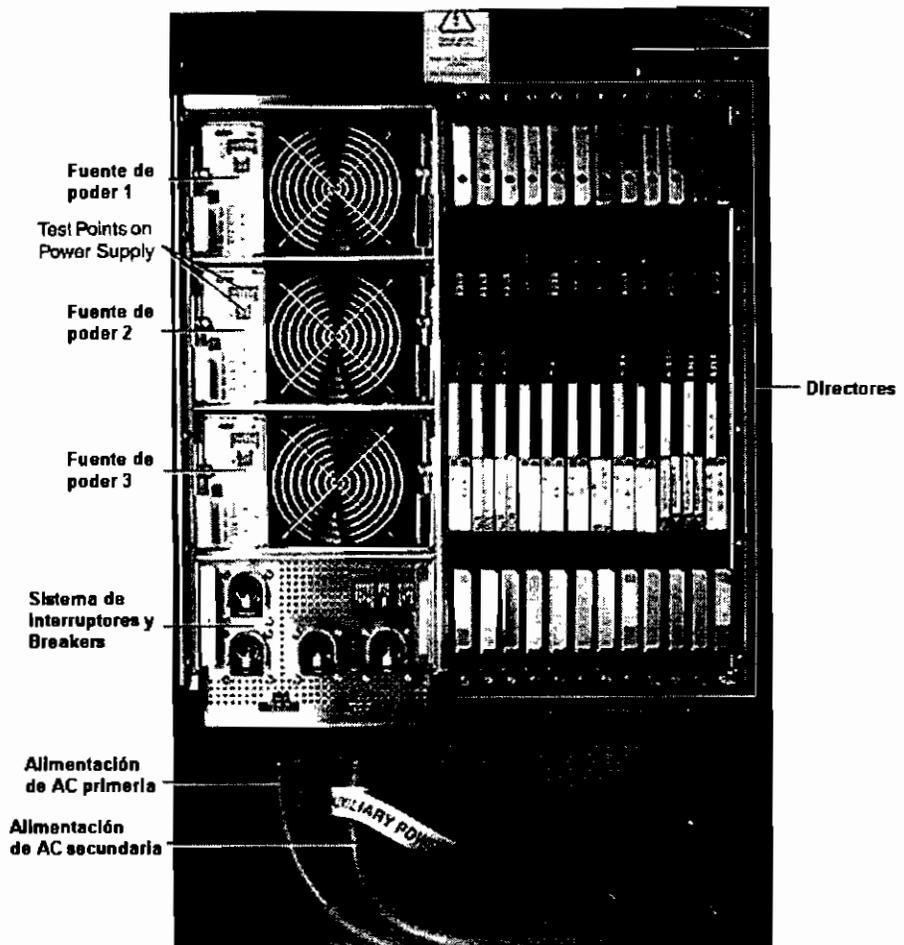


Figura A.12 Subsistema de alimentación y vista frontal de la ubicación de los directores.

### Batería.

Esta unidad (figura A.13) mantiene la alimentación a la unidad de almacenamiento en caso de:

- Pérdida de las dos acometidas de alimentación al subsistema de fuentes, o cuando se detecta algún defecto en las fuentes de alimentación.
- Cuando en las dos acometidas se tiene un voltaje menor a 176 VAC

Cuando existe la pérdida de alimentación de AC, Symmetrix obtiene potencia de la batería, con esto se inicia una escritura rápida de la memoria caché a las unidades de disco. La unidad de almacenamiento determina el tiempo que la batería puede mantener la potencia antes de que empiece la secuencia de apagado de la unidad.

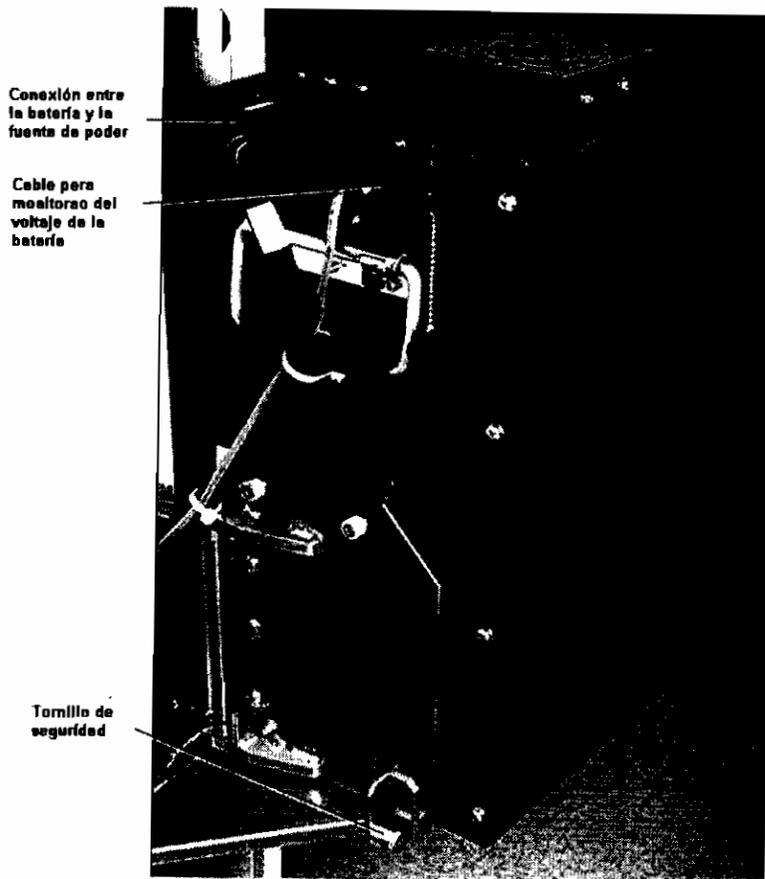


Figura A.13 Batería

Cuando retorna la alimentación AC, la señal de control (CHG STATE) se pone en 1 lógico y el subsistema de fuentes empieza a recargar la batería. La razón de descarga/carga es 1/50. Con esta razón por ejemplo si la descarga de la batería fue de 3 minutos, se necesitan 150 minutos para que la batería se encuentre completamente cargada.

### **Tarjetas de comunicación.**

La unidad de almacenamiento Symmetrix tiene dos tarjetas de comunicación (figura A.14) que proveen la interface entre el subsistema de fuentes de alimentación y los directores.

Una tarjeta, generalmente la izquierda actúa como principal, manteniendo a la otra disponible para redundancia. Se puede comunicar con la tarjeta de comunicación mediante el procesador de servicio con una interface desde el puerto paralelo al backplane. Las siguientes son funciones de la tarjeta de comunicación:

- Realiza la comunicación vía RS232 entre el procesador de servicio y los directores de canal.
- Mide y monitorea los voltajes máximos y mínimos de las fuentes de poder
- Monitoreo de errores y estado del subsistema de fuentes de alimentación

- Selección del voltaje de canal análogo
- Conversión del voltaje análogo y función de lectura de respaldo
- Reinicialización de los directores, monitoreo local y capacidad de deshabilitar la interface
- Da toda la información referente a la unidad al procesador de servicio

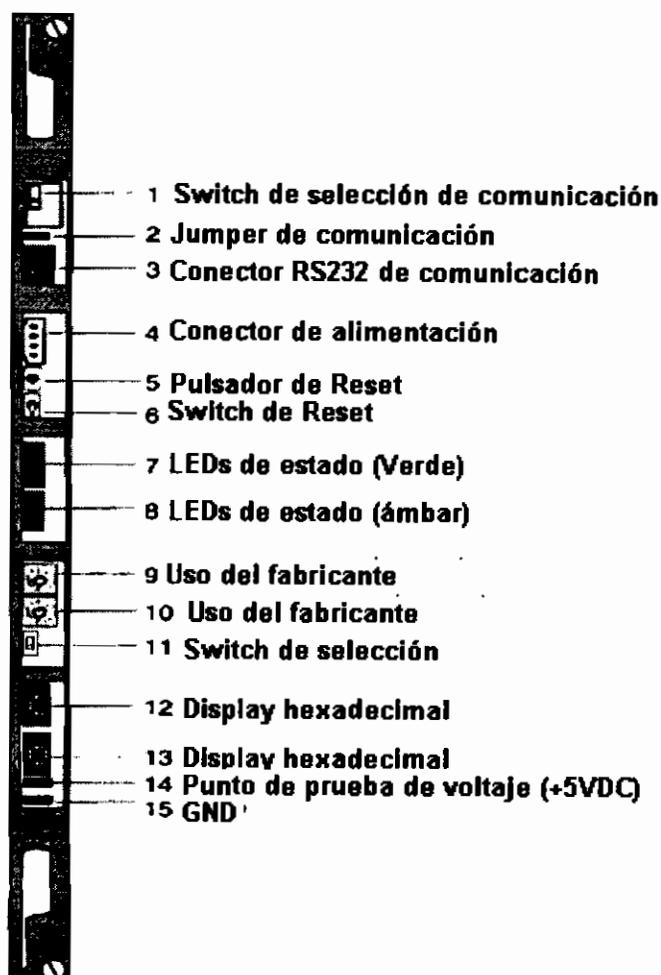


Figura A.14 Tarjeta de comunicación.

**Switch de selección de comunicación.** Este permite seleccionar el tipo de comunicación con el procesador de servicio, puede ser por puerto paralelo, red, o serial.

**Jumper de comunicación.** Cuando este jumper se encuentra presente indica que existen dos tarjetas de comunicación presentes, en caso contrario existe solamente una.

**Conector de comunicación RS232.** Este es usado para conectar directamente al puerto RS232 de los directores para la realización de pruebas.

**Conector de alimentación.** Es utilizado para la realización de pruebas y para el reemplazo en caliente de la tarjeta de comunicación.

**Switch de selección.** Este switch permite el uso o no de los márgenes máximo y mínimo de voltaje. La posición normal es hacia abajo la que no permite los márgenes de voltaje.

**Punto de prueba de voltaje y GND.** Estos dos puntos son para la verificación de 5 voltios VDC en la tarjeta.

## Anexo B

### Especificaciones para sistemas abiertos de las unidades de almacenamiento Symmetrix.

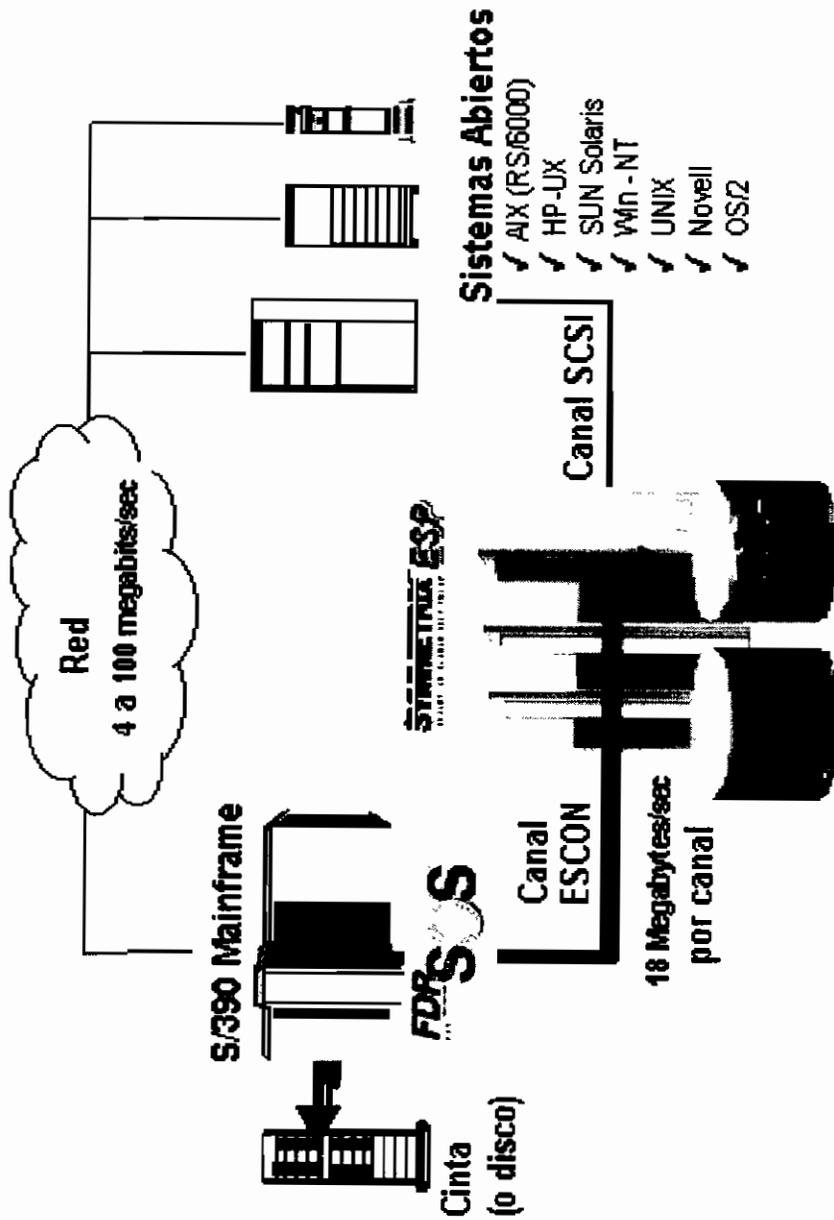


Figura B.1 Diagrama de sistemas abiertos con las unidades de almacenamiento Symmetrix

Como se puede observar en la figura B.1, los sistemas de almacenamiento Symmetrix pueden ser conectados a una gran variedad de sistemas como son Mainframe IBM, AS/400, servidores con diferentes sistemas operativos, con interface SCSI; en la tabla B.1, se podrá ver más a detalle cuáles son las marcas y sistemas operativos a los que se pueden conectar estas unidades.

FABRICANTE	SISTEMA o MODELO	SISTEMA OPERATIVO RECONOCIDO
DEC	Alpha server Modelos 3000 AXP, 1000, 2000, 2100, 8200, y 8400	Digital UNIX V3.2
DEC	Alpha server Modelos 1000, 2000, 2100, 8200, 8400	Open VMS V6.2, .Win.NT 3.5
HP	3000	MPE/ix 5.0
HP	9000/700 series	HP-UX 9.0-5
HP	9000/800 series: E,F,G,H,I,T500,K	HP-UX 9.04
IBM	AS/400	OS/400 V2R3
IBM	RS/6000	AIX3.2.5
IBM	SP	AIX3.2.5
NCR	34XX, 35XX, 36XX,5100	UNIX SVR4
Pyramid	Nile	Datacenter Osx
Sequent	Symmetry 2000, 5000	DYNIX/ptx 2.1.5
Siemens-Nixdorf	RM 400/600	SINIX V5
Silicon Graphics	Challenge S,L,DM,XL	IRIX 5.3
Sun	SPARCserver y SPARCcenter	SunOs 4.1.3, Solaris 2.3
Sun	Ultra SPARCserver y UltraSPARCcenter	Solaris 2.5
Servidores basados en Intel	Todos	Novel 3.12, Win NT 3.5, o OS/2 2.1

Tabla B.1 Fabricante, equipo, y sistema operativo que soportan las unidades de almacenamiento de discos SYMMETRIX

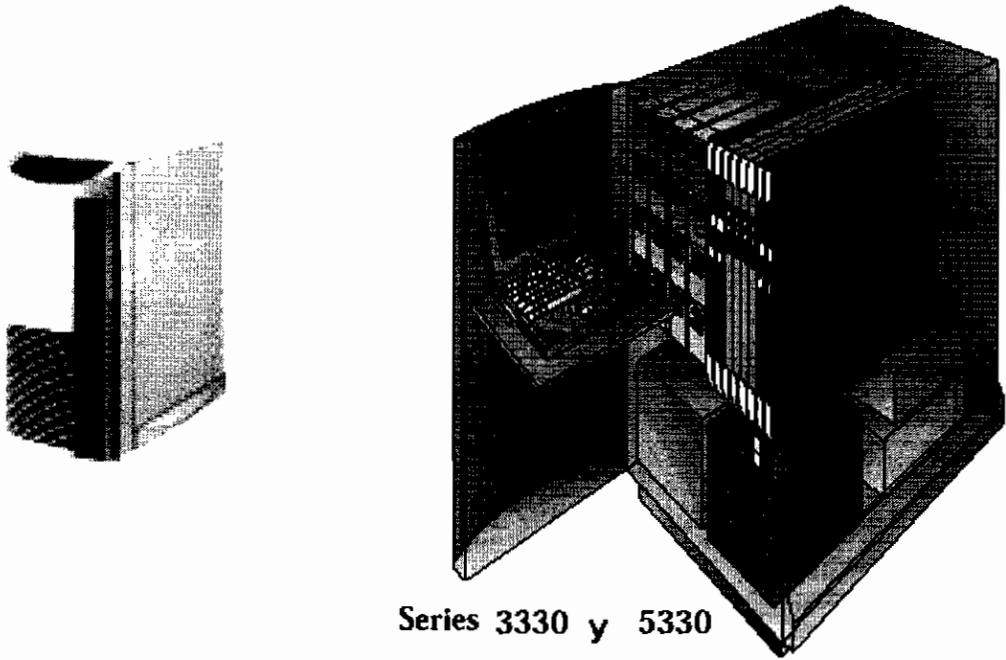


Figura B.2 Unidad de almacenamiento Symmetrix 5330/3330.

	SYMMETRIX 3330	SYMMETRIX 5330
Número de discos	32 de 9GB	32 de 9GB
Máxima memoria caché	2 GB	2 GB
Directores de disco	2	2
Número máximo de Canales	16	16
Capacidad con RAID 1	144	143
Capacidad con RAID S	217	214
Capacidad con SRDF	289	286

Tabla B.2 Capacidades en configuraciones de RAID 1, RAID S, SRDF y para las unidades de almacenamiento Symmetrix 5330 y 3330

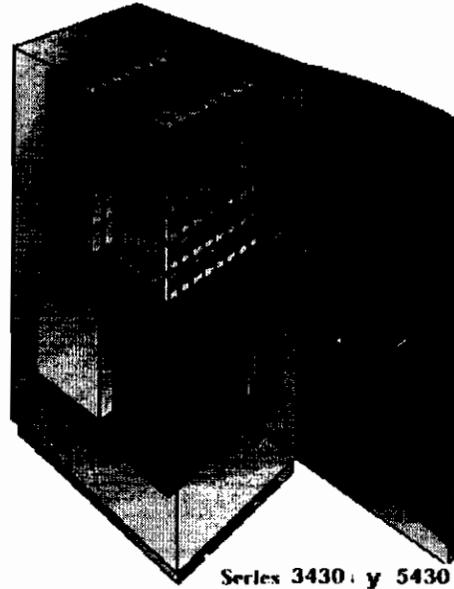


Figura B.3 Unidad de almacenamiento Symmetrix 5430/3430.

	SYMMETRIX 3430/3430	5430/5430
Número de discos	96 de 9 GB / 32 de 23 GB	96 de 9 GB / 32 de 23 GB
Máxima memoria caché	4 GB	4 GB
Directores de disco	4	4
Número máximo de Canales	24	24
Capacidad en RAID 1 con 9 GB (23 GB)	434 (no disponible)	434 (no disponible)
Capacidad en RAID S con 9 GB (23 GB)	651 (646)	651 (646)
Capacidad en SRDF con 9 GB (23 GB)	868 (738)	868 (738)

Tabla B.3 Capacidades en configuraciones de RAID 1, RAID S, SRDF y para las unidades de almacenamiento Symmetrix 5430 y 3430

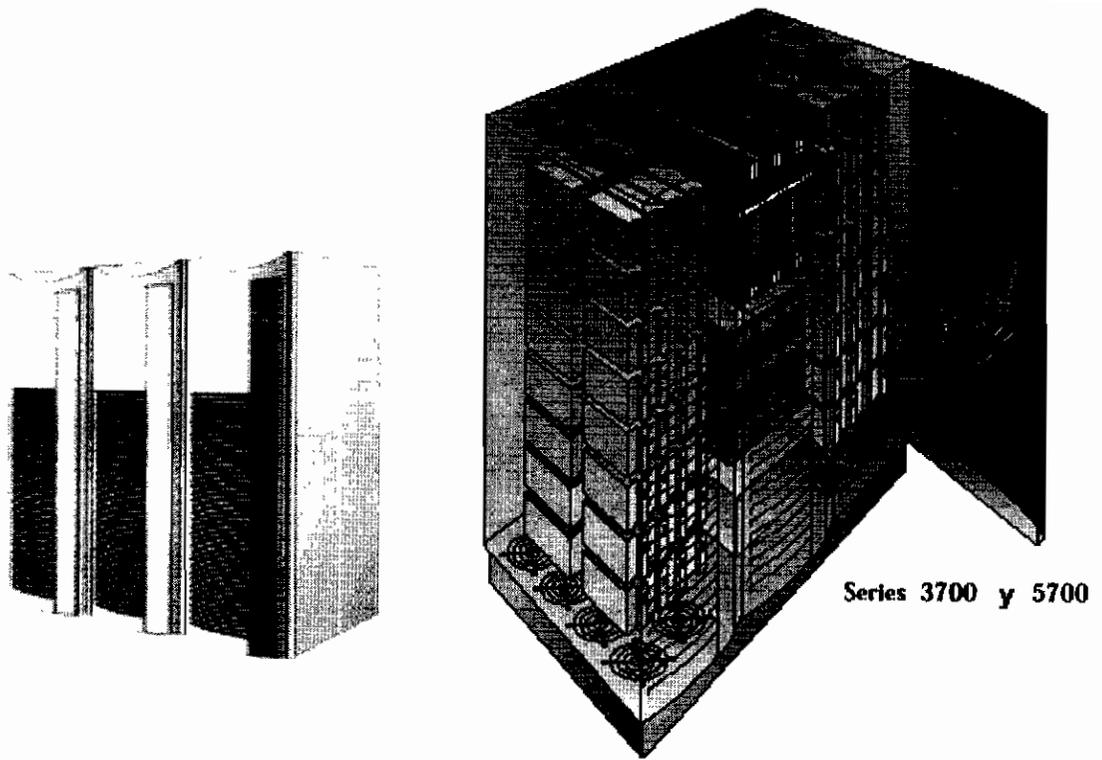


Figura B.4 Unidad de almacenamiento Symmetrix 5700/3700

	SYMMETRIX 3700	SYMMETRIX 5700
Número de discos	128 de 47 GB	128 de 47 GB
Máxima memoria caché	16 GB	16 GB
Adaptadores de disco	8	8
Número máximo de Canales	32	32
Capacidad con RAID 1	2958 MB	2958 MB
Capacidad con RAID S	No disponible	No disponible
Capacidad con SRDF	5992 MB	5992 MB

Tabla B.4 Capacidades en configuraciones de RAID 1, RAID S, SRDF y para las unidades de almacenamiento Symmetrix 5700 y 3700

### Tipo de emulación para las unidades de disco.

Para que las unidades de almacenamiento puedan ser utilizadas en un centro de cómputo con un mainframe IBM, esta unidad debe realizar emulación del tipo de disco, en las tablas B.5, y B.6. se presentan las características de este tipo de emulación.

3380D	630
3380E	1260
3380K	1891
3380K+	2378
3380K++	2843
3390-1	946
3390-2	1892
3390-3	2838
3390-9	8514

Tabla B.5 Tipo de emulación y capacidad de almacenamiento por volumen instalado

3380D	885
3380E	1770
3380K	2655
3380K+	3339
3380K++	3993
3390-1	1113
3390-2	2226
3390-3	3339
3390-9	10017

Tabla B.5 Cantidad de cilindros por volumen en cada tipo de emulación

La capacidad de almacenamiento por cada cilindro para la emulación 3380 es 712140 Bytes y para la emulación 3390 es 849960 Bytes.

### **Características físicas.**

Profundidad        92.5 cm  
Ancho                61.6 cm  
Alto                  187.0 cm

Temperatura de trabajo de 15 oC a 32 oC.

### **Peso de las unidades 5430**

Numero de discos	Peso en Kg. para discos de 9 013	Peso en Kg. para discos de 9 013
12	483	298
16	488	312
32	510	584
64	554	No permitido
96	599	No permitido

**Consumo de potencia y disipación de calor para una unidad de almacenamiento 5430 con disco de 9 GB.**

Numero de dispositivos	Consumo de potencia KW	
12	1.49	5066
16	1.57	5358
20	1.66	5649
24	1.74	6941
28	1.83	6232
32	1.91	6524
40	2.08	7107
48	2.26	7690
56	2.43	8273
64	2.60	8856
72	2.77	9439
80	2.94	10022
88	3.11	10605
96	3.28	11189

Estos valores son calculados para una unidad de almacenamiento para una configuración de cuatro directores de canal, cuatro directores de disco y dos GB de memoria, todo en operación normal.

## Anexo C

### Cuadro comparativo entre las unidades Symmetrix de EMC y RAMAC de IBM.

	Symmetrix						RAMAC			
	Symmetrix	Symmetrix	Symmetrix	Symmetrix	Symmetrix	Symmetrix	RAMAC	RAMAC	RAMAC	RAMAC
Sistema Operativo										
MVS/ESA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
MVS/XA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
MVS/370	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
VM/ESA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
VM/XA	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
VM/HPO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
VSE/ESA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
VSE/SP	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO
UTS	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Os/400	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
AIX	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO
HP-UX	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MPE	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Unix- AT&T	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Unix DEC	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Novel Netware	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Os/2	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Windows NT	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
DYNIX/ptx	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
DATA CENTER Osx	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sun OS	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Sun Solaris	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SGI Irix	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
TPF	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO
Plataformas de Hardware										
IBM 390 & PCM	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Amdash UTS	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Tandem	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
IBM AS/400	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
IBM RISK System 6000	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
IBM SP	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HP 9000	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
HP 3000	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
AT&T/GIS	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
COMPAQ	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
IBM PS/2	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sequent Pyramid	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
DEC Alpha /Axp	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
DEC/VAX	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sun SPARCstation	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SGI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sequoia	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Unidad de control										
Caché (MB)										
Mínimo	1792	1024	1024	1792	N/D	64-128	64-128	N/D	256	1024
Máximo	2048	4096	4096	4096	N/D	256-2048	256-248	N/D	4096	3072
Incremento	256	512	512	512	N/D	64	64	N/D	256	256
Número máximo de canales										
ESCON	16	16	16	16	N/D	8	8	N/D	16	16
Paralelo	16	16	16	16	N/D	8	8	N/D	16	16
ESCON/Paralelo	8/8	8/8	8/8	8/8	N/D	8/4	8/4	N/D	8/8	16/16
SCSI	32	32	32	32	N/D	0	0	N/D	0	0

Caminos concurrentes de datos CU al HOST	8	8	8	8	N/D	4/8	4/8	N/D	16	12
Caminos concurrentes de datos DASD al HOST	32	32	32	32	N/D	4/8	4/8	N/D	desconocido	14
Dirección de dispositivo lógica	128	128	128	96	64	64	64	N/D	256	256
Caminos Lógicos SCON	128	128	128	128	N/D	128	128	N/D	512	32
Máxima distancia SCON (Km)	43	43	43	43	N/D	43	43	N/D	desconocido	desconocido
EMIF	SI	SI	SI	SI	N/D	desconocido	desconocido	N/D	desconocido	SI
Línea doble	SI	SI	SI	SI	Desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido
Batería de respaldo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Emulación 3990	-2-3	-2-3	-2-3	-2-3	N/D	-2	-2	N/D	-3	-3
Arreglo de discos										
Factor de forma	5.25	5.25	5.25	3.5	N/D	35	3.5	N/D	3.5	3.5
Capacidad (GB)										
Mínimo	136	136	102	62	22.7	11.35	22.7	11.35	46.47	180
Máximo	363	557	836	302	181.6	90.8	181.6	90.8	464.70	360
Incremento	23	52	52	8.4	11.35	5.67	11.35	5.67	46.47	90
RPM	5400	5400	5400	7200	5400	5400	5400	5400	desconocido	desconocido
Buffer a nivel de Actuador KB	1024	1024	1024	1024	512	512	512	512	desconocido	desconocido
Lectura en (ms)	11.5	11.5	11.5	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0	desconocido	desconocido
Escritura en (ms)	11.5	11.5	11.5	8.0	11.4	11.4	11.4	11.4	desconocido	desconocido
Latencia (ms)	5.5	5.5	5.5	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	desconocido	desconocido

Razón de transferencia (MB/S)										
Interna	8.1	8.1	8.1	8.1	5.0	5.0	5.0	5.0	desconocido	5.6
Externa	200	200	200	200	16.8	16.8	16.8	16.8	200	18
Emulación 3380	-D-E-K	-D-E-K	-D-E-K	-D-E-K	-K	-K	-K	-K	-K	-K
Emulación 3390	-1-2-3	-1-2-3-9	-1-2-3-9	-1-2-3-9	-3	-3	-3	-3	-1-2-3-9	-1-2-3
Características de Grupo										
Capacidad (GB)										
Mínimo	136	136	102	67/62	22.7	11.35	22.7	11.35	desconocido	180
Incremento	23	52	52	17/12	11.35	5.67	11.35	5.67	desconocido	90
Disponibilidad para el Usuario (GB)										
Mínimo	102	102	102	67/62	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	180
Máximo	363	557	836	201/302	170.0	85.0	170.0	85.0	desconocido	720
Capacidad Máxima del subsistema	363	557	836	402/302	181.3	181.6	181.6	181.6	1394.1	720
Características										
Tipo de RAID	1	1 S(4,5 opcional)	1 S(4,5)	1/S	5	5	5	5	5	6+
Opción NO RAID	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	desconocido	desconocido
Espejo	SI	SI	SI	SI	NO	desconocido	desconocido	NO	NO	NO
Espejo remoto	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO
Copia Concurrente	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI
Fragmentación de datos Secuencial	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Copia remota extendida	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	desconocido

Manejo dinámico de caché	Automático	Automático	Automático	Automático	SI	SI	SI	SI	desconocido	desconocido
Escritura rápida	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Compresión de datos	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Hiper Volume	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Reemplazo dinámico										
Discos en reemplazo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Migración de datos	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Conectividad										
Reconexión dinámica de canales	SI	SI	SI	SI	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido
Disponibilidad										
Actualización en caliente "HOT"										
Adición de caché	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Actualización de discos	SI	SI	SI	SI	desconocido	SI	SI	desconocido	SI	SI
Actualización de directores de discos	SI	SI	SI	SI	desconocido	SI	SI	desconocido	SI	SI
Actualización de Microcódigo no destructivo (En caliente)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Mantenimiento concurrente	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Registro de errores	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Actualización de microcódigo remoto	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	desconocido	desconocido
Diagnósticos remotos	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Análisis para predicción de	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	desconocido	desconocido

errores										
Características de medio ambiente.										
Alto de almacenamiento (pulgadas)	74.9	74.9	74.9	73.6	62.3	62.3	62.3	62.3	72.4	72.6
Ancho de almacenamiento (pulgadas)	68.7	68.7	68.7	24.3	29.5	29.5	29.5	29.5	28.5	39.7
Profundidad de almacenamiento (pulgadas)	36.4	36.4	36.4	36.4	38.5	38.5	38.5	38.5	35.2	32
Peso de almacenamiento (Lb)	2996-3820	3138-3820	3025-3820	1180-1385	1616	1632	1632	1616	1256	1412
Ranuras de servicio para almacenamiento (frontal)	48	48	48	36	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	30	30
Ranuras de servicio para almacenamiento (posterior)	36	36	36	36	desconocido	desconocido	desconocido	desconocido	30	30
KVA (KW)	3.81-8.81	4.67-8.81	3.98-8.81	2.17-3.83	3.2	3.3	3.3	3.2	14.9	4.1
BTU/h	12991-30063	15935-30063	13580-30063	7411-13067	11.6	desconocido	desconocido	11.6	49.85	12.0
Temperatura de operación (oC)	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33	15-33
Humedad relativa (%)	10-80	10-80	10-80	10-80	20-80	20-80	20-80	20-80	10-80	20-80