

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIONES 10 GIGABIT  
ETHERNET SOBRE FIBRA ÓPTICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN ANDRÉS LÓPEZ ARZAPALO**

**PROMOCIÓN**

**2004 - I**

**LIMA – PERU**

**2009**

**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIONES 10 GIGABIT  
ETHERNET SOBRE FIBRA ÓPTICA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este estudio a la comunidad académica y profesional interesada en la investigación de tecnologías de vanguardia.

## SUMARIO

Desde su origen, hace más de 20 años atrás, la tecnología Ethernet ha evolucionado para cumplir con la creciente demanda de las redes basadas en paquetes. Debido a su probado bajo costo de implementación, confiabilidad y relativa simplicidad de implementación y mantenimiento, la popularidad de la tecnología Ethernet ha crecido hasta el punto de que casi todo el tráfico en la Internet se origina y termina con una conexión Ethernet. Más aun, así como la demanda por la velocidad en las redes se ha incrementado, Ethernet ha sido adaptado para poder manejar estas altas velocidades, así como los aumentos repentinos en la demanda de volumen que acompaña estas nuevas exigencias.

El estándar IEEE 802.3ae\*2002 (Estándar de la tecnología 10 Gigabit Ethernet) es diferente en algunos aspectos del estándar anterior para Ethernet, ya que solo trabaja sobre Fibra Óptica y opera en modo Full-duplex solamente (los protocolos de Detección de colisiones son innecesarios en este caso). Ahora Ethernet puede progresar a los 10 gigabits por segundo y a la vez mantener sus propiedades críticas, como el formato del paquete, y así también las capacidades actuales pueden ser transferidas al nuevo estándar.

## ÍNDICE

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA .....</b>	<b>i</b>
<b>ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIONES 10 GIGABIT ETHERNET SOBRE FIBRA OPTICA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMARIO .....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>vi</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>EL ESTÁNDAR ETHERNET Y SU EVOLUCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1.- Breve descripción de la tecnología Ethernet .....	2
1.1.1.- Formato de la trama Ethernet .....	2
1.1.2.- Tecnología y velocidad de Ethernet .....	3
1.1.3.- El principio de transmisión.....	4
1.1.4.- Ethernet conmutada .....	5
1.2.- El estándar 10 Gigabit Ethernet.....	7
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>9</b>
<b>LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET EN EL MERCADO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>12</b>
<b>APLICACIONES PARA LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET.....</b>	<b>12</b>
3.1.- 10 Gigabit Ethernet como una Red de Interconexión .....	12
3.1.1.- 10 Gigabit Ethernet ofrece el Ancho de Banda necesario .....	13
3.1.2.- Consolidación de Servidores que reducirán costos .....	13
3.1.3.- Crecimiento planificado de las características de la Tecnología 10 Gigabit Ethernet .....	13
3.2.- 10 Gigabit Ethernet en Redes de Área Local .....	14
3.3.- 10 Gigabit Ethernet en Aplicaciones Metropolitanas y de Almacenamiento.....	15
3.4.- 10 Gigabit Ethernet en Redes de Área Amplia .....	17
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>18</b>
<b>USANDO FIBRA EN LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET.....</b>	<b>18</b>
4.1.- Los dispositivos Dependientes del medio físico (PMDs) .....	18
4.2.- Fibra.....	19
4.3.- El futuro de la tecnología 10 Gigabit Ethernet.....	19

<b>CAPITULO V .....</b>	<b>21</b>
<b>CASO DE ESTUDIO: LA RED DE UNIFICACIÓN 10 GIGABIT ETHERNET .....</b>	<b>21</b>
5.1.- Fundamentos para las <i>Infraestructuras Tecnológicas Escalables</i> .....	21
5.2.- Permitiendo la Convergencia .....	22
5.3.- Ingreso de iSCSI.....	23
5.4.- Creando una Red de Unificación 10 Gigabit Ethernet .....	24
5.5.- De la visión a la realidad .....	26
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>31</b>
<b>DIODO LÁSER DE EMISIÓN SUPERFICIAL CON CAVIDAD VERTICAL (VCSEL) .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>36</b>
<b>TECNOLOGÍA DE DESCARGA DEL PROCESAMIENTO TCP/IP (TOE).....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>43</b>
<b>ACCESO DIRECTO A MEMORIA EN REMOTO (RDMA).....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>46</b>
<b>TECNOLOGÍAS PROPIETARIAS DE ALTO RENDIMIENTO.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>53</b>
<b>APLICACIONES DE ALTO RENDIMIENTO .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO F .....</b>	<b>59</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>62</b>

## PRÓLOGO

10 Gigabit Ethernet representa la última entrega del Estándar Ethernet y gracias a las características que describiremos a continuación entenderemos por qué representa una tecnología de vanguardia que cuenta con las suficientes capacidades para operar en diversos entornos dentro de una empresa, no se limita a ser una solución de interconexión de equipos para los usuarios finales sino que ahora puede sustituir otras tecnologías en otros ámbitos del área de TI en una empresa, algunos de estos ámbitos son las áreas de servidores (*SAN, del inglés Server Area Network*), de almacenamiento (*SAN, del inglés Storage Area Network*), enlaces MAN (*MAN, del inglés Metropolitan Area Network*), WAN (*WAN, del inglés Wide Area Network*), etc., haciéndose así más versátil e integral en el ámbito de las redes de comunicaciones empresariales. Gracias a lo anteriormente expuesto y como se verá a lo largo del Informe 10 Gigabit Ethernet representa una alternativa tecnológica que gracias a sus características técnicas cumple con los requerimientos de las redes actuales y de proyección al futuro.

Describiremos a detalle algunas de las características tecnológicas que hacen posible que 10 Gigabit Ethernet cumpla con los requerimientos de las diversas áreas del mercado de las Tecnologías de la Información. Estas nuevas características hacen que el estándar 10 Gigabit Ethernet ofrezca igual o mejor rendimiento que otras soluciones propietarias costosas que involucran mayor inversión inicial y en el tiempo por sus particularidades.

También explicaremos en el capítulo V una solución tecnológica integral de Empresa Escalable a través del uso de la tecnología 10 Gigabit Ethernet y la implementación de máquinas virtuales. Este caso de estudio representa una solución de vanguardia con un alto rendimiento y costes muy competitivos en el mercado de las Tecnologías de la Información.

# CAPITULO I

## EL ESTÁNDAR ETHERNET Y SU EVOLUCIÓN

### 1.1.- Breve descripción de la tecnología Ethernet

Ethernet (también conocido como estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente principio:

Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos. Se distinguen diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados.

#### 1.1.1.- Formato de la trama Ethernet

Se describe en forma resumida a continuación en la Tabla 1.1:

**Tabla 1.1** Descripción del formato de la trama Ethernet

Trama IEEE 802.3	Preámbulo	SOF	Destino	Origen	Longitud	Datos	Relleno	FCS
	7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	0 a 1500 bytes	0 a 46 bytes	4 bytes

#### a) Preámbulo

Un campo de 7 bytes (56 bits) con una secuencia de bits usada para sincronizar y estabilizar el medio físico antes de iniciar la transmisión de datos. El patrón del preámbulo es:

10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010

Estos bits se transmiten en orden, de izquierda a derecha y en la codificación Manchester representan una forma de onda periódica.

#### b) SOF Inicio de Trama (*SOF, del inglés Start Of Frame*)

Campo de 1 byte (8 bits) con un patrón de 1s y 0s alternados y que termina con dos 1s consecutivos. El patrón del SOF es: 10101011. Indica que el siguiente bit será el bit más significativo del campo de dirección MAC de destino.

Aunque se detecte una colisión durante la emisión del preámbulo o del SOF, el emisor debe continuar enviando todos los bits de ambos hasta el fin del SOF.

**c) Dirección de destino**

Campo de 6 bytes (48 bits) que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 hacia la que se envía la trama. Esta dirección de destino puede ser de una estación, de un grupo multicast o la dirección de broadcast de la red. Cada estación examina este campo para determinar si debe aceptar la trama (si es la estación destinataria).

**d) Dirección de origen**

Campo de 6 bytes (48 bits) que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 desde la que se envía la trama. La estación que deba aceptar la trama conoce por este campo la dirección de la estación origen con la cual intercambiará datos.

**e) Tipo**

Campo de 2 bytes (16 bits) que identifica el protocolo de red de alto nivel asociado con la trama o, en su defecto, la longitud del campo de datos. La capa de enlace de datos interpreta este campo. (En la IEEE 802.3 es el campo longitud y debe ser menor o igual a 1526 bytes.)

**f) Datos**

Campo de 0 a 1500 Bytes de longitud. Cada Byte contiene una secuencia arbitraria de valores. El campo de datos es la información recibida del nivel de red (la carga útil). Este campo, también incluye los H3 y H4 (cabeceras de los niveles 3 y 4), provenientes de niveles superiores.

**g) Relleno**

Campo de 0 a 46 bytes que se utiliza cuando la trama Ethernet no alcanza los 64 bytes mínimos para que no se presenten problemas de detección de colisiones cuando la trama es muy corta.

**h) FCS Secuencia de Verificación de Trama (*FCS, del inglés Frame Check Sequence*)**

Campo de 32 bits (4 bytes) que contiene un valor de verificación CRC (Control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida.

**1.1.2.- Tecnología y velocidad de Ethernet**

Hace ya mucho tiempo que Ethernet consiguió situarse como el principal protocolo del nivel de enlace. Ethernet 10Base2 consiguió, ya en la década de los 90s, una gran aceptación en el sector. Hoy por hoy 10Base2 se considera como una "tecnología de legado" respecto a 100BaseT. Hoy los fabricantes ya desarrollaron adaptadores capaces de

trabajar tanto con la tecnología 10baseT como la 100BaseT y esto ayuda a una mejor adaptación y transición.

Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

Velocidad de transmisión: Velocidad a la que transmite la tecnología.

Tipo de cable: Tecnología del nivel físico que usa la tecnología.

Longitud máxima: Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).

Topología: Determina la forma física de la red. Bus si se usan conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).

A continuación en la Tabla 1.2 se especifican los anteriores conceptos en las tecnologías más importantes:

**Tabla 1.2** Descripción de las diferentes variantes de la tecnología Ethernet

<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad de transmisión</b>	<b>Tipo de cable</b>	<b>Distancia máxima</b>	<b>Topología</b>
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado (categoría 5e ó 6UTP)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

### 1.1.3.- El principio de transmisión

Todos los equipos de una red Ethernet están conectados a la misma línea de transmisión y la comunicación se lleva a cabo por medio de la utilización de un protocolo denominado

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection que significa que es un protocolo de acceso múltiple que monitorea la portadora: detección de portadora y detección de colisiones).

Con este protocolo cualquier equipo está autorizado a transmitir a través de la línea en cualquier momento y sin ninguna prioridad entre ellos. Esta comunicación se realiza de manera simple:

- Cada equipo verifica que no haya ninguna comunicación en la línea antes de transmitir.
- Si dos equipos transmiten simultáneamente, entonces se produce una colisión (osea, varias tramas de datos se ubican en la línea al mismo tiempo).
- Los dos equipos interrumpen su comunicación y esperan un período de tiempo aleatorio, luego una vez que el primero ha excedido el período de tiempo, puede volver a transmitir.

Este principio se basa en varias limitaciones:

- Los paquetes de datos deben tener un tamaño máximo.
- Debe existir un tiempo de espera entre dos transmisiones.
- El tiempo de espera varía según la frecuencia de las colisiones:
- Luego de la primera colisión, un equipo espera una unidad de tiempo.
- Luego de la segunda colisión, un equipo espera dos unidades de tiempo.
- Luego de la tercera colisión, un equipo espera cuatro unidades de tiempo.
- Por supuesto, con una cantidad menor de tiempo aleatorio adicional. Estos tiempos se calculan a través de un algoritmo.

#### **1.1.4.- Ethernet conmutada**

La topología de Ethernet descrita hasta ahora ha sido la de Ethernet compartida (cualquier mensaje transmitido es escuchado por todos los equipos conectados y el ancho de banda disponible es compartido por todos los equipos).

Durante muchos años se ha dado un desarrollo importante: la Ethernet conmutada.

La topología física sigue siendo la de una estrella pero está organizada alrededor de un conmutador. El conmutador usa mecanismos de filtrado y conmutación muy similares a los utilizados por las puertas de enlace donde se han utilizado estas técnicas por mucho tiempo.

Inspecciona las direcciones de origen y destino de los mensajes, genera una tabla que le permite saber qué equipo se conecta a qué puerto del conmutador (en general este proceso

se hace por auto aprendizaje, es decir, de manera automática pero el administrador del conmutador puede realizar ajustes adicionales).

Al conocer el puerto receptor, el conmutador sólo transmitirá el mensaje al puerto adecuado mientras que los otros puertos permanecerán libres para otras transmisiones que pueden ser realizadas simultáneamente.

Como resultado, cada intercambio puede llevarse a cabo a una velocidad nominal (mayor división de ancho de banda), sin colisiones y con un aumento considerable en el ancho de banda de la red (también a una velocidad nominal).

Con respecto a saber si todos los puertos de un conmutador pueden comunicarse al mismo sin perder los mensajes, eso es algo que depende de la calidad del conmutador.

Dado que los conmutadores posibilitan evitar colisiones y que las tecnologías 10/100/1000 base T(X) cuentan con circuitos separados para la transmisión y la recepción (un par trenzado por dirección de transmisión), la mayoría de los conmutadores modernos permiten desactivar la detección y cambiar a modo full dúplex (bidireccional) en los puertos. De esta forma, los equipos pueden transmitir y recibir al mismo tiempo, lo que también contribuye al rendimiento de la red.

El modo full dúplex es interesante, en especial, para los servidores que poseen muchos clientes.

Los conmutadores Ethernet modernos también detectan la velocidad de transmisión que cada equipo utiliza (auto-detección) y si el equipo admite varias velocidades (10, 100 o 1000 Mbps.) comienza a negociar con él para seleccionar tanto una velocidad como el modo de transmisión: semi dúplex o full dúplex. Esto permite contar con un almacenamiento de equipos con distintos rendimientos (por ejemplo, un conjunto de equipos con varias configuraciones de hardware).

Como el tráfico transmitido y recibido ya no se transmite a todos los puertos, se hace más difícil rastrear lo que está pasando. Esto contribuye a la seguridad general de la red, que es un tema de suma importancia en la actualidad.

Por último, el uso de conmutadores hace posible la construcción de redes geográficamente más grandes. En la Ethernet compartida, un mensaje debe poder esperar a cualquier otro equipo durante un período de tiempo específico (slot time) sin el cual el mecanismo de detección de colisiones (CSMA/CD) no funcione correctamente.

Esto ya no se aplica en los conmutadores Ethernet. La distancia ya no es limitada, excepto por los límites técnicos del medio utilizado (fibra óptica o par trenzado, la potencia de la señal transmitida y la sensibilidad del receptor, etcétera).

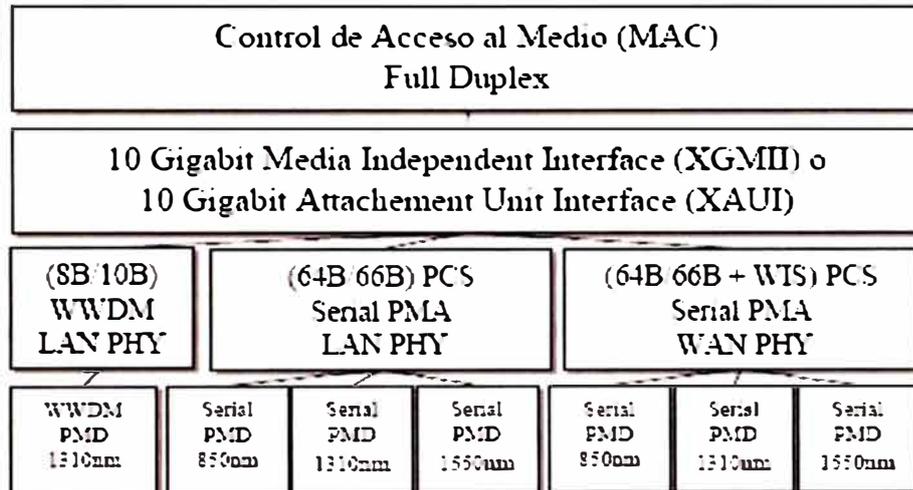
## **1.2.- El estándar 10 Gigabit Ethernet**

El estándar 10 Gigabit Ethernet extiende los protocolos del estándar IEEE 802.3ae\* a un cable de 10Gbps y expande el espacio de aplicación de Ethernet para incluir enlaces de alcance WAN. El estándar 10 Gigabit Ethernet provee un incremento significativo en ancho de banda mientras se mantiene máxima compatibilidad con las interfaces instaladas basadas en el estándar IEEE802.3, protege la inversión previamente hecha en investigación y desarrollo, y conserva los principios existentes sobre la operación y administración de las redes.

Bajo el Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (*OSI, del inglés Open Systems Interconnection*), Ethernet es fundamentalmente un protocolo de capa 1 y 2. 10 Gigabit Ethernet mantiene lo más importante de la arquitectura Ethernet, incluyendo el protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC), el formato de trama, y el tamaño máximo y mínimo de trama. Al igual que Gigabit Ethernet, ambos 1000BASE-X y 1000BASE-T, siguieron el modelo del estándar Ethernet, 10 Gigabit Ethernet continúa la evolución de Ethernet en velocidad y distancia, mientras conserva la misma arquitectura de Ethernet usada en otras especificaciones, excepto por una característica principal. Desde que 10 Gigabit Ethernet es una tecnología sólo Full-Duplex, no necesita del protocolo de Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD) usado en otras tecnologías Ethernet. En los demás aspectos 10 Gigabit Ethernet coincide con el modelo original Ethernet.

Al nivel de la capa física (Capa I), un dispositivo de capa física Ethernet (PHY) conecta el medio Óptico o de cobre con la capa MAC gracias a la tecnología de conectividad como se muestra en la Figura 1.1. Además la tecnología Ethernet divide la capa física en 3 subcapas: Dependiente del medio Físico (PMD), Adjunto al Medio Físico (PMA) y La Subcapa de Codificación Física (PCS). Los PMDs proveen la conexión física y la señalización hacia el medio; por ejemplo los transceivers ópticos son PMDs. Los PCSs consisten en la codificación (por ejemplo 64B/66B) y un serializador o multiplexor. El estándar IEEE 802.3ae\* define dos tipos de PHY: El PHY para LAN y el PHY para WAN. Ambos proveen la misma función, excepto que el PHY para WAN tiene un conjunto de

características adicionales en la subcapa PCS que habilita su interconexión con redes SONET STS-192c/SHD VC-4-64c.



**Figura 1.1.-** Los componentes de la arquitectura del Estándar IEEE 802.3ae\*

## **CAPITULO II**

### **LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET EN EL MERCADO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

Actualmente Ethernet es la tecnología de mayor uso en ambientes LAN que requieren de gran rendimiento. Grandes Empresas alrededor del mundo se han preocupado en investigar en temas relacionados a esta tecnología como son el cableado, equipamiento, procesos y el entrenamiento en esta tecnología. Adicionalmente la difusión de la tecnología Ethernet mantiene su costo relativamente bajo, y con la presentación de cada tecnología de siguiente generación Ethernet, los costos de implementación en el mercado tienden a reducirse considerablemente. Actualmente en las redes, el incremento del tráfico a nivel mundial está conduciendo a los Proveedores de Servicio, a los administradores de redes corporativas y arquitectos a buscar soluciones que involucren tecnologías de conexión de mayor velocidad para resolver la demanda de anchos de banda mayores. En estos días 10 Gigabit Ethernet posee 10 veces el rendimiento de la tecnología Gigabit Ethernet. Con la incorporación de 10 Gigabit Ethernet a la familia de tecnologías Ethernet, ahora una red LAN puede alcanzar mayores distancias y dar soporte a aplicaciones que requieran de un ancho de banda mucho mayor. 10 Gigabit Ethernet también cumple con muchos criterios para obtener un rendimiento más eficiente y de alta velocidad efectiva de la red de trabajo, lo cual la convierte en una elección natural para ampliar, extender y actualizar de las redes Ethernet actuales:

- La infraestructura de red Ethernet existente de un cliente es fácilmente interoperable con la Tecnología 10 Gigabit Ethernet. La nueva tecnología provee un coste de propiedad más económico incluyendo ambos, costos de adquisición y soporte versus las alternativas tecnológicas actuales.
- A través de procesos, protocolos y herramientas de gestión previamente presentadas en la infraestructura de administración, 10 Gigabit Ethernet hace uso de herramientas de administración familiares y una base de habilidades conocidas.

- Flexibilidad en el diseño de las redes con conexiones de servidor, switches y routers.
- Cumple con una característica importante, la interoperabilidad, el aprovisionamiento de múltiples proveedores con productos compatibles con el estándar.

Tan pronto como 10 Gigabit Ethernet ingrese al mercado y los vendedores de equipos presenten los dispositivos de red de tecnología 10 Gigabit Ethernet, el siguiente paso para las empresas y para las redes proveedoras de servicios es la combinación de anchos de banda multi-Gigabit (de varios gigabits por segundo) con servicios inteligentes, lo cual conduce hacia redes multi-Gigabit escaladas e inteligentes con el backbone y conexiones de servidor que van hasta los 10gbps. La convergencia de redes de voz y datos sobre la tecnología Ethernet se presenta como una alternativa bastante realista. Asimismo como TCP/IP incorpora servicios y características mejorados tal como voz y video empaquetados, la tecnología Ethernet que soporta estos protocolos también puede proveer estos servicios sin modificación.

El estándar 10 Gigabit Ethernet no solo incrementa la velocidad de Ethernet a 10gbps, sino que también extiende su conectividad y distancia de operación hasta a 40Km. Como en el caso de Gigabit Ethernet, el estándar 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae\*) soporta ambos, fibra óptica monomodo y multimodo. Sin embargo, en 10 Gigabit, la distancia para la fibra monomodo (SM) se ha extendido de 5Km en Gigabit Ethernet a 40 Km. en 10 Gigabit Ethernet. Para las empresas que administran sus propios ambientes de red LAN se presenta la opción de extender sus centros de datos hasta ubicaciones distantes hasta 40 Km. lejos de sus instalaciones que sean más apropiadas costo-beneficio. De la misma forma también les permite soportar múltiples ubicaciones de sus locales dentro de una distancia de 40 Km.

Así como se vio con versiones previas de Ethernet, el costo de las comunicaciones de 10Gbps tiene el potencial necesario como para reducirse significativamente gracias al desarrollo de las tecnologías basadas en 10 Gigabit Ethernet. Comparado con las telecomunicaciones láser de 10Gbps la tecnología 10 Gigabit Ethernet, como se define en el estándar IEEE 802.3ae\* será capaz de usar el Láser Emisor Superficial con Cavidad

Vertical (*VCSEL*, del inglés *Vertical Cavity Surface Emitting Laser*), y óptica no refrigerada y de bajo costo, lo cual en su conjunto podría reducir más el costo de los dispositivos dependientes del medio físico (del inglés *PMD*, *Physical Medium Dependant*). Adicionalmente, un mercado de chips agresivo que provee soluciones altamente integradas basadas en silicio sostiene la industria.

## **CAPITULO III**

### **APLICACIONES PARA LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET**

#### **3.1.- 10 Gigabit Ethernet como una Red de Interconexión**

Las Redes de Interconexión ya sean para ámbitos como las redes de área de Servidores o para redes de área de Almacenamiento (SAN) tradicionalmente han sido el dominio de redes dedicadas, generalmente propietarias con cantidades relativamente pequeñas de usuarios cuando son comparadas con Ethernet. Estas Redes de Área de Servidores incluyen tecnologías como InfiniBand\*, Servernet\*, Myrinet\*, Wulfskit\* y Quadrics\* (soluciones propietarias), las cuales ofrecen excelentes rendimientos orientados a parámetros como el ancho de banda y retardo para redes pequeñas (generalmente menores de 20m de alcance). Sin embargo, con la excepción de InfiniBand, éstas son redes propietarias que pueden ser difíciles de implementar y mantener debido al reducido número de profesionales experimentados de las TI que estén familiarizados con estas tecnologías.

Los volúmenes reducidos también resultan en costos más elevados para adaptadores de servidores y switches. Y, como en el caso de todas las soluciones propietarias, resulta que no son interoperables con otras tecnologías sin equipos apropiados para la “integración” como routers o switches.

En las redes de área de Almacenamiento, tanto la falta de estándares y un gran número de problemas de interoperabilidad caracterizaron la implementación inicial de la Fibra Óptica en este ámbito. Sin embargo estas tecnologías también atraviesan problemas similares a los presentes en las redes de área de servidores propietarias, relacionados con la implementación dado que hay escasez de personal de TI especializado en esta materia, son relativamente caras a nivel de interfaces y puertos switch, aún no son directamente interoperables con otras tecnologías de red sin dispositivos caros tales como los routers o switches para este fin, y generalmente se enfocan en implementaciones en espacios pequeños.

La tecnología 10 Gigabit Ethernet se encuentra en posición de reemplazar estas tecnologías propietarias como una tecnología de interconexión de siguiente generación tanto para Redes de Área de Almacenamiento como de Servidores, dadas las siguientes razones:

### **3.1.1.- 10 Gigabit Ethernet ofrece el Ancho de Banda necesario**

Es casi un hecho que tanto InfiniBand y Fibre Channel también comenzarán con implementaciones masivas de tecnologías del orden de 10 Gigabits, lo cual indica la convergencia en el rendimiento de 10 Gigabits

### **3.1.2.- Consolidación de Servidores que reducirán costos**

La tecnología 10 Gigabit Ethernet ofrece a un solo servidor el ancho de banda necesario para reemplazar diferentes servidores que estuvieran brindando diferentes servicios. La centralización de la administración también representa uno de los beneficios principales de la Consolidación de Servidores.

Con un solo servidor potente, los administradores del área de TI, pueden monitorear, administrar, poner a punto los servidores y recursos de aplicaciones desde una sola consola, lo cual representa ahorro de tiempo y maximiza los recursos de TI. De acuerdo al IDC, las compañías ahorran en una proporción de 7 a 1 en administración cuando los procesos y servidores llegan a ser consolidados(a).

(a) IDC, Pronóstico Mundial de Consolidación de Servidores, 2007

### **3.1.3.- Crecimiento planificado de las características de la Tecnología 10 Gigabit Ethernet**

Por primera vez, Ethernet ahora podrá ser una tecnología de red con un bajo retardo gracias al soporte de la característica de Acceso Directo a Memoria en Remoto RDMA (del inglés Remote Direct Memory Access), lo cual es crítico en las comunicaciones de servidor a servidor y típicamente asociado con la tecnología de clústeres y Redes de Área de Servidores.

Adicionalmente, la tan esperada implementación universal de la tecnología de descarga del procesamiento TCP/IP TOE (TOE, del inglés TCP/IP Offload Engine) en adaptadores 10 Gigabit Ethernet pueden hacerlos extremadamente eficientes en Servidores con la esperada utilización del CPU por debajo de cualquiera vista en los sistemas actuales.

implementando Gigabit Ethernet. Gracias a la gran utilización de la tecnología Ethernet, la tecnología TOE será altamente rentable.

### **3.2.- 10 Gigabit Ethernet en Redes de Área Local**

La tecnología Ethernet es ya la tecnología de mayor implementación para entornos de red LAN de alto rendimiento. Con la extensión de 10 Gigabit Ethernet dentro de la familia de las tecnologías Ethernet, las LAN pueden proveer mejor soporte para el creciente número de aplicaciones que requieren grandes anchos de banda y alcanzar mayores distancias. En forma similar a la tecnología Gigabit Ethernet, el estándar 10Gigabit Ethernet soporta ambos tipos de fibra: monomodo y multimodo.

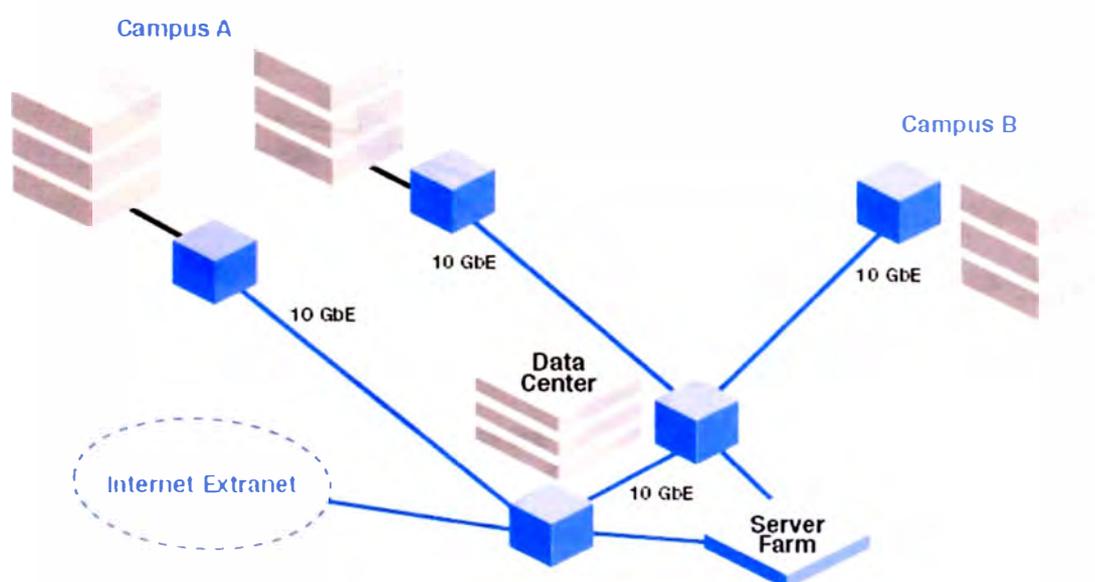
Con enlaces de hasta 40Km, 10 Gigabit Ethernet, permite a las empresas que administran sus propios ambientes LAN escoger estratégicamente las ubicaciones para sus centros de datos y sala de servidores (hasta 40 Km. lejos de sus instalaciones). Esta característica les facilita soportar múltiples ubicaciones de sus oficinas dentro de esos 40Km de rango como se muestra en la Figura 3.1.

Dentro de los Centro de Datos, las aplicaciones switch-a-switch, tan bien como las aplicaciones switch-a-servidor, pueden ser implementadas sobre una fibra multimodo de mejor costo efectivo y corta distancia para crear backbones 10 Gigabit Ethernet que a su vez soporta el continuo crecimiento aplicaciones que demandan grandes anchos de banda.

Gracias a los backbones 10 Gigabit Ethernet las empresas pueden dar soporte a conexiones Gigabit Ethernet en estaciones de trabajo y computadoras de escritorio en un ambiente sin congestión de red facilitando de esta forma la implementación de aplicaciones que demandan grandes anchos de banda como son: video streaming, aplicaciones médicas con imágenes (medical imaging), aplicaciones centralizadas y gráficos de alta calidad. 10 Gigabit Ethernet mejora el problema de retardo en la red gracias a la velocidad del enlace y a la protección del rendimiento de la red contra las variaciones del tráfico que circula, para compensar la naturaleza poca uniforme e irregular de la cantidad de información transmitida en las aplicaciones de la empresa.

El ancho de banda que ofrecen los backbones 10 Gigabit Ethernet también facilita las aplicaciones de red de la siguiente generación, puede ayudar a implementar: telemedicina, trabajo desde casa, enseñanza a distancia y videoconferencia digital interactiva; también en el sector de la diversión como Televisión digital de Alta Definición video sobre demanda o juegos de Internet que consuman grandes anchos de banda.

10 Gigabit Ethernet permite a las empresas reducir la congestión de red, incrementa el uso de aplicaciones que requieren grandes anchos de banda, y ayuda a tomar mejores decisiones estratégicas acerca de la ubicación de sus activos de red importantes gracias a que su LAN se puede extender hasta distancias de 40 Km.



**Figura 3.1.** El uso de 10 Gigabit Ethernet en ambientes LAN expandidos.

10GBE en Centros de datos de Proveedores de Servicios y LANs de empresas

Switch a switch

Switch a servidor

Centros de datos

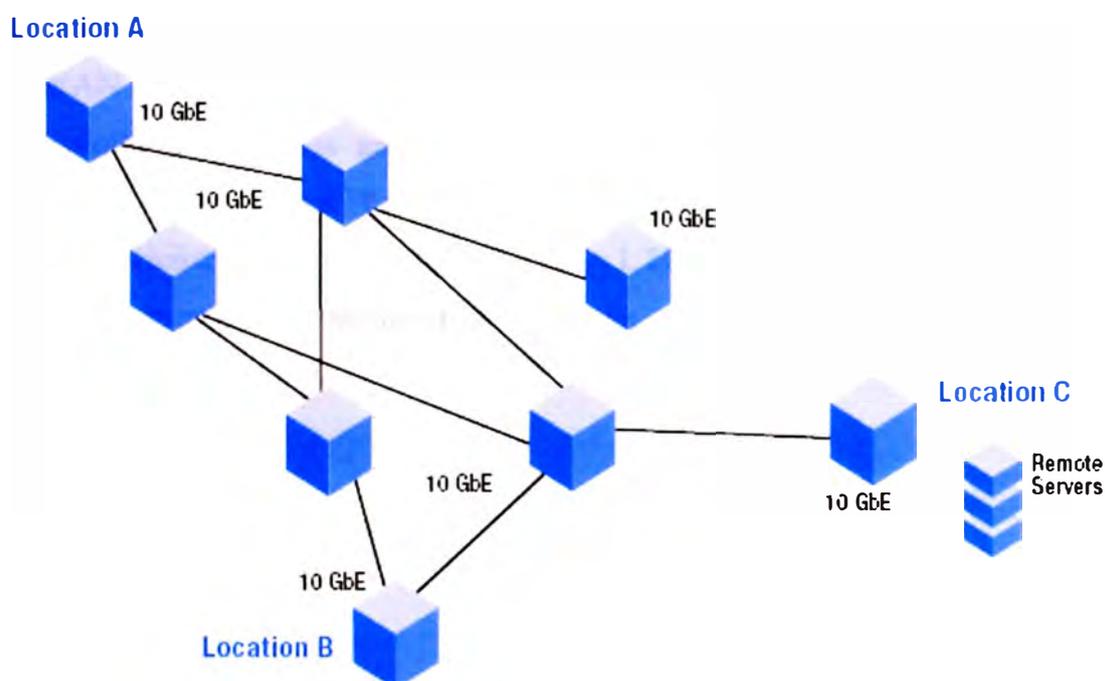
Entre edificios

### 3.3.- 10 Gigabit Ethernet en Aplicaciones Metropolitanas y de Almacenamiento

Gigabit Ethernet actualmente ya es implementado como una tecnología de backbone para redes metropolitanas de fibra oscura. Con las apropiadas interfaces de red 10 Gigabit Ethernet, transceivers ópticos y fibra monomodo, los proveedores de servicios redes y de Internet serán capaces de construir enlaces de hasta 40 Km. de alcance o mayores de acuerdo a la Figura 3.2, circundando áreas metropolitanas con redes que abarquen las ciudades.

10 Gigabit Ethernet ahora permite una infraestructura rentable y de alta velocidad para ambos tipos de redes: *Network Attached Storage* (NAS) y *Storage Area Networks* (SAN).

Previo a la introducción de 10 Gigabit Ethernet, algunos especialistas de la industria de las TI sostenían que ETHERNET carecía del suficiente poder para ser utilizado en estos ambientes que requieren de un gran rendimiento y de anchos de banda considerables.



**Figura 3.2.** Ejemplo del uso de 10 Gigabit Ethernet en una Red de Área Metropolitana (MAN)

10 Gigabit Ethernet ahora puede ofrecer capacidad de manejo de información equivalente o superior con retardos similares a muchas otras tecnologías de red de almacenamiento, incluyendo FIBER CHANNEL, Ultra 160 o 320 SCSI, ATM OC-3, OC-12 y OC-192, y HIPPI (High-Performance Parallel Interface). Los Servidores de almacenamiento, cintotecas y Servidores Gigabit Ethernet, ya están disponibles; también los dispositivos finales 10 Gigabit Ethernet harán su pronta aparición en el mercado.

Actualmente existen numerosas aplicaciones para Gigabit Ethernet como son redes de backup y de bases de datos. Algunas de las aplicaciones que se beneficiarán de la tecnología 10 Gigabit Ethernet son:

Continuidad de Negocio / Recuperación de Desastres

Backup Remoto

Almacenamiento sobre demanda

Tecnología Streaming.

### **3.4.- 10 Gigabit Ethernet en Redes de Área Amplia**

10 Gigabit Ethernet permite a los ISPs (Proveedores de servicios de Internet) y a los NSP (Proveedores de Servicios de Redes) crear enlaces de muy alta velocidad a un costo muy bajo desde los routers y switches de clase de portadoras hasta los equipos ópticos directamente conectados a las “nubes” SONET/SDH. 10 Gigabit Ethernet, gracias a las interfaces WAN PHY, permite también la construcción de WANs que conectan diversas LAN de distintas ubicaciones geográficas o puntos de presencia (POPs) sobre redes SONET/SDH/TDM existentes. Los enlaces 10 Gigabit Ethernet entre el switch del proveedor de servicios y el dispositivo DWDM o LTE (Line Termination Equipment) de hecho podrían ser muy cortos -menos de 300 metros.

## CAPITULO IV

### USANDO FIBRA EN LA TECNOLOGÍA 10 GIGABIT ETHERNET

#### 4.1.- Los dispositivos Dependientes del medio físico (PMDs)

El estándar IEEE802.3ae\* provee de una capa física que soporta distancias de enlace específicas para la fibra óptica. Para cumplir con los objetivos de distancia fueron seleccionados cuatro Dispositivos dependientes del medio físico PMDs (*PMD, del inglés Physical Medium Dependant*) como mostramos a continuación en la Tabla 4.1. El Grupo del Trabajo seleccionó:

- Un PMD serial de 1310 nanómetros que soporte fibra monomodo a una distancia máxima de 10Km.
- Un PMD serial de 1550 nanómetros que soporte fibra monomodo a una distancia máxima de 40Km.
- Un PMD serial de 850 nanómetros que soporte fibra multimodo a una distancia máxima de 300metros.
- Un PMD WWDM (Multiplexación por división de longitud de onda amplia Wide-Wave-Division-Multiplexing) de 1310 nanómetros que soporte fibra monomodo a una distancia máxima de 10Km y sobre fibra multimodo una distancia máxima de 300 metros.

**Tabla 4.1.** PMDs que han sido seleccionados para cumplir con los objetivos de distancia del estándar 802.3ae\*

Device	8B/10B PCS	64B/66B PCS	WIS	850 nm Serial	1310 nm WWDM	1310 nm Serial	1550 nm Serial
10GBASE-SR		■		■			
10GBASE-SW		■	■	■			
10GBASE-LX4	■				■		
10GBASE-LR		■				■	
10GBASE-LW		■	■			■	
10GBASE-ER		■					■
10GBASE-ER		■	■				■

## 4.2.- Fibra

Tenemos dos tipos de fibra óptica, fibra monomodo y multimodo, que son usadas actualmente en redes de datos y aplicaciones de telecomunicaciones. La tecnología 10 Gigabit Ethernet, como fue definida en el estándar IEEE802.3ae\*, permite trabajar con ambos tipos de fibra. Sin embargo las distancias soportadas varían dependiendo el tipo de fibra y la longitud de onda (nm) que es implementada en la aplicación. En aplicaciones con fibra monomodo, el estándar IEEE802.3ae soporta 10Km con transmisiones ópticas a 1310nm y 40Km con transmisiones ópticas a 1550nm. Con fibra óptica multimodo, las distancias no son fácilmente definidas debido a la variedad de tipos de fibras y en la forma en que cada tipo es definido. La fibra multimodo es comúnmente definida por el diámetro del núcleo y del revestimiento. Por ejemplo, una fibra con un núcleo de diámetro de 62.5micras y con un revestimiento de 125micras de diámetro es referida como una fibra de 62.5/125micras. La aceptación de la fibra multimodo en las redes de hoy fue gracias a la inclusión de la fibra de 62.5/125micras en el estándar FDDI (Fiber Distribution Data Interface) en 1980. El otro aspecto que afecta la capacidad de la fibra multimodo en función de la distancia es la capacidad de transportar información de la fibra (medida en MHz-Km), la cual determina la distancia y tasa de bits a la cual podría trabajar el sistema (por ejemplo, 1Gbps o 10Gbps). La distancia a la cual puede viajar una señal decrece en la medida en que la velocidad de transmisión se incrementa (Tabla 4.2). En los casos en que se implementen aplicaciones 10 Gigabit Ethernet sobre fibra multimodo es importante entender que las distancias de alcance es un aspecto crítico a tomarse en cuenta para las soluciones con esta tecnología.

**Tabla 4.2.** Las opciones de fibra óptica multimodo, como se define en el estándar IEEE 802.3ae\*

Multimode Fiber	62.5 MMF			50 MMF	
	160	200	400	500	2000
850 nm Serial	26m	33m	66m	82m	300m
1310 nm LX4	300m @ 500MHz*km		240m	300m	

## 4.3.- El futuro de la tecnología 10 Gigabit Ethernet

### ¿Cuál será el medio a usarse?

IEEE802.3ae\* recientemente ha formado dos nuevos grupos de estudios para investigar 10 Gigabit Ethernet sobre el cable de cobre. El grupo de estudios 10GBASE-CX4 está

desarrollando un estándar para transmitir y recibir señales XAUI vía un cable Twinax de 4 pares, comúnmente referido como un cable InfiniBand 4x. El objetivo del grupo de estudios es el de proveer un estándar para obtener una solución de bajo costo entre-racks e inter-racks. Se espera que tomará al menos un año para desarrollar el estándar. El grupo de estudios 10GBASE-T está desarrollando un estándar para la transmisión y recepción de 10 Gigabit Ethernet vía un cable de cobre UTP (*UTP, del inglés Unshielded Twisted Pair*) de hasta 100 metros de categoría 5 o mejor.

## CAPITULO V

### CASO DE ESTUDIO: LA RED DE UNIFICACIÓN 10 GIGABIT ETHERNET

#### 5.1.- Fundamentos para las *Infraestructuras Tecnológicas Escalables*

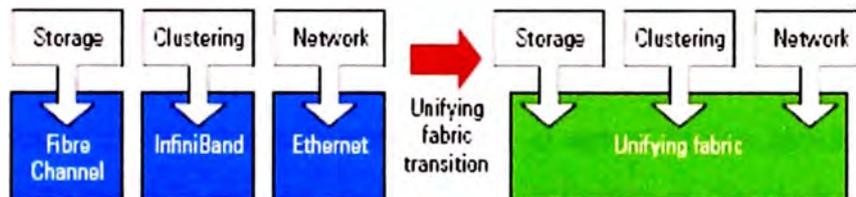
10 Gigabit Ethernet está posicionado para alcanzar las expectativas de la tecnología Ethernet LAN que han sido anticipadas pero que aun no han sido realizadas por sus predecesores y sus alternativas. A continuación discutiremos los criterios para crear un centro de datos virtual y cómo 10 Gigabit Ethernet podría alcanzar estos criterios gracias a su habilidad de funcionar como una Red de Unificación.

La siguiente generación de la infraestructura informática empresarial está prevista como una agrupación de componentes de almacenamiento e informáticos estándares, económicos e inclusive desechables unidos por software especializado dentro de un *sistema distribuido*. Normalmente conocido como un Centro de Datos Virtual, estos componentes en conjunto ofrecen potencialmente flexibilidad, confiabilidad mejorada, y reducen tanto el costo total de propiedad como los costos de la administración de los sistemas.

Los avances técnicos desde que los Centros de Datos virtuales fueron investigados aproximadamente desde el 2003 han hecho que se alcancen estos objetivos. El factor clave para los Centros de Datos virtuales es el concepto de una Red de Unificación. Actualmente los diferentes tipos del tráfico de los centros de datos usan su propia Red de Interconexión especializada, como es mostrado en el lado izquierdo de la Figura 5.1: En almacenamiento normalmente se utiliza *Fibre Channel* para el acceso a nivel de bloques SCSI en dispositivos de Redes de áreas de almacenamiento, los nodos informáticos agrupados (*clusters*) de alto rendimiento usan su propia Red de Interconexión de alto rendimiento como lo es *InfiniBand* para comunicarse con cada uno, y las redes tradicionales típicamente usan TCP/IP sobre *Ethernet*.

Una Red de Unificación en contraste, habilita todas las comunicaciones del centro de datos – incluyendo SAN (Redes de Área de Almacenamiento) inter-nodos (*cluster*) y el tráfico de red tradicional- a utilizar la misma infraestructura de red y el conjunto de protocolos, como es mostrado en el lado derecho de la Figura 5.1. Todas las

comunicaciones podrían tener lugar a través de un único cable entre los dispositivos y el concentrador o switch. En términos prácticos, los diferentes tipos de tráfico son separados debido a razones de seguridad o rendimiento, pero aún así ellos pueden seguir usando la misma tecnología de red y sus componentes. Esta simplificación nos conduce potencialmente a contar con costos reducidos de equipos y un reducido número de grupos de soporte dentro de una organización de TI.



**Figura 5.1.** Clases de tráfico y la transición hacia la unificación de redes

Pero, ¿qué tecnología de redes podría servir como el fundamento para construir una Red De Unificación? Los requerimientos para esta tecnología han sido entendidos claramente durante algún tiempo, y muchos candidatos han sido considerados pero rechazados. El más notable dentro de estos es Infiniband, el cual ha sido y probablemente continúe siendo exitoso en el dominio de redes informáticas inter-nodos (*clusters*) de alto rendimiento. Aunque fue específicamente designado para ser una Red de Unificación, falló al ganar aceptación como tal porque fue una tecnología nueva, costosa, poco familiar y compleja apareciendo mucho antes de su tiempo con respecto a la visión de la Red de Unificación. Y en ese momento, dos de los principales acontecimientos aún no habían aparecido: virtualización e Internet SCSI (iSCSI).

## 5.2.- Permitiendo la Convergencia

Hasta hace poco, uno de los principales inhibidores de la unificación de las redes ha sido el estrecho acoplamiento del software al hardware. Particularmente, un Sistema Operativo instalado en un servidor contiene los controladores específicos a los componentes de hardware de ese servidor. El arranque del SO depende de una serie de eventos que ocurren en el BIOS y en el código de inicio del SO que es configurado durante la instalación del mismo, después de esto el SO está atado al hardware del Servidor; el hecho de trasladar el SO a un hardware diferente (por ejemplo, extrayendo el disco duro de un sistema y trasladándolo a otro) pueda ser que no funcione, aún si el otro sistema es idéntico al

original. Aún después de un arranque exitoso de un SO, el acceso a los volúmenes de los discos –especialmente aquellos almacenados como arreglos RAID- depende de una configuración mutuamente dependiente entre el software y hardware.

Este estrecho acoplamiento anula ampliamente la promesa de unificar redes, ya que deriva la mayor parte de su valor en el hecho de poner recursos informáticos y de almacenamiento en distintos lugares de la Red y conectándolos dinámicamente cuando sean solicitados. Por lo tanto, tecnologías complementarias que rompan la dependencia del software en el hardware (en particular sistemas operativos y sus aplicaciones instaladas) son un requerimiento crítico para una exitosa unificación de las Redes.

La virtualización es un término sobrecargado en el actual léxico técnico. Sin embargo, cuando es definido como la técnica por la cual el software es disociado del hardware, se convierte en un elemento crucial para la unificación de las redes. La Virtualización de los servidores, como la implementada por el VMware® ESX Server y Microsoft® Virtual Server, claramente separan la pila de software del hardware del Servidor creando un ambiente de máquina virtual (VM) en el cual los sistemas operativos se ejecutan. Esto hace efectivamente que cada servidor físico parezca idéntico a los sistemas operativos VM, y por lo tanto facilita que las VMs se muevan libremente a cualquier plataforma de servidor ejecutando el software de virtualización.

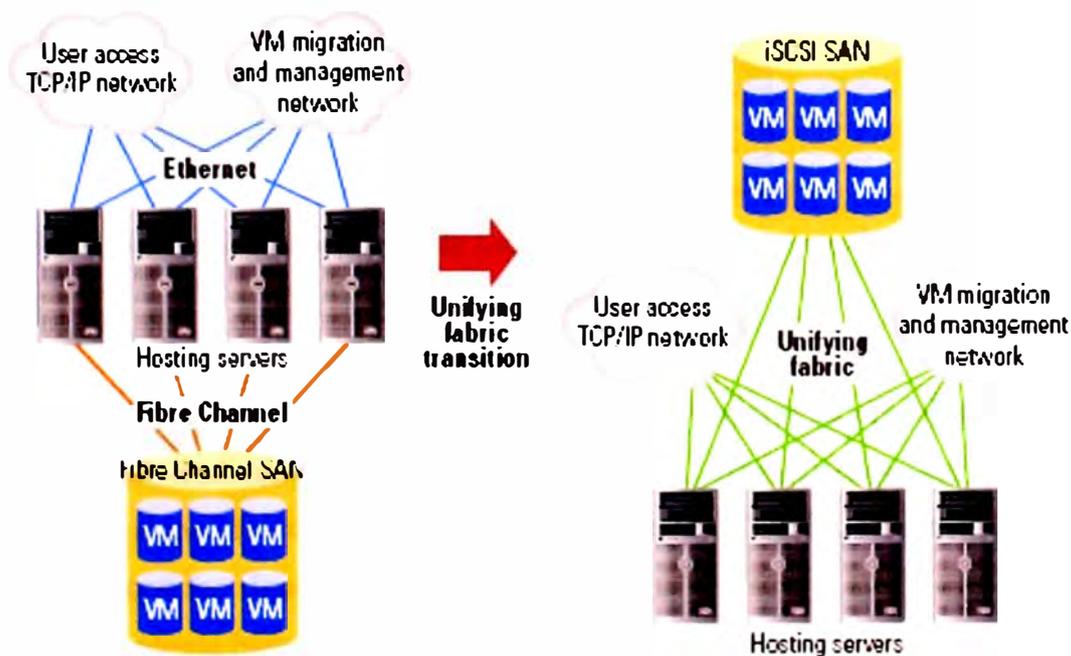
Aunque la virtualización de servidores rompe los vínculos entre los Sistemas Operativos y el hardware subyacente de la capa física, esto no provee el medio completo para trasladar realmente VMs entre servidores. Lograr esto requiere un tipo de virtualización de almacenamiento en la que la información de estado de un VM reside en un dispositivo de almacenamiento remoto que puede ser conectado a cualquier servidor de alojamiento físico dentro de la Red. La información del estado de una VM está contenida en un archivo de disco virtual –un gran archivo plano que imita la funcionabilidad de un disco duro físico. Para facilitar la movilidad este archivo es guardado en un dispositivo de almacenamiento remoto y es accedido gracias a las facilidades del sistema de archivos del software de virtualización. La VM puede ser alojada por cualquier servidor físico con acceso a la unidad de almacenamiento remoto.

### **5.3.- Ingreso de iSCSI**

En las primeras entregas de ESX Server el acceso mutuo a los archivos de discos duros virtuales se consigue conectando todos los sistemas ESX Server a la misma SAN de *Fibre*

*Channel* y múltiples redes Ethernet, como se muestra en el lado izquierdo de la Figura 2. Sin embargo, si se reemplaza la SAN *Fibre Channel* con una SAN iSCSI –el método elegido para implementar SANs IP- aclara la posibilidad de la unificación de Redes, como es mostrado en el lado derecho de la Figura 2.

Además de tener un servidor físico host las VMs que residen en una SAN iSCSI, un Servidor sin disco puede arrancar desde una unidad lógica etiqueta (LUN). Este método ayuda a simplificar la logística del momento del arranque para servidores ya que éstos solo tendrán que soportar un estándar –arranque iSCSI- en lugar de muchos controladores de discos potencialmente propietarios (especialmente los controladores RAID). Múltiples servidores sin disco pueden arrancar una imagen común de software de virtualización, como lo es el ESX Server, y entonces ejecutar múltiples VMs –todo dentro de la misma Red de Unificación.

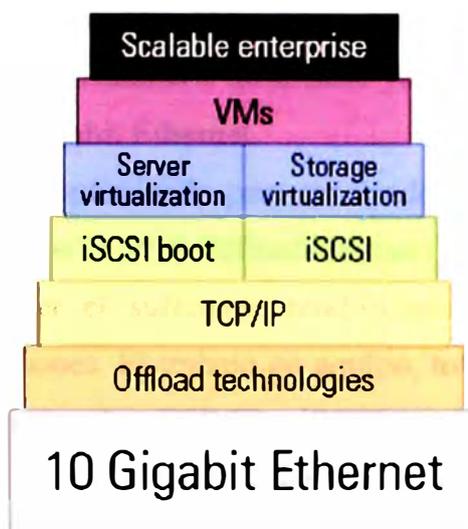


**Figura 5.2.** Infraestructura de alojamiento virtual y la transición hacia la Red de Unificación

#### 5.4.- Creando una Red de Unificación 10 Gigabit Ethernet

La Figura 5.3 muestra los bloques de construcción conceptuales del modelo de infraestructura tecnológica escalable basada en una Red de Unificación 10 Gigabit Ethernet. La infraestructura tecnológica escalable pretende estandarizar los elementos básicos de los centros de datos para ayudar a simplificar las operaciones mejorar la utilización de recursos y permitir un escalamiento rentable en la medida en que sea

necesario. La virtualización es la clave para esa visión, incluyendo las VMs soportadas por tecnologías de virtualización de servidores y de almacenamiento construidas sobre iSCSI y el arranque iSCSI, lo cual a su vez requiere de TCP/IP. Con su optimización conjunta y tecnologías *offload*, 10 Gigabit Ethernet puede servir como la base en la búsqueda de la Unificación de Redes y de esta forma consolidar la visión de Infraestructuras tecnológicas escalables.



**Figura 5.3.** 10 Gigabit Ethernet como la tecnología base para el modelo de Infraestructuras tecnológicas escalables.

Dado que una red de unificación debe soportar almacenamiento, la creación de clústeres, y el tráfico de red tradicional, y esas tecnologías de virtualización de servidor y de almacenamiento dependen de iSCSI y de los protocolos TCP/IP, una red de unificación debería cumplir con los siguientes requerimientos:

- Usar tecnología basada en los estándares de la industria.
- Se convierte en una tecnología familiar y de confianza para el mercado.
- Soporta los protocolos TCP/IP.
- Coexiste y es interoperable de forma transparente con las tecnologías de interconexión existentes.
- Provee un rendimiento apropiado (bajo retardo y un gran desempeño) para soportar las SANs iSCSI y las interconexiones informáticas de clúster de alto rendimiento.
- Proporciona tolerancia a fallos.
- Debe ser una tecnología rentable.

10 Gigabit Ethernet surge como principal candidato para cumplir con estos requerimientos. Como la siguiente iteración de los estándares Ethernet establecidos IEEE802.3, 10 Gigabit Ethernet tiene fundamentos muy bien entendidos sobre los cuales es construido; esto también incluye soporte TCP/IP y es diseñado para interoperar con generaciones previas de 10/100/1000 Mbps Ethernet. El hardware para las SANs proveído por compañías como EMC provee características que soportan ambas Fibre Channel y iSCSI, y los *enclosures* Fibre Channel heredados podrían tener un servidor front end que presente el almacenamiento Fibre Channel como targets iSCSI en la Red de Unificación. No obstante, los gateways Ethernet para Fibre Channel e Infiniband ya existen y pueden ser optimizados para poder ser usados con 10 Gigabit Ethernet.

Aunque Ethernet mismo no es optimizado para ser usado como una Red de Unificación, las tecnologías de descarga como TCP/IP Offload Engine (TOE) y iSCSI Offload ayudan a 10 Gigabit Ethernet a proveer el suficiente rendimiento para diversos ambientes de operación de distintas aplicaciones. El trabajo en equipo, tolerancia a fallas de las tarjetas de red y la robustez de los protocolos TCP/IP e iSCSI pueden proveer tolerancia a fallas. Al igual que con las generaciones previas de Ethernet, es probable que el costo se reduzca en la medida en que estos equipos se produzcan a grandes escalas, eventualmente haciendo a esta tecnología universal y rentable.

### **5.5.- De la visión a la realidad**

Como un candidato a ser una Red de Unificación, 10 Gigabit Ethernet ha recibido un amplio soporte positivo de la industria de TI, y ha sido implementado desde 2004 como una tecnología de red fundamental usando medios ópticos y de cobre de alto rendimiento para implementaciones de gran rendimiento, donde ha sido comprobado que es suficiente para la gran mayoría de tareas de comunicación inter-nodos. PCI Express, los protocolos de descarga de procesamiento y los procesadores de múltiples núcleos en su conjunto pueden contribuir a reducir los cuellos de botella que previamente impidieron el uso eficiente de la tecnología 10 Gigabit Ethernet. 10 Gigabit Ethernet podría convertirse en el verdadero caballo de trabajo de la computación empresarial aún dándole soporte a tráfico de red tales como telefonía de voz sobre IP videoconferencia, y aplicaciones remotas.

A pesar de ser una gran promesa, 10 Gigabit Ethernet como una Red de Unificación requiere mucho más que simplemente adaptadores de red, switches y cables. Se necesitan las herramientas de administración métodos y las mejores prácticas para las SANs iSCSI y

iSCSI boot (incluyendo la administración del arranque de imágenes). El perfeccionamiento de los protocolos de descarga de procesamiento, incluyendo la integración dentro de las pilas del SO y asignando las apropiadas descargas con los trabajos, esta aún en los estados iniciales de desarrollo. Pero aún así, el consenso en la industria de TI parece indicar que una Red de Unificación es una conclusión anticipada, y que –con 10 Gigabit Ethernet identificado como la principal tecnología fundamental- está a punto de llegar. La transición podría tomar varios años, pero 10 Gigabit Ethernet podría traer a la industria un paso más cerca de la implementación de Centros de datos virtuales e infraestructuras tecnológicas escalables.

## CONCLUSIONES

Ethernet ha resistido el paso del tiempo para convertirse en la tecnología de red más ampliamente adoptada en el mundo. Con la creciente dependencia en las redes y el incremento de las aplicaciones de alto rendimiento que requieren de anchos de banda considerables, los proveedores de servicios buscan soluciones de red de mayores capacidades que simplifiquen y reduzcan el costo total de conectividad en la red, de esta manera permite diferenciación de servicios más rentable, mientras se mantienen muy altos niveles de confiabilidad. El estándar 10 Gigabit Ethernet IEEE 802.3ae\* provee una alternativa de solución sólida para los desafíos de las redes actuales. El presente trabajo corresponde a un tema de divulgación e investigación académica por lo que parte de la información proporcionada no es de público conocimiento.

10 Gigabit Ethernet es la evolución natural del estándar bien establecido IEEE802.3\* (Ethernet) en velocidad y distancia. No solo incrementa la velocidad para las redes de las empresas sino que también extiende las características de Ethernet a las redes de área metropolitana (MAN) y de área amplia (WAN) proporcionando:

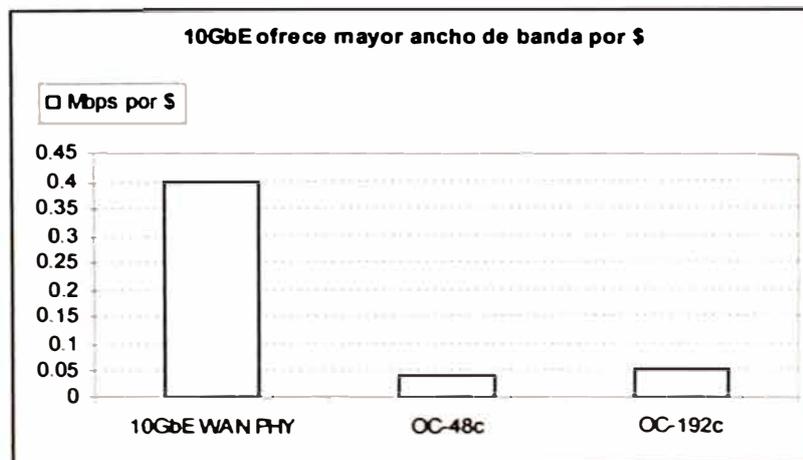
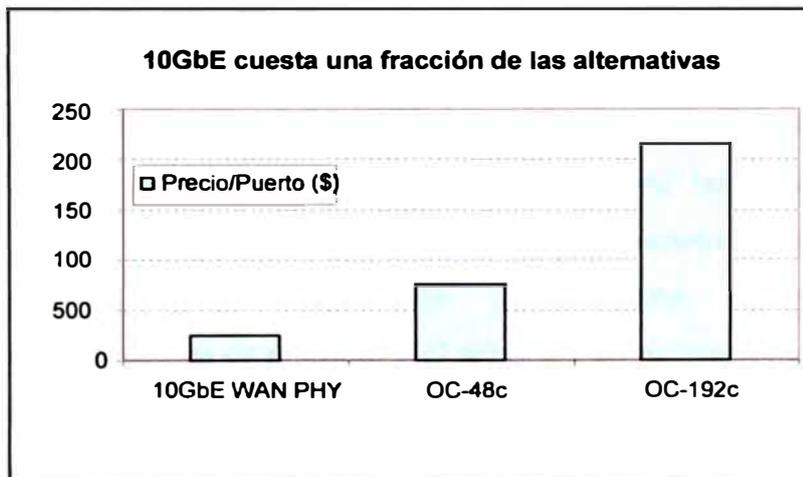
- Una alternativa que brinda un Costo Total de Propiedad (*TCO del inglés Total Cost of Ownership*) potencialmente competitivo a nivel de infraestructura, operacional y de capital humano en comparación con las soluciones propietarias gracias a que el diseño implementación, administración y mantenimiento de esta tecnología es familiar para el personal especializado y se cuentan herramientas heredadas de las tecnologías predecesoras para este fin.
- Migración directa hacia niveles de rendimiento mucho mayores, gracias a la inserción de dos parámetros importantes: Gran Ancho de banda (10Gbps) y bajos retardos (propios del sistema y debido al uso de la tecnología de Acceso Directo a Memoria en remoto).
- Probada interoperabilidad multi-vendedor y con la tecnología actualmente instalada (Plug and Play) debido a que esta tecnología representa un estándar.

- Un conjunto familiar de características de administración de la red compatible y similar a las herramientas utilizadas en los antecesores Ethernet.

A continuación presentamos una tabla comparativa de costos entre 10Gigabit Ethernet y otras tecnologías propietarias, en el ámbito de las redes de almacenamiento (SANs). Lo cual sustenta lo expuesto líneas arriba.

Tecnología de Interconexión	Topología	Retardo en la Aplicación	Ancho de banda	Costo total de la conexión	Costo por Megabit
<b>10 Gigabit Ethernet</b>	Diversa	~20us	>117MB/s	\$125	\$0.13
<b>Infiniband 4X</b>	Diversa	<6us	805MB/s	\$1000	\$0.16
<b>Quadrics</b>	Fat Tree	<3us	900MB/s	\$2400	\$0.33
<b>Dolphin SCI</b>	2D/3D Torus	2.3us	667MB/s	\$2200	\$0.41
<b>Myrinet</b>	Fat Tree	~6us	248MB/s	\$1195	\$0.60

También presentamos dos gráficos que muestran la ventaja competitiva de 10 Gigabit Ethernet versus Sonet/SDH en ámbitos de redes de acceso MAN y WAN:



Fuente: Foundry Networks

Una infraestructura Ethernet optimizada está tomando lugar en las redes de área metropolitana y actualmente muchas áreas metropolitanas son el foco del desarrollo de sus redes buscando entregar servicios sobre Ethernet Óptico. 10 Gigabit Ethernet está en el foco de muchos fabricantes y vendedores de switches, routers y sistemas ópticos metropolitanos para facilitar:

- Rentabilidad, conexiones al nivel Gigabit entre el punto de acceso de los clientes y los POPs de los proveedores de servicios en el formato nativo de Ethernet, como se ha podido ver en el gráfico anterior, la adopción de esta tecnología en estos ámbitos (MAN, WAN) es muy competitiva económicamente lo cual mejora considerablemente la rentabilidad.
- Simplicidad, alta velocidad y bajo costo de acceso a la infraestructura óptica metropolitana. Gracias a que tendremos que administrar un solo tipo de tecnología ampliamente conocida en los diversos ámbitos de las redes corporativas actualmente implementadas.
- Interconexión de sus locales en el rango Metropolitano sobre fibra óptica, alcanzando distancias entre 10 y 40 Km. Esta capacidad brinda la posibilidad a las empresas de diseñar e implementar estratégicamente las ubicaciones para sus centros de datos y oficinas, tomando en cuenta parámetros importantes como el rendimiento (10Gbps), recuperación de desastres (servidores alternos), almacenamiento, copias de respaldo y el soporte para aplicaciones que requieran de estas características en ámbitos ahora metropolitanos.
- Redes ópticas de extremo a extremo con sistemas de administración comunes. Debido a que utilizaremos la misma tecnología 10 Gigabit Ethernet para los diversos ámbitos de redes dentro de nuestra infraestructura tecnológica.

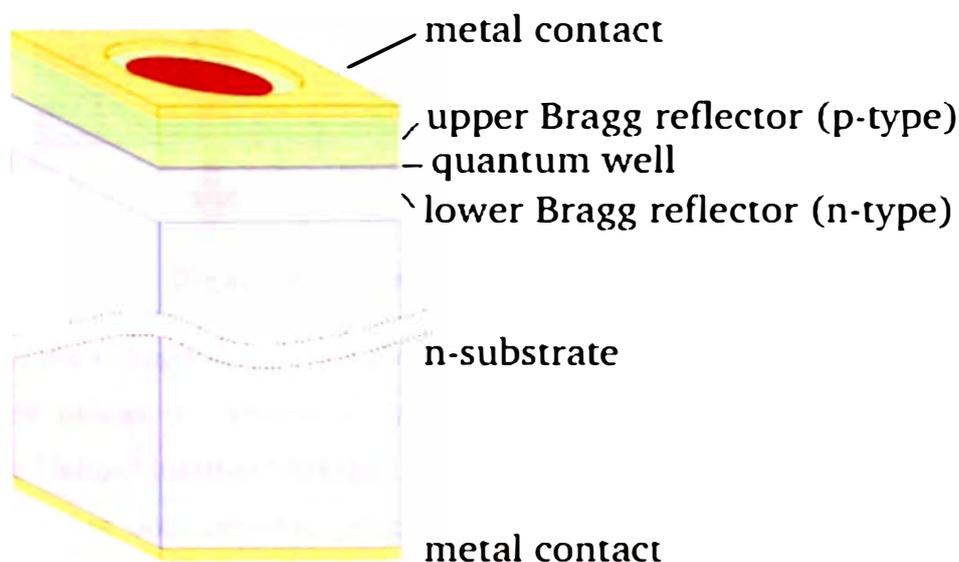
**ANEXO A**  
**DIODO LÁSER DE EMISIÓN SUPERFICIAL CON CAVIDAD VERTICAL**  
**(VCSEL)**

## ANEXO A

### DIODO LÁSER DE EMISIÓN SUPERFICIAL CON CAVIDAD VERTICAL (VCSEL)

El Láser de Emisión Superficial con Cavidad vertical es un tipo de diodo láser semiconductor con emisión del haz perpendicular a la superficie superior, contrariamente a los láseres semiconductores convencionales de emisión lateral.

El proceso de producción de los VCSELs ofrece muchas ventajas comparativas con respecto al proceso de producción de los láseres de emisión lateral, éstos no pueden ser probados sino hasta el final del proceso de fabricación. Si el emisor lateral no funciona debido a problemas en los contactos o por la mala calidad de los materiales, tanto el tiempo de producción como el material empleados habrán sido desperdiciados. Sin embargo los VCSELs pueden ser probados en diversos niveles durante el proceso para verificar la calidad del material y otros parámetros. Adicionalmente, dado que los VCSELs emiten el haz perpendicularmente a la región activa del láser, decenas de miles de VCSELs pueden ser procesados simultáneamente en una sola oblea de Arseniuro de Galio de 3 pulgadas. A continuación en la figura A.1 mostramos el detalle de las partes de un VCSEL

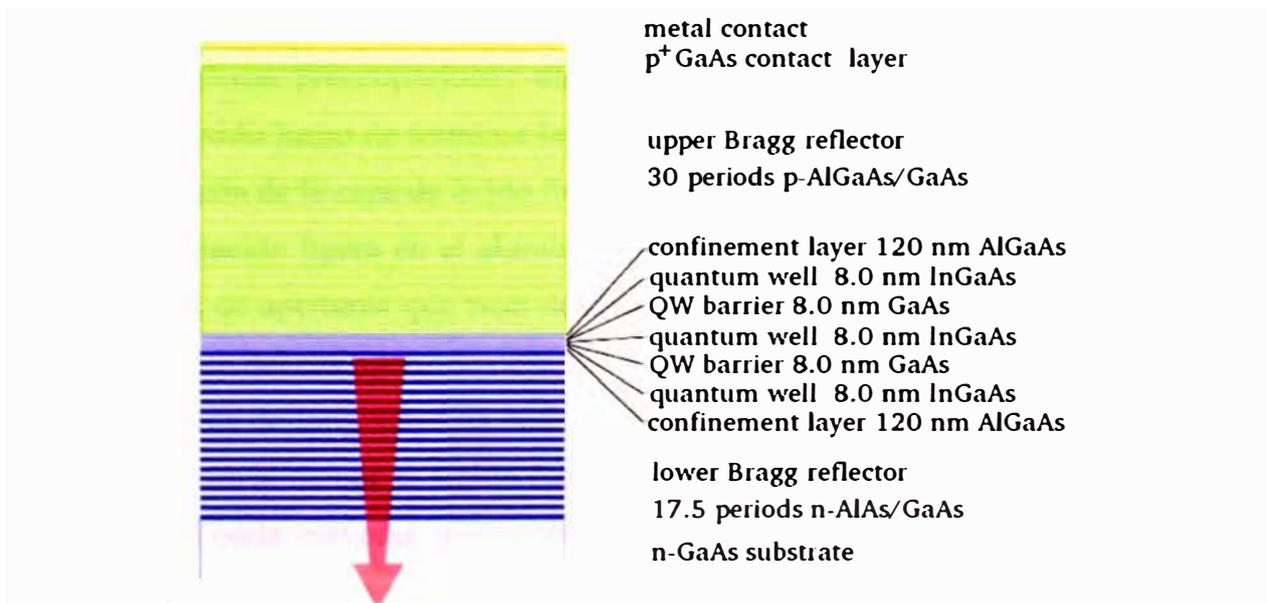


**Figura A.1** Diagrama de una estructura simple de un VCSEL

## Estructura

El resonador láser consiste de dos Reflectores de Bragg Distribuidos (DBR) paralelos a la superficie de la oblea con una región activa que consiste de uno o más pozos cuánticos que se encargan de generar la luz láser entre ellos. Los espejos planos DBR consisten en capas con índices de refracción altos y bajos ubicados alternadamente. Cada capa tiene un espesor de un cuarto de la longitud de onda del láser en el material produciendo una intensidad de reflexión de aproximadamente 99%. En los VCSELS se requieren espejos de alta reflectividad para poder balancear la corta longitud de la región de ganancia.

En los VCSELS comunes los espejos superiores e inferiores son dopados como tipo-p y tipo-n respectivamente, formando una juntura de diodo. En estructuras más complejas las regiones tipo-p y tipo-n pueden ser incluidas dentro de los reflectores, requiriendo un proceso semiconductor más complejo para poder hacer el contacto eléctrico con la región activa, pero a su vez eliminando la pérdida de potencia eléctrica en la estructura DBR. En la Figura A.2 mostramos mayor detalle de lo explicado



**Figura A.2** La estructura real de un VCSEL.

Los VCSELS para longitudes de onda desde los 650nm hasta los 1300nm son típicamente fabricados en obleas de Arseniuro de Galio (GaAs) con DBRs formados de GaAs y Arseniuro de Galio-Aluminio (Al<sub>x</sub>Ga<sub>(1-x)</sub>As).

Recientemente los dos métodos principales para restringir la corriente en un VCSEL fueron caracterizados por dos tipos de VCSELS: VCSELS de iones implantados y los VCSELS de óxido.

A comienzos de los 90s, las empresas de telecomunicaciones tendieron a favorecer los VCSELs de iones implantados. Los iones, (usualmente iones de Hidrógeno, H<sup>+</sup>), fueron implantados dentro de toda la estructura excepto en la apertura, destruyendo la estructura del enrejado alrededor de la apertura y de este modo inhibiendo la corriente. Entre mediados y finales de los 90s se cambiaron hacia la tecnología de VCSELs de óxido. La corriente es confinada en un VCSEL de óxido a través de la oxidación del material cerca de la apertura del VCSEL. Una capa de aluminio de alto contenido que crece dentro de la estructura del VCSEL es la capa que será oxidada. Los VCSELs de óxido frecuentemente también emplean el paso de producción de implantación de iones. Como un resultado en el VCSEL de óxido, el recorrido de la corriente es confinado por el implante de iones y la apertura de óxido.

La aceptación inicial de los VCSEL de óxido fue plagada de preocupación acerca de las aperturas “saltantes” debido a la presión y a los defectos de la capa de oxidación. Sin embargo, después de realizar muchas pruebas se ha comprobado que la confiabilidad de la estructura es robusta tal como lo comprueban los estudios realizados por la Hewlett Packard sobre VCSELs de óxido.

También surgieron preocupaciones una vez que se llevó a cabo la producción de los VCSELs de óxido luego de terminar las investigaciones y desarrollo, esto debido a que la tasa de oxidación de la capa de óxido fue altamente dependiente del contenido de aluminio. Cualquier variación ligera en el aluminio podría cambiar la tasa de oxidación resultando algunas veces en aperturas que sean demasiado grandes o pequeñas para cumplir con las especificaciones del estándar.

Los dispositivos de longitudes de onda mayores, desde 1300nm hasta 2000nm, han sido demostrados con al menos la región activa fabricada de Fosforo de Indio. Los VCSELs de longitudes de onda mayores son experimentales y usualmente bombeados óptimamente. Los VCSELs de 1310nm son los más apropiados debido a que la dispersión de la fibra óptica basada en silicio es mínima en este rango de longitudes de onda

### **Características**

Los VCSELs pueden ser probados en la misma oblea debido a que emiten desde la superficie superior del chip antes de que sean cortados en dispositivos independientes, esto reduce el costo de fabricación de los dispositivos y también permite que los VCSELs puedan ser fabricados en arreglos no solo de una dimensión sino de dos como se muestra en una oblea real de la Figura A.3.



**Figura A.3** Vista de una oblea de VCSEL en dos dimensiones

Los VCSELs cuentan con una apertura de salida mucho mayor al ser comparados con la mayoría de los láseres de emisión lateral, y esto hace que produzcan un menor ángulo de divergencia del haz de salida y a su vez hace posible una alta eficiencia de acoplamiento con la fibra óptica.

La alta reflectividad de los espejos, comparado con la mayoría de láseres de emisión lateral, reduce la corriente umbral de los VCSELs, resultando en menor consumo de energía. Sin embargo, hasta ahora, los VCSELs tienen menor potencia de emisión comparada con los láseres de emisión lateral. El hecho de poseer una corriente umbral muy baja también permite grandes anchos de banda de modulación intrínsecos en los VCSELs.

La longitud de onda de los VCSELs puede ser sintonizada dentro de la banda de ganancia de la región activa ajustando el espesor de las capas reflectoras.

### **Aplicaciones**

Transmisión de datos en Fibra Óptica.

Transmisión analógica de señales de banda ancha.

Espectroscopia de absorción (TDLAS).

Impresoras láser.

### **Conclusiones**

Los VCSELs tienen alto rendimiento y bajo costo, algunas de sus ventajas son:

- 1.- La estructura puede ser integrada en una configuración de arreglos de 2 dimensiones.
- 2.- Su haz circular y baja divergencia eliminan la necesidad de óptica correctiva.
- 3.- Comercialmente la corriente de umbral de un VCSEL es de aproximadamente 4 mA.
- 4.- Alcanza potencias ópticas del orden de 10 mW.
- 5.- Su ancho espectral ( $\Delta\lambda$ ) es de aproximadamente 1nm.
- 6.- Su longitud de onda central es de aproximadamente 850 nm.
- 7.- Se puede aplicar un VCSEL en transmisión de datos de altas velocidades.

**ANEXO B**

**TECNOLOGÍA DE DESCARGA DEL PROCESAMIENTO TCP/IP (TOE)**

## **ANEXO B**

### **TECNOLOGÍA DE DESCARGA DEL PROCESAMIENTO TCP/IP (TOE)**

#### **Introducción**

Ethernet se ha convertido en el protocolo de red más popular para redes de área local (LAN). Es barato y ofrece una implementación del modelo “plug and play”. De la misma forma en que el uso de redes se ha hecho muy popular y necesario las velocidades de conexión de red Ethernet también han ido en aumento. El crecimiento de Ethernet de 10 Mbps, a 10 Gbps ha superado el crecimiento que ha experimentado el rendimiento de computadoras y servidores de alto rendimiento. Un obstáculo fundamental para mejorar el rendimiento de la red es que los servidores han sido diseñados para el procesamiento en lugar de enviar datos de entrada y salida (E/S). La revolución de Internet ha cambiado drásticamente los requisitos de servidores, y el envío de datos de E/S se está convirtiendo en un importante cuello de botella en el procesamiento de alta velocidad. En estos términos encontramos que la principal razón para el cuello de botella es que la pila TCP/IP viene siendo procesada a una tasa inferior a la velocidad de la red actual.

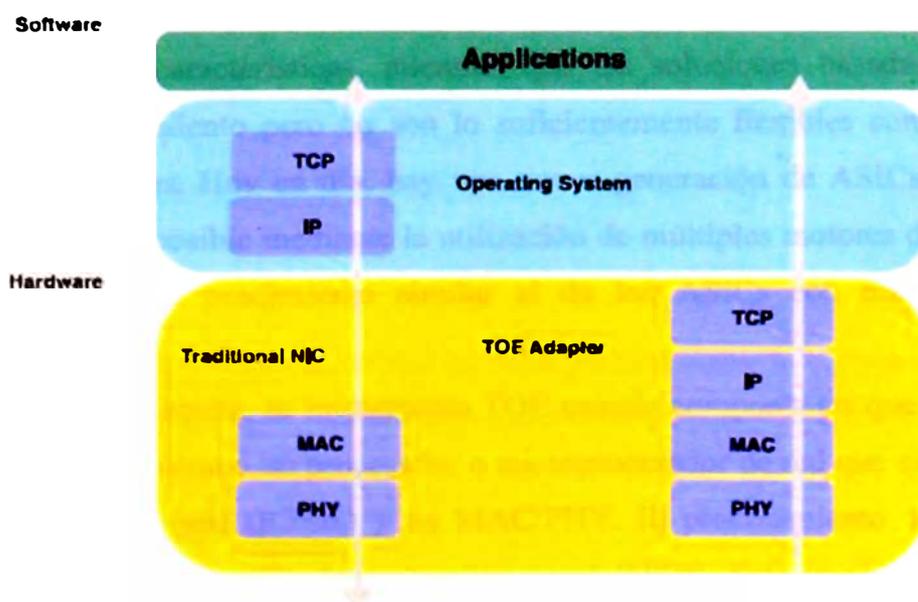
La tecnología de descarga del protocolo TCP/IP (en adelante nos referiremos a esta tecnología como TOE, del inglés TCP/IP Offload Engine) es una de las tecnologías que puede reducir la cantidad de procesamiento TCP/IP a cargo del microprocesador y del subsistema E/S del servidor, y por tanto, facilitará la reducción de los cuellos de botella a nivel de servidor. La implementación de la tecnología TOE en conjunto con las tecnologías de alta velocidad Ethernet permite a las aplicaciones aprovechar plenamente las capacidades de la red.

El almacenamiento IP basado en Ethernet es una gran oportunidad para 10 Gigabit Ethernet. El principal problema del almacenamiento IP es la gran sobrecarga del procesamiento de TCP/IP, lo que limita los niveles de rendimiento de los servidores a niveles inaceptables para el transporte de bloques de almacenamiento. Sólo la tecnología

TOE puede proveer este nivel de rendimiento. iSCSI es un buen ejemplo del uso de TOE para lograr un almacenamiento IP de alto rendimiento.

El procesamiento de TCP/IP sobre Ethernet es tradicionalmente realizado por el software que se ejecuta en el procesador central, el CPU o microprocesador del servidor. En la medida en que las conexiones de red crecen más allá de velocidades Gigabit Ethernet, el CPU se carga con una gran cantidad de solicitudes de procesamiento del protocolo TCP/IP. El procesamiento de los paquetes, las copias en memoria que requieren grandes recursos, y las interrupciones representan una enorme carga sobre el CPU del servidor. En las redes de alta velocidad, el CPU tiene que dedicar mayor procesamiento para manejar el tráfico de la red que a las aplicaciones que se está ejecutando. Una estimación aproximada del procesamiento del CPU necesario para manejar una determinada velocidad de conexión Ethernet se estima como sigue: por cada bit por segundo de información de red procesada se requiere de un ciclo del procesamiento del CPU. (Esta regla general fue declarada por primera vez en PC Magazine a mediados de los 90s, y sigue siendo utilizado como una regla de oro por las compañías informáticas hoy en día.) Por ejemplo, un CPU de 20GHz funcionando a plena utilización sería necesario para manejar un enlace Ethernet de una velocidad de 10Gbps. TOE surge como una solución para limitar el procesamiento exigido a los CPUs para el manejo de los enlaces de red. La tecnología TOE puede ser incluida en una tarjeta de interfaz de red, NIC, o dentro de un adaptador de bus de host, HBA. En la Figura B.1 se describe esta descarga de procesamiento.

### TCP/IP Offload Engine, TOE



**Figura B.1** Diagrama de funcionamiento de la tecnología TOE

## **La Tecnología TOE y sus diversas Implementaciones**

La idea básica de la tecnología TOE consiste en descargar el procesamiento de los protocolos TCP/IP del procesador central hacia el hardware del adaptador. En el marco de la pila del protocolo TCP/IP, hay varios protocolos como TCP, IP, UDP, ICMP y otros. La mayoría de las aplicaciones de usuario final usan los protocolos TCP e IP. Una TOE puede ser implementada con un procesador de red y el micro-código, ASIC (Circuitos integrados para aplicaciones específicas) especializados, o una combinación de ambos. TOE no sólo descarga la CPU de procesamiento para aumentar el rendimiento de las aplicaciones, sino que permite a Ethernet acceder a los nuevos mercados, tales como redes de área de almacenamiento iSCSI (SAN) y de aplicaciones de alto rendimiento de almacenamiento conectado en red (NAS). Todas las implementaciones de TOE disponibles en el mercado se están concentrando en la descarga del procesamiento de TCP e IP.

Como un precursor en la descarga de TCP, algunas características de los sistemas operativos dan soporte para descargar algunas características que requieren de procesamiento intensivo de los servidores hacia los adaptadores. La descarga de lo que es la suma de verificación IP implementada en algunos adaptadores de red de servidores es un ejemplo de esto. Pero, en la medida en que la velocidad de Ethernet va más allá de los 100Mbps y las expectativas de desempeño como usuario final crecen, la necesidad de descargar el procesamiento de más protocolos se ha convertido en un requisito claro.

TOE se puede aplicar de diferentes maneras dependiendo de las preferencias del usuario final entre diversos factores como la flexibilidad de la implementación y el rendimiento. Tradicionalmente, las soluciones basadas en el procesador proveen la flexibilidad para aplicar las nuevas características, mientras que las soluciones basadas en los ASICs proveen buen rendimiento pero no son lo suficientemente flexibles como para añadirse nuevas características. Hoy en día, hay una nueva generación de ASICs de rendimiento optimizado esto es posible mediante la utilización de múltiples motores de procesamiento para proporcionar un rendimiento similar al de los ASICs con más flexibilidad de implementación.

En una aplicación discreta, se implementa TOE usando componentes que se ofrecen en el mercado informático como un procesador o microprocesador de red que ejecuta un sistema operativo de tiempo real (RTOS) y un MAC/PHY. El procesamiento de protocolos del CPU es descargado a la pila de protocolos en el RTOS. Esta implementación no sólo descarga la pila TCP sino también cualquier otro protocolo que sea soportado por la pila

incluida en el RTOS, siempre que el hardware cuente con las herramientas apropiadas para descargar los protocolos del CPU central del servidor. La ventaja de esta implementación es la flexibilidad de la solución y la amplia disponibilidad de los componentes, sin embargo, la escalabilidad hacia 10 Gigabit Ethernet y más está bajo un estudio muy minucioso. En una aplicación basada en ASIC, el procesamiento de TCP/IP es descargado hacia un hardware de rendimiento optimizado.

Las implementaciones ASIC son personalizadas para realizar la descarga de los protocolos TCP/IP, y de esta manera ofrecen mejor rendimiento que las implementaciones discretas. Existe un acuerdo general en que las ventajas de esta aplicación son el rendimiento y la escalabilidad, pero a expensas de la flexibilidad. Existen implementaciones que tratan de sacar provecho de ambos tipos de implementaciones: la implementación basada en el procesador y la implementación basada en ASIC. La intención es ser capaz de proporcionar la escalabilidad y flexibilidad manteniendo al mismo tiempo un excelente rendimiento.

**El procesamiento del Protocolo TCP se puede dividir en diferentes fases:**

- Establecimiento de la conexión.
- Transmisión/recepción de datos.
- Finalización de la conexión (una vez que los datos son transmitidos y recibidos)
- Manejo de errores.

En entornos en los que los paquetes perdidos son poco frecuentes y donde las conexiones se mantienen durante largos periodos de tiempo, la mayor parte de la sobrecarga en TCP/IP está en la transmisión y recepción de los datos. La descarga de esta sobrecarga es comúnmente referida como la descarga de la vía de datos. La descarga de la vía de datos elimina la sobrecarga de TCP/IP en la fase de transmisión/recepción. La pila del servidor se encarga de las fases restantes (es decir, establecer la conexión, el cierre y manejo de errores).

Una descarga completa TOE ejecuta todas las fases de la pila TCP en hardware. Con la descarga completa, una TOE reduce al servidor no sólo del procesamiento de datos, sino también respecto de las tareas de administración de la conexión. En entornos en los que la administración de las conexiones o el manejo de errores son tareas intensas, hay una ventaja definitiva de las soluciones de descarga completa. Dependiendo de la aplicación de usuario final, la descarga de la ruta de datos o la descarga completa pueden ser igualmente eficaces en la reducción de la utilización del CPU del servidor y en el aumento de la

eficiencia de la transferencia de datos. A través de la descarga del procesamiento de los protocolos TCP/IP, el procesador del servidor puede ser relevado de las pilas de protocolos que requieren gran procesamiento y de esta forma podría centrar sus ciclos de operación del CPU en las aplicaciones propiamente dichas. Con 10 Gigabit Ethernet, es evidente que la tecnología TOE ofrece beneficios sustanciales a favor del rendimiento del sistema en una variedad de entornos de aplicaciones.

### Aplicaciones

Algunos de los usos de la tecnología TOE se han descrito líneas arriba. Si nos fijamos en lo que la tecnología TOE trae a los sistemas 10 Gigabit Ethernet, su atención se centra en torno a la descarga del procesamiento de la pila TCP/IP que realizaba el procesador. Dado que TCP/IP es casi sinónimo de Ethernet, la capacidad para eliminar o reducir las solicitudes hacia el CPU para el manejo de la mensajería TCP/IP permitirá a las tecnologías basadas en Ethernet para aventurarse en nuevas áreas. Una de esas áreas como se describe líneas arriba es el transporte de iSCSI o cualquier tipo de información de almacenamiento mediante tráfico IP. TOE ayuda a disminuir la carga de CPU en el host, ya sea en el dispositivo con los datos o en el dispositivo que desea que los datos.

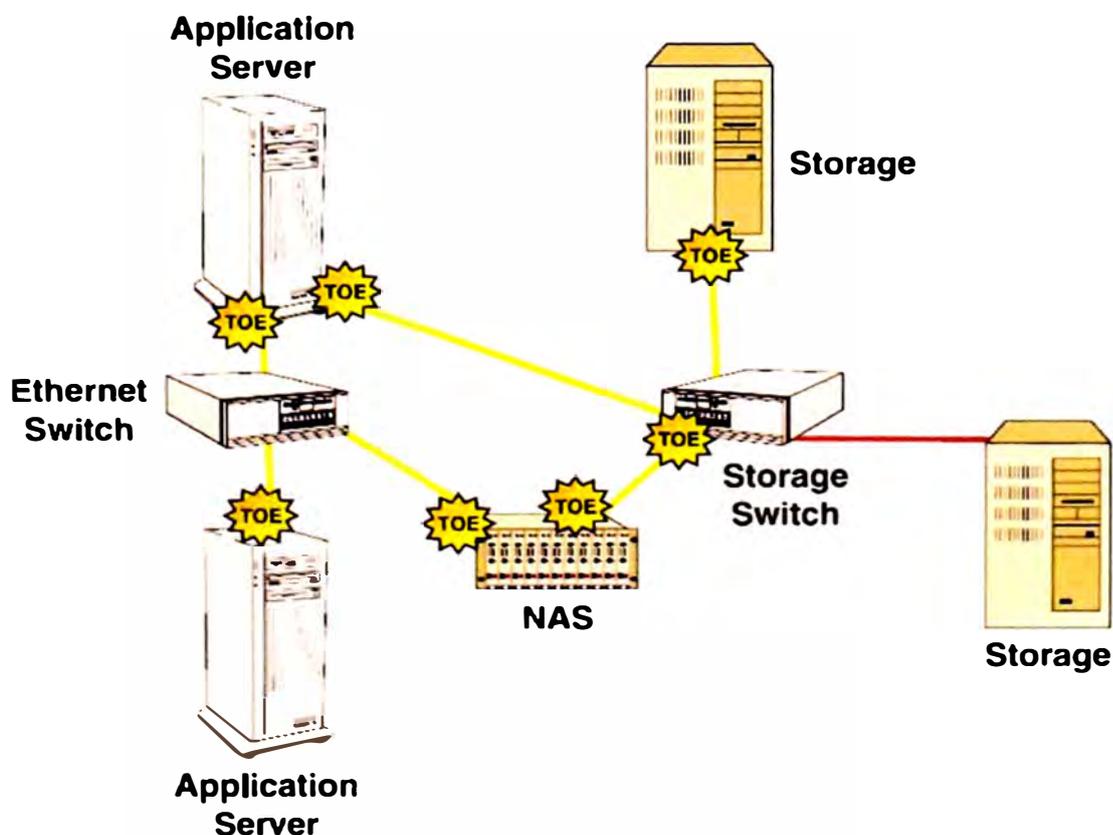


Figura B.2 Aplicaciones de la Tecnología TOE

La tecnología TOE no sólo beneficia a datos de almacenamiento de información mediante IP y el tráfico de datos general de Empresa. El uso de tecnologías Ethernet para backplanes (es decir, XAUI en 10 Gigabit Ethernet), puede utilizar TCP/IP como medio para proporcionar administración de la red y de la capa de transporte. TOE puede ayudar en este sentido proporcionando la funcionalidad TCP/IP sin la necesidad de un CPU o con un CPU de menor rendimiento y menor coste. Otras posibles aplicaciones son clientes chicos en donde el poder de procesamiento del CPU del cliente está inundado con el procesamiento de TCP/IP. Liberando la potencia de procesamiento de los clientes le permitirá concentrar su limitada capacidad de procesamiento en otras tareas.

Estas son sólo algunas aplicaciones generales de la tecnología TOE, las que se muestran en la Figura B.2. En la medida en la que la tecnología crece y madura surgirán otros mercados y alternativas nicho para TCP/IP, Ethernet y TOE.

**ANEXO C**  
**ACCESO DIRECTO A MEMORIA EN REMOTO (RDMA)**

**ANEXO C**  
**ACCESO DIRECTO A MEMORIA EN REMOTO**  
**(RDMA)**

RDMA (del inglés Remote Direct Memory Access) permite que la información se pueda transmitir directamente de la memoria de un equipo a la memoria de otro equipo sin comprometer el sistema operativo de ninguno de ellos. Esto permite un alto rendimiento, bajo retardo en la red, lo cual es especialmente muy útil en los computadores organizados en clústers. RDMA tiene sus principios basados en la tecnología DMA (Acceso directo a memoria)

RDMA soporta la tecnología zero-copy (son operaciones en las que el CPU de un computador no realiza la tarea de copiar datos desde un área hacia otra de la memoria) en la red, lo cual significa que un adaptador de red puede transferir información directamente hacia y desde la memoria de aplicaciones, eliminando de esta forma la necesidad de copiar información entre la memoria de aplicaciones y los buffers de datos en el sistema operativo. De esta forma estas operaciones de copiado de información no requerirán trabajo por parte del CPU, cachés, o cambios de contexto, y de esta forma la transferencia de la información continua en paralelo con otras operaciones del sistema. Cuando una aplicación realiza una solicitud de lectura o escritura RDMA, los datos de la aplicación son entregados directamente a la red, reduciendo el retardo y facilitando una rápida entrega de la información.

Esta estrategia presenta algunos problemas, dado que el nodo que recibe la información no es notificado de la finalización de la solicitud (comunicación de un solo lado). La forma común de realizar esta notificación es la de cambiar un byte de memoria cuando la información ha sido entregada. pero esto requiere que el nodo receptor averigüe la información de este byte. No solo esta averiguación consume ciclos del CPU, sino también se incrementan los retardos de memoria linealmente con el posible número de otros nodos, lo cual limita el uso de la tecnología RDMA en computación de alto rendimiento (HPC, High Performance Computing) a favor de MPI (Message passing interface, el cual es un

protocolo de comunicaciones usado en computadores ubicados en arreglos especiales de alto rendimiento).

El modelo usado para la transmisión/recepción por otras tecnologías como Myrinet o Quadrics, no tiene ninguno de estos problemas descritos y presenta un gran rendimiento ya que su interfaz de programación es muy similar a MPI.

RDMA reduce la sobrecarga de protocolos, lo cual puede aprovechar al máximo la capacidad de mover información a través de la red, reduciendo el rendimiento, limitando la velocidad de obtención de información para una aplicación y restringiendo el tamaño y la escalabilidad de un clúster.

La aceptación de la tecnología RDMA también está limitada a la necesidad de instalar una infraestructura de redes distinta. Los nuevos estándares permiten la implementación de Ethernet RDMA al nivel de la capa física y TCP/IP como el protocolo de transporte, combinando las ventajas de rendimiento y retardo de RDMA con una solución basada en estándares de bajo costo. El Consorcio RDMA y el Grupo de Colaboración DAT han jugado roles importantes en el desarrollo de protocolos RDMA y APIs para su posterior consideración por el grupo que manejan los estándares como el Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF, Internet Engineering Task Force) y el Consorcio de Interconexión de Software (Interconnect Software Consortium). Las empresas vendedoras de software como la Corporación Oracle dan soporte a estas APIs en sus últimos productos y por otro lado los adaptadores de red que dan soporte a esta característica RDMA vienen siendo desarrollados.

**ANEXO D**  
**TECNOLOGÍAS PROPIETARIAS DE ALTO RENDIMIENTO**

## ANEXO D

### TECNOLOGÍAS PROPIETARIAS DE ALTO RENDIMIENTO

#### 1.- Infiniband

InfiniBand es un bus de comunicaciones serie de alta velocidad, diseñado tanto para conexiones internas como externas. Sus especificaciones son desarrolladas y mantenidas por la Infiniband Trade Association (IBTA). En la Figura D.1 se muestra el típico conector.



**Figura D.1** Conector clásico Infiniband

#### **Descripción**

Al igual que Fibre Channel, PCI Express y otros modos de interconexión modernos, InfiniBand usa un bus serie bidireccional de tal manera que evita los problemas típicos asociados a buses paralelos en largas distancias (en este contexto, una habitación o edificio). A pesar de ser una conexión serie, es muy rápido, ofreciendo una velocidad bruta de unos 2.5 Gigabits por segundo (Gbps) en cada dirección por enlace. InfiniBand también soporta doble e incluso cuádruples tasas de transferencia de datos, llegando a ofrecer 5 Gbps y 10 Gbps respectivamente. Se usa una codificación 8B/10B, con lo que, de cada 10 bits enviados solamente 8 son de datos, de tal manera que la tasa de transmisión útil es 4/5 de la media. Teniendo esto en cuenta, los anchos de banda ofrecidos por los modos simple, doble y cuádruple son de 2, 4 y 8 Gbps respectivamente.

Los enlaces pueden añadirse en grupos de 4 o 12, llamados 4X o 12X. Un enlace 12X a cuádruple ritmo tiene un caudal bruto de 120 gpbs, y 96 Gbps de caudal eficaz. Actualmente, la mayoría de los sistemas usan una configuración 4X con ritmo simple, aunque los primeros productos soportando doble ritmo ya están penetrando en el mercado. Los sistemas más grandes, con enlaces 12X se usan típicamente en lugares con gran exigencia de ancho de banda, como clústeres de computadores, interconexión en superordenadores y para interconexión de redes.

La latencia teórica de estos sistemas es de unos 160ns. Las reales están en torno a los 6 us, dependiendo bastante del software y el firmware.

Infiniband usa una topología conmutada de forma que varios dispositivos pueden compartir la red al mismo tiempo (en oposición a la topología en bus). Los datos se transmiten en paquetes de hasta 4 kB que se agrupan para formar mensajes. Un mensaje puede ser una operación de acceso directo a memoria de lectura o escritura sobre un nodo remoto (RDMA), un envío o recepción por el canal, una operación de transacción reversible o una transmisión multicast.

Al igual que en el modelo de canal usado en la mayoría de los mainframes, todas las transmisiones empiezan o terminan con un adaptador de canal. Cada procesador contiene un *host channel adapter* (HCA) y cada periférico un *target channel adapter* (TCA). Estos adaptadores también pueden intercambiar información relativa a la seguridad o a la calidad de servicio del enlace.

## **Historia**

Infiniband surge como resultado de la unión de dos diseños competidores, Future I/O, desarrollado por Compaq, IBM y Hewlett-Packard, junto con Next Generation I/O (ngio), diseñado por Intel, Microsoft y Sun Microsystems. A su vez, el diseño de Compaq tuvo su origen en Servnet, de Tandem Computer Inc. Unidas ya ambas ramas, durante un breve período de tiempo el nombre de la tecnología fue System I/O, hasta que finalmente se cambió a Infiniband.

Infiniband se diseñó en un principio como una red a nivel de sistema que valdría para conectar procesadores y proporcionar funciones de entrada/salida de alta velocidad para las aplicaciones de bajo nivel. Jugando este papel podría desplazar a muchos estándares de entrada/salida de datos, como PCI, Fibre Channel e incluso algunas redes como Ethernet. En su lugar, todas las CPUs y periféricos se conectarían a un sólo nodo de conmutación Infiniband. Esta visión ofrecía un gran número de ventajas aparte de la alta velocidad,

como por ejemplo que la entrada/salida dejaría de cargar a los procesadores y dispositivos de almacenamiento. En teoría, esto permitiría crear clústeres a menor precio y con mayor facilidad, porque los dispositivos podrían ser compartidos y movidos fácilmente según la carga de trabajo. Una visión no tan revolucionaria consistía en ver Infiniband como una conexión de baja latencia y gran ancho de banda para centros de datos, con enlaces conectando quizá solamente los servidores y almacenamiento, dejando el resto de las conexiones a otros protocolos y estándares como PCI.

Sin embargo, el uso dado a Infiniband ha sido incluso menor. Hoy en día se usa en su mayor parte para clústeres de alto rendimiento, aunque ha habido esfuerzos para adaptar el estándar a conexiones entre máquinas de bajo coste para aplicaciones comerciales y técnicas más usuales. Del TOP500 de Supercomputadores, unas cuantas han usado Infiniband incluyendo el System X de Virginia Tech.

A pesar de no haberse convertido en la tecnología de red multiuso, Infiniband está teniendo más éxito que otras soluciones de conexión entre computadoras, como Quadrics (QsNet) y Myricom (Myrinet). En el segmento de las supercomputadoras, la competencia de Infiniband sigue siendo el bajo costo y relativa difusión de Gigabit Ethernet. Además, los profesionales de redes e informática poseen un vasto conocimiento y experiencia en instalación de Ethernet. Conforme gigabit Ethernet evolucione hacia 10-gigabit Ethernet, Infiniband se enfrentará a una competencia aún más dura. Infiniband conservará un throughput máximo global mayor (en hardware QDR), pero al nivel de 10 Gbit/s y niveles inferiores, la ventaja principal de Infiniband es su arquitectura (más que su velocidad). Otros competidores con Infiniband son las diversas TCP y Ethernet mejoradas, como TCP Offload Engine, y RDMA Ethernet.

Recientemente, SGI ha presentado productos de almacenamiento con "adaptadores objetivo" InfiniBand.

## **2.- Servernet**

Servernet fue una implementación de la tecnología de Arquitectura de Interface Virtual desarrollada por Intel Compaq y Tandem. Servernet estuvo basada en la red de interconexión de bajo retardo y tolerante a errores usada en los sistemas de computadoras tolerantes a errores NonStop de Tandem. Servernet cuenta con una interface PCI con los controladores respectivos para Windows y Linux que son instalados en computadores basados en tecnologías Intel y Alpha. Esta tecnología no fue exitosa como un producto

comercial pero ciertos conceptos basados en VIA (Arquitectura de Interface Virtual) y gracias al personal dedicado a esta labor se contribuyó al desarrollo de la tecnología Infiniband

### **3.- Myrinet**

Myrinet es una red de interconexión de clusters de altas prestaciones. Sus productos han sido desarrollados por Myricom desde 1995.

#### **Características**

Myrinet físicamente consiste en dos cables de fibra óptica, upstream y downstream, conectados con un único conector. La interconexión se suele realizar mediante conmutadores y encaminadores. Estos dispositivos suelen tener capacidades de tolerancia a fallos, con control de flujo, control de errores y monitorización de la red. Desde su creación se ha incrementado su rendimiento hasta alcanzar latencias de 3 microsegundos y anchos de banda de 10Gbps:

- La primera generación de productos Myrinet obtenía anchos de banda de 512 Mbps
- La segunda de 1280 Mbps
- Myrinet 2000 obtiene 2Gbps
- Myri-10G llega a los 10Gbps, y puede inter-operar con 10Gb Ethernet

Una de sus principales características, además de su rendimiento, es que el procesamiento de las comunicaciones de red se hace a través de chips integrados en las tarjetas de red de Myrinet (Lanai chips), descargando a la CPU de gran parte del procesamiento de las comunicaciones.

En cuanto al middleware de comunicación, la inmensa mayoría está desarrollado por Myricom. Destacan las librerías a bajo nivel GM y MX, con sus respectivas implementaciones de MPI MPICH-GM y MPICH-MX, y las implementaciones de Sockets de alto rendimiento Socktes-GM y Sockets-MX.

#### **Usos**

Las especiales características de Myrinet hacen que sea altamente escalable, gracias a la tecnología existente de conmutadores y routers, y su presencia en el tramo de clusters de gran tamaño es importante. Muchos de los supercomputadores que aparecen en el TOP500 utilizan esta tecnología de comunicación.

Por ejemplo, los supercomputadores que forman parte de la Red Española de Supercomputación (dos de los cuales, Magerit y Marenostrum, están incluidos en el TOP500) utilizan Myrinet como red de interconexión para el paso de mensajes MPI,

#### **4.- Wulfkit**

Wulfkit es la solución tecnológica de interconexión sobre la cual se construyen los súper clusters de alta velocidad y bajo retardo. Los clústers Wulhkit son fáciles de contruir y últimamente se pueden escalar a cientos de nodos. En el corazón del alto rendimiento de Wulfkit tenemos el hardware de interconexión SCI de Dolphin (una tecnología estándar IEEE). Wulfkit está disponible para las plataformas Intel, AMD y SUN Microsystems y soporta los sistemas operativos Linux y Windows.

##### **Aplicaciones**

La tecnología Wulfkit es usada en aplicaciones que requieren el manejo de grandes volúmenes de información a muy altas velocidades. Este tipo de aplicaciones incluyen el modelamiento científico, predicción del clima y procesamiento de señales sísmicas, análisis de elementos finitos y otros requerimientos de procesamiento de alto rendimiento. Esta tecnología ofrece a investigadores y desarrolladores un método eficiente y simple para construir sistemas de servidores y supercomputadores escalables y de alto rendimiento.

#### **5.- Quadrics**

Quadrics es una compañía dedicada al rubro de los supercomputadores. Ellos producen Hardware y software para sistemas de computadoras de clústeres dentro de sistemas de comunicación paralela masivas. A continuación detallamos una de las tecnologías desarrollada por esta empresa orientada con estos fines.

##### **QsNet**

QsNet es una red de interconexión de alta velocidad desarrollada por Quadrics que es usada en clústeres de alto rendimiento, particularmente en los Clústeres Linux Beowulf. Sin embargo esta tecnología puede ser usada con TCP/IP; en forma similar al caso de SCI, Myrinet e Infiniband también utiliza un API de comunicación como lo es MPI (Message Passing Interface) el cual es llamado desde un programa paralelo.

La red de interconexión consiste de una tarjeta PCI en cada nodo o computador y uno o más switches dedicados los cuales son conectados a través de cables de cobre.

Alrededor de 2003 se desarrollaron dos nuevas generaciones de QsNet. La más antigua QsNet I fue dada a conocer en 1998 y usaba tarjetas PCI 66-64, éstos brindaban un ancho de banda MPI de alrededor 350MBps unidireccionales y con un retardo aproximado de 5us. La siguiente generación QsNet II fue entregada en 2003 y éstas usaban tarjetas PCI-X

133MHz lo cual a su vez brindaba un ancho de banda MPI de alrededor 912MBps y con un retardo aproximado de 1.22us.

## **6.- Fibre Channel**

El Canal de fibra, del inglés *Fibre Channel*, es una tecnología de red utilizada principalmente para redes de almacenamiento, disponible primero a la velocidad de 1 Gbps, y posteriormente a 2, 4 y 8 Gb/s.

El Canal de fibra está estandarizado por el Comité Técnico T11 del Comité Internacional para Estándares de Tecnologías de la Información, comité acreditado por el Instituto de Estándares Nacional Americano.

Nació para ser utilizado principalmente en el campo de la supercomputación, pero se ha convertido en el tipo de conexión estándar para redes de almacenamiento en el ámbito almacenamiento empresarial. A pesar de su nombre, la señalización del Canal de Fibra puede funcionar tanto sobre pares de cobre, como sobre cables de fibra óptica.

El protocolo del Canal de fibra (FCP) es el protocolo de interfaz de SCSI sobre *Fibre Channel*.

El canal de fibra comenzó su desarrollo en 1988, con la aprobación del estándar por ANSI en 1994, como una forma de simplificar el sistema HIPPI, entonces en uso para funciones similares. HIPPI utilizaba una manguera de 50 pares y conectores muy grandes, y estaba limitado en la longitud de los cables. El Canal de fibra fue especialmente interesante para simplificar las conexiones y aumentar las distancias, más que para aumentar la velocidad. Más tarde amplió su aplicación al almacenamiento en disco SCSI, permitiendo velocidades más elevadas y un número mucho más elevado de dispositivos.

También aportó soporte para un número elevado de protocolos de nivel superior, incluyendo SCSI, ATM e IP, siendo para SCSI su uso más frecuente.

**ANEXO E**  
**APLICACIONES DE ALTO RENDIMIENTO**

## ANEXO E

### APLICACIONES DE ALTO RENDIMIENTO

#### 1.- Video Streaming

Streaming es un término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al ordenador. Se podría describir como "*hacer clic y obtener*". En términos más complejos podría decirse que describe una estrategia sobre demanda para la distribución de contenido multimedia a través del internet.

Este tipo de tecnología permite que se almacenen en un búfer lo que se va escuchando o viendo. El streaming hace posible escuchar música o ver videos sin necesidad de ser descargados previamente. Sintetizando, desde la aparición del Real Audio 1.0 de la compañía Real Networks se puede tener una radio online.

#### 2.- Imagen Médica (Medical Imaging)

Por imagen médica se entiende el conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano, o partes de él, con propósitos clínicos (procedimientos médicos que buscan revelar, diagnosticar o examinar enfermedades) o para la ciencia médica (incluyendo el estudio de la anatomía normal y función).

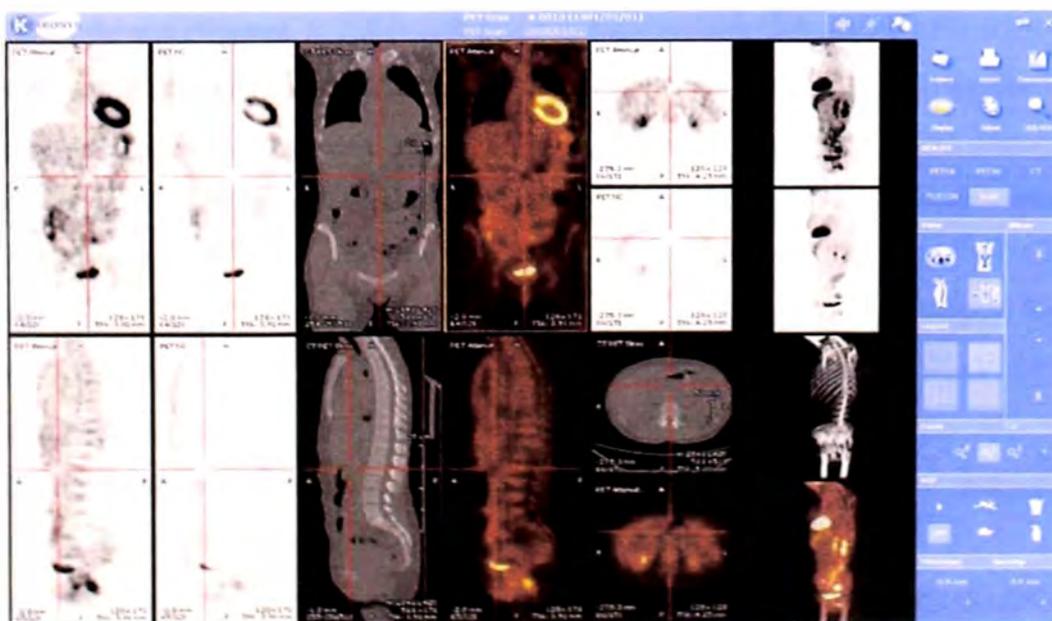
Como disciplina en su sentido más amplio, es parte de la imagen biológica e incorpora la radiología (en un sentido más amplio), ciencias radiológicas, endoscopia, termografía médica, fotografía médica y microscopía (e.g. para investigaciones patológicas humanas). Las técnicas de medida y grabación que no está diseñadas en principio para producir imágenes, tales como electroencefalografía (EEG) y magneto encefalografía (MEG) y otras, pero que producen datos susceptibles de ser representados como mapas (i.e. contienen información de posición), pueden ser vistos como formas de imágenes médicas.

En el contexto clínico, la imagen médica está generalmente equiparada a la radiología o a la imagen clínica y al profesional de la medicina responsable de interpretar (y a veces de adquirir) las imágenes, que es el radiólogo. La radiografía de diagnóstico (véase radiografía) designa a los aspectos técnicos de la imagen médica y en particular la adquisición de imágenes médicas. El *radiógrafo* o el *técnico de radiología* es responsable

normalmente de adquirir las imágenes médicas con calidad de diagnóstico, aunque algunas intervenciones radiológicas son desarrolladas por radiólogos.

Como campo de investigación científica, la imagen médica constituye una sub-disciplina de la ingeniería biomédica, la física médica o medicina, dependiendo del contexto: investigación y desarrollo en el área de instrumentación, adquisición de imágenes (e.g. radiografía), el modelado y la cuantificación son normalmente reservadas para la ingeniería biomédica, física médica y ciencias de la computación; la investigación en la aplicación e interpretación de las imágenes médicas se reserva normalmente a la radiología y a las sub-disciplinas médicas relevantes en la enfermedad médica o área de ciencia médica (neurociencia, cardiología, psiquiatría, psicología, etc.) bajo investigación. Muchas de las técnicas desarrolladas para la imagen médica son también aplicaciones científicas e industriales.

La imagen médica a menudo es usada para designar al conjunto de técnicas que producen imágenes de aspectos internos del cuerpo (sin tener que abrirlo). En este sentido restringido, las imágenes médicas pueden ser vistas como la solución del problema inverso matemático. Esto significa que la causa (las propiedades del tejido vivo) se deducen del efecto (la señal observada). En el caso de la ultrasonografía la sonda es el conjunto de ondas de presión ultrasónicas que se reflejan en el tejido, y que muestran su estructura interna. En el caso de la radiografía (Figura E.1) de proyección, la sonda es radiación de rayos X, que son absorbidos en diferente proporción por distintos tipos de tejidos, tales como los huesos, músculos o grasa.



**Figura E.1** Muestras de imágenes médicas usadas con esta tecnología

### **3.- NAS Almacenamiento adjunto a la red (NAS, del inglés Network Attached Storage)**

**NAS** (del inglés *Network Attached Storage*) es el nombre dado a una tecnología de almacenamiento dedicada a compartir la capacidad de almacenamiento de un computador (Servidor) con ordenadores personales o servidores clientes a través de una red (normalmente TCP/IP), haciendo uso de un Sistema Operativo optimizado para dar acceso con los protocolos CIFS, NFS, FTP o TFTP.

**CIFS:** Conocido como SMB/CIFS, SMB proviene del acrónimo en inglés Server Message Block, el cual es un protocolo de red que permite compartir archivos, impresoras y demás recursos entre los equipos que están conectados en una red. Es usado principalmente en computadoras con plataformas DOS o Windows. Fue desarrollado por IBM, pero la versión que se usa actualmente es la versión modificada por Microsoft, la cual es CIFS, cuyo nombre proviene del acrónimo en inglés Common Internet File System y que fue desarrollada en 1998

**NFS:** Su nombre proviene del inglés Network File System, es un servicio que permite que una o varias máquinas en red (clientes) compartan un directorio o varios que se encuentran en una máquina principal llamada Servidor. De esta manera cualquiera de los clientes puede ingresar a directorios con archivos como si se tratase de su propia máquina. Ingresar en los directorios no significa que puedan modificarlos, borrarlos, leerlos, etc. El administrador del servidor es quien configura el NFS y de esta manera restringe ciertas posibilidades de sus clientes.

**FTP:** Es el protocolo de transferencia de archivos (FTP del inglés File Transfer Protocol), cuyo uso es ideal en la transferencia de grandes bloques de datos por la red. Permite enviar o recibir cualquier tipo de archivos hacia o desde un servidor. Para su funcionamiento se necesita un servidor FTP y un cliente FTP.

**TFTP:** Es el protocolo de transferencia de archivos triviales (TFTP del inglés Trivial File Transfer Protocol), es similar al FTP, definido por primera vez en 1980. Suele ser utilizado en la transferencia de archivos pequeños entre computadoras de una red. No tiene capacidad de listar el contenido de los directorios, ni tampoco posee mecanismos de autenticación o encriptación (no posee mecanismos de seguridad)

Generalmente, los sistemas NAS son dispositivos de almacenamiento específicos a los que se accede desde los equipos a través de protocolos de red (normalmente TCP/IP). También

se podría considerar que un servidor Windows que comparte sus unidades por red es un sistema NAS, pero la definición suele aplicarse a sistemas específicos.

Los protocolos de comunicaciones NAS son basados en ficheros por lo que el cliente solicita el fichero completo al servidor y lo maneja localmente, están por ello orientados a información almacenada en ficheros de pequeño tamaño y gran cantidad. Los protocolos usados son protocolos para compartir ficheros como NFS, Microsoft Common Internet File System (CIFS).

Muchos sistemas NAS cuentan con uno o más dispositivos de almacenamiento para incrementar su capacidad total. Normalmente, estos dispositivos están dispuestos en RAID (*Redundant Arrays of Independent Disks*) o contenedores de almacenamiento redundante.

#### **4.- SAN – Red de Área de Almacenamiento (SAN, del inglés Storage Area Network)**

Una red de área de almacenamiento, del inglés SAN (Storage Area Network), es una red concebida para conectar servidores, matrices (arrays) de discos y librerías de soporte. Principalmente, está basada en tecnología fibre channel y más recientemente en iSCSI. Su función es la de conectar de manera rápida, segura y fiable los distintos elementos que la conforman.

Una red SAN se distingue de otros modos de almacenamiento en red por el modo de acceso a bajo nivel. El tipo de tráfico en una SAN es muy similar al de los discos duros como ATA, SATA y SCSI. En otros métodos de almacenamiento, (como SMB o NFS), el servidor solicita un determinado fichero, p.ej. "/home/usuario/rocks". En una SAN el servidor solicita "el bloque 6000 del disco 4". La mayoría de las SAN actuales usan el protocolo SCSI para acceder a los datos de la SAN, aunque no usen interfaces físicas SCSI. Este tipo de redes de datos se han utilizado y se utilizan tradicionalmente en grandes mainframes como en IBM, SUN o HP. Aunque recientemente con la incorporación de Microsoft se ha empezado a utilizar en máquinas con sistemas operativos Microsoft.

#### **5.- HIPPI**

**HIPPI**, acrónimo inglés *High Performance Parallel Interface* (Interfaz Paralela de Alto Rendimiento), es un bus para conexiones de alta velocidad para dispositivos de almacenamiento en superordenadores. Fue bastante popular en la década de los 80 y hasta mediados de los años 90, pero desde entonces ha sido sustituido progresivamente por otras tecnologías más rápidas, como las interfaces SCSI y Fibre Channel.

El primer estándar, HIPPI 50-cable operaba sobre un cable de par trenzado, con unas tasas de transferencia de 800 Mbps (100 MB/s), pronto fue actualizado para duplicar su capacidad hasta los 1600 Mbps (200 MB/s) operando sobre un cable de fibra óptica.

Como resultado de las mejoras introducidas surge otro estándar, HIPPI-6400, más tarde rebautizada como **GSN** (Gigabyte System Network), poco utilizado debido a las normas de la competencia, tiene un ancho de banda full-duplex de 6400 Mbps (800 MB/s) en cada dirección.

HIPPI ya no está siendo utilizado, por el uso mayoritario de Ultra3 SCSI el cual ofrece tasas de 160 MB/s, estando mucho más extendido, pudiéndose comprar en casi cualquier tienda. Por otro lado Fibre Channel ofrece una interconexión simple con HIPPI y SCSI (pudiendo funcionar en ambos protocolos) con unas velocidades de hasta 400 MB/s en fibra (100 MB/s) en un único par de cable trenzado de cobre.

HIPPI fue el primero en casi alcanzar una tasa de gigabits, alcanzando la tasa de 0,8 Gbps (ANSI). Fue diseñado específicamente para superordenadores y nunca tuvo la intención de llegar al mercado de consumo, tales como las redes Ethernet. Muchas de las funciones desarrolladas para HIPPI se están integrando en tecnologías como InfiniBand.

Cuando HIPPI apareció las redes Ethernet funcionaban a una velocidad 10 Mbps y con SONET y OC-3 a 155 Mbps, siendo HIPPI una tecnología punta en aquella época.

**ANEXO F**  
**GLOSARIO**

## **ANEXO F**

### **GLOSARIO**

**802.3ae.-** Es el estándar de IEEE para 10 Gigabit Ethernet

**802.3ab.-** Es el estándar de IEEE para Gigabit Ethernet sobre UTP (1000BASE-T)

**802.3z.-** Es el estándar de IEEE para Gigabit Ethernet (1000BASE-X)

**CoS.-** Clase de Servicio

**CWDM.-** Multiplexación por división aproximada de longitud de onda

**DWDM.-** Multiplexación por división de longitud de onda densa

**Gbps.-** Gigabits por segundo o billones de bits por segundo.

**IEEE.-** Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (del inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers)

**IP.-** Protocolo de Internet

**ISO.-** Organización Internacional para la Estandarización

**LAN.-** Red de Área Local

**MAC.-** Control de acceso al medio

**MAN.-** Red de Área Metropolitana.

**Mbps.-** Megabits por segundo o millones de bits por segundo.

**MMF.-** Fibra Multimodo.

**PCS.-** Subcapa de codificación física (del inglés Physical Coding sublayer)

**PHY.-** Dispositivo del medio físico

**PMA.-** Adjunto al medio físico (del inglés Physical Médium Attachment)

**PMD.-** Dependiente del medio físico (del inglés Physical Médium Dependant)

**POP.-** Puntos de presencia.

**QoS.-** Calidad de Servicio.

**SDH.-** Jerarquía Digital Síncrona.

**SMF.-** Fibra monomodo.

**SNMP.-** Protocolo Simple de Administración de Red

**SONET.-** Red Óptica Síncrona.

**Tbps.-** Terabits por segundo o Trillones de bits por segundo.

**TCP/IP.-** Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet.

**TDM.-** Multiplexación por división en el tiempo.

**WAN.-** Red de Área Amplia.

**WDM.-** Multiplexación por división de longitud de onda.

**WIS.-** Subcapa de interfase WAN

**WWDM.-** Multiplexación por división de longitud de onda amplia.

**UTP.-** Par trenzado no blindado (del inglés Unshielded Twisted Pair)

**Topología.-** Describe la forma es que se encuentran distribuidos e interconectados los equipos de una red.

**TI.-** Tecnologías de la Información.

**IDC.-** Internacional Data Corporation

**RDMA.-** Acceso directo a memoria en remoto (del inglés Remote Direct Memory Access)

**SCSI.-** Sistema de interfase para pequeñas computadoras.

## BIBLIOGRAFÍA

1. "10 Gigabit Ethernet Technology Overview" Intel Corporation  
[http://www.intel.com/network/connectivity/resources/doc\\_library/white\\_papers/pro10\\_gbe\\_lr\\_sa\\_wp.pdf](http://www.intel.com/network/connectivity/resources/doc_library/white_papers/pro10_gbe_lr_sa_wp.pdf)
2. "10 Gb/s LAN Networking: Optical Fiber LAN Design Considerations", Richard Perron.  
[http://www.belden.com/pdfs/Techpprs/10\\_Gbps\\_LAN\\_Segment\\_WP.pdf](http://www.belden.com/pdfs/Techpprs/10_Gbps_LAN_Segment_WP.pdf)
3. "10 Gigabit Ethernet Unifying Fabric", J. Craig Lowery, Ph.D  
[http://www1.euro.dell.com/content/topics/global.aspx/vectors/en/2007\\_gigabit?c=eu&l=en&s=gen](http://www1.euro.dell.com/content/topics/global.aspx/vectors/en/2007_gigabit?c=eu&l=en&s=gen)
4. "Fibra de Nueva Generación 10G Ethernet", Álvaro Rodríguez Alba  
<http://www.idg.es/comunicaciones/articulo.asp?id=126835&seccion=>
5. "10 Gigabit Ethernet rising", Sneha Khanna  
<http://networkmagazineindia.com>
6. "IEEE Standards – IEEE802.3ae  
<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.3ae-2002.pdf>”
7. "10Gigabit Ethernet Alliance Papers”  
<http://www.10gea.org>
8. "10 Gigabit Ethernet Market and Technology Overview”, David O’Leary – Juniper Networks.  
<http://www.nanog.org/meetings/nanog25/presentations/oleary.ppt#1>
9. "Bellcore’s fiber measurement audit of existing cable plant for use with high bandwidth systems”, J. Peters, A. Dori, and F. Kapron, Proceedings of NFOEC 1997.
10. "PMD assessment of installed fiber plant for 40 gbit/s transmission”, P. Noutsios and S. Poirier, Proceedings of NFOEC 2001.