

METROETHERNET. LA SOLUCION DEL FUTURO DE LAS REDES WAN

**HARVEY ARMANDO MARTINEZ DE LOS REYES
MAURICIO ALBERTO BENJUMEA PEÑA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES
CARTAGENA DE INDIAS, D. T. y C. NOVIEMBRE
2004**

METROETHERNET. LA SOLUCION DEL FUTURO DE LAS REDES WAN

**HARVEY ARMANDO MARTINEZ DE LOS REYES
MAURICIO ALBERTO BENJUMEA PEÑA**

**Trabajo final de monografía presentado como requisito
para aprobar el Minor de Comunicaciones y Redes**

Director

**FRANCISCO JIMENEZ
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES
CARTAGENA DE INDIAS, D. T. y C. NOVIEMBRE
2004**

Cartagena de Indias, Noviembre de 2004

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Estimados Señores:

De la manera más cordial, nos permitimos presentar a ustedes para su estudio, consideración y aprobación el Trabajo Final Titulado "**METROETHERNET. LA SOLUCION DEL FUTURO DE LAS REDES WAN**". Trabajo Final Presentado para aprobar el Minor de Comunicaciones y Redes.

Esperamos que éste proyecto sea de su total agrado.

Cordialmente,

HARVEY A. MARTÍNEZ DE LOS R.

Código: 0105402

MAURICIO ALBERTO BENJUMEA PEÑA

Código: 9804521

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D. T. y C., Noviembre de 2004

Nosotros **HARVEY ARMANDO MARTÍNEZ DE LOS REYES** y **MAURICIO ALBERTO BENJUMEA PEÑA**, identificados con Cédula de Ciudadanía número 79.946.753 de Santa fe de Bogotá y 9'104.573 de Cartagena respectivamente, autorizamos a la **Universidad Tecnológica de Bolívar** para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

HARVEY A. MARTÍNEZ DE LOS R.

MAURICIO A. BENJUMEA PEÑA

Cartagena de Indias, Noviembre de 2004

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Estimados Señores:

Con el mayor agrado me dirijo a ustedes para poner a consideración el Trabajo Final titulado **“METROETHERNET. LA SOLUCION DEL FUTURO DE LAS REDES WAN”**. El cual fue llevado a cabo por los estudiantes **HARVEY ARMANDO MARTÍNEZ DE LOS REYES** y **MAURICIO ALBERTO BENJUMEA PEÑA**, bajo mí orientación como Asesor.

Agradeciendo su amable atención,
Cordialmente,

FRANCISCO JIMENEZ CASTILLA

Ingeniero Electrónico

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, Diciembre de 2004

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de lograr grandes cosas.

A mi madre por su paciencia y comprensión.

A mi padre por su legado inmaterial.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mis tíos por sus aportes contundentes.

A mi esposa por su voz de ánimo.

A mi hijo por convertirse en el motor de mi vida.

Y a todas las demás personas que de una u otra forma ayudaron a la consecución de este objetivo

Harvey Armando Martínez De Los Reyes

DEDICATORIA

A mi abuela, Maria Otilia Peña Contreras:

Por que ha sido mi mejor ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por haberme sabido guiar en base a principios y valores morales que han contribuido a mi superación personal y profesional, como también aprovechar al máximo las oportunidades que me ha brindado la vida.

Mauricio Alberto Benjumea Peña

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a todo el cuerpo de docente y a la Institución en general, por brindarnos las herramientas de apoyo necesario en nuestro desarrollo académico e investigativo.

Especialmente a nuestro **Asesor Francisco Jiménez Castilla**, por la orientación brindada durante la investigación y durante todos los procesos de aprendizaje que fueron necesarios para llevar a cabo esta monografía.

	Pág.
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCION A LAS REDES METROETHERNET	1
1.1 INTRODUCCION	2
1.2 SITUACION ACTUAL	3
2. ANTECEDENTES	9
2.1 INICIOS	10
2.2 SEGUNDA ETAPA DE LAS REDES WAN	14
2.3 DESARROLLO DE LA ÚLTIMA MILLA Y AUMENTO DE LA WAN	17
2.4 HACIA ADONDE APUNTA EL DESARROLLO WAN	20
3. DESCRIPCIÓN DE UNA RED METRO ETHERNET	24
3.1 ¿QUÉ ES UNA RED METRO ETHERNET?	25
3.2 ¿POR QUÉ USAR ETHERNET EN EL ÁREA METROPOLITANA?	27

3.2.1	Costos mas efectivos	28
3.2.2	Rápido aprovisionamiento sobre demanda	29
3.2.3	Basado en paquetes	29
3.2.4	La facilidad de internetworking	30
3.3	MIGRACION DE TECNOLOGIAS DE WAN LEGACY AL CONCEPTO METRO ETHERNET	31
3.3.1	Fabricantes	32
3.3.1.1	Cisco Systems	32
3.3.1.2	Extreme Networks	33
3.3.1.3	Nortel	35
3.3.2	Caso de éxito Homecenter Sodimac Chile	36
3.3.3	Caso de éxito, Promigas Telecomunicaciones S.A. (Nortel)	39
3.4	FORUM METRO ETHERNET	41
3.5	CRITICAS A LAS REDES METRO ETHERNET, LAS SOLUCIONES Y RESPUESTAS FRENTE A LOS ATAQUES DE LOS OPOSITORES	43
3.5.1	Calidad de servicios al cliente final	43
3.5.2	Mecanismos de protección (critica)	44
3.5.3	Escalabilidad y utilización de los recursos de red disponibles	45
3.5.4	Ofrecer calidad de servicio de extremo a extremo	46
3.5.5	Mecanismos de protección (solución)	47
3.5.5.1	Recuperación ante fallos	47
3.5.6	Eficiencia en los recursos de red disponibles	48
4.	METRO ETHERNET BASICO	49
4.1	CONCEPTOS BASICOS SOBRE METRO ETHERNET	50

4.1.1 TDM access line service (tals)	52
4.1.2 TDM line (t-line) services	52
4.1.3 Desafíos técnicos	53
4.1.3.1 Paquetización	54
4.1.3.2 Frames perdidos y resecuenciados	54
4.1.3.3 Sincronización	55
4.2 MODELOS DE UNA RED METRO ETHERNET (MEN)	56
4.2.1 Modelo genérico de las redes Metro Ethernet	56
4.2.2 Modelo de referencia de las redes MEN	56
4.2.3 Modelo de capas de la red MEN	58
4.3 SERVICIOS	59
4.3.1 Servicios de la capa ethernet	59
4.3.2 Servicios de la capa de transporte	59
4.3.3 Servicios de la capa de aplicación	59
4.4 PUNTOS DE REFERENCIA PARA LAS MEN	60
4.4.1 Interface red-usuario UNI	61
4.4.2 UNI a nivel cliente (UNI-C)	62
4.4.3 UNI de la red (UNI-N)	63
4.4.4 Interfaz externa red a red (E-NNI)	63
4.4.5 Interfaz interna red a red (I-NNI)	64
4.4.6 Interfaz de interoperabilidad de Red (NI-NNI)	64
4.4.7 Interfaz de interoperabilidad de Servicios (SI-NNI)	64
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	72

	Pág.
Tabla 1. Necesidades de puertos por cada Nodo Montaje Metro Ethernet Barranquilla	40
Tabla 2. Necesidades de puertos por cada Nodo Montaje Metro Ethernet Barranquilla	41

	Pág.
Figura 1. Diferenciación ambiente LAN – ambiente WAN	14
Figura 2. Comunicación Satelital	22
Figura 3. Caracterización de una interconexión basada en MetroEthernet	26
Figura 4. Esquema de Red Metro Ethernet Promigas Telecomunicaciones Barranquilla	40
Figura 5. Esquema de Red Metro Ethernet Promigas Telecomunicaciones Barranquilla	41
Figura 6. TALS	52
Figura 7. T-Line	53
Figura 8. Modelo de Referencia de una MEN	57
Figura 9. Modelos de Capas MEN	58
Figura 10. Puntos de Referencia para las MEN	61
Figura 11. Modelo de Referencia de la Interfaz UNI	62

	Pág.
ANEXO A. GLOSARIO	73
ANEXO B. ABREVIATURAS	78
ANEXO C. INFORMACION TECNICA EQUIPOS DE INTERNETWORKING PARA METRO ETHERNET	79

RESUMEN

TITULO DE LA MONOGRAFIA

METRO ETHERNET: LA SOLUCIÓN DEL FUTURO DE LAS REDES WAN

AREA DE INVESTIGACIÓN

Telecomunicaciones, Tecnologías WAN.

COBERTURA DE LA INVESTIGACIÓN

La cobertura de la investigación que desea realizar es a nivel internacional. Ya que su impacto para cualquier proveedor de servicios o para cualquier empresa interesada en montajes de Redes WAN, Metro Ethernet sobresale como tecnología emergente para dicho fin.

CAMPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se hace teniendo en cuenta a los fabricantes, proveedores de tecnologías de telecomunicaciones y redes, proveedores de servicios, los forums compuestos por las mayores autoridades en el ámbito de las tecnologías de información, investigadores, la academia cisco en general, y a todos los clientes o cualquier persona interesada en adquirir conocimientos sobre nuevas tecnologías de red y sobre redes WAN de nueva generación.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta de los conocimientos adquiridos en el Minor de redes y comunicaciones, mas exactamente en el capitulo de LAN switching, y conociendo de antemano el cambio vertiginoso de las tecnologías WAN , se hace necesario un proyecto donde complemente la enseñanza de la academia con la evolución de

las redes en el ámbito industrial teniendo en cuenta que con este proyecto el termino LAN switching será extendido al concepto de WAN switching ampliamente desarrollado por Cisco Systems y extreme Networks como los grandes desarrolladores del forum Metro Ethernet. Además en Colombia ya existen tres proveedores de servicio con esta tecnología la cual se ve como un reemplazo del SDH por el tema de la relación costo beneficio al usuario final.

Es de esta manera como se ambiciona que las Redes WAN sean montadas sobre tecnología Metro Ethernet, con el fin de aprovechar las bondades que ofrece Ethernet como Tecnología de red.

OBJETIVOS

Ampliar los conocimientos adquiridos en el Minor de redes y comunicaciones y dejar memoria de dicha investigación para ser utilizada en el currículo de dicho curso.

Poner a la vanguardia de los nuevos acontecimientos y desarrollo de tecnologías emergentes a la Universidad Tecnología de Bolívar.

Documentar con una presentación en PowerPoint el estudio de esta línea de investigación por los siguientes cursos en el are de redes y comunicaciones.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente se observa una tendencia a desaparecer de la “Redes Legacy” en lo que a tecnologías WAN se refiere, el gran auge de la telefonía IP y las aplicaciones y contenidos multimedia que se ofrecen a través de las redes requieren grandes anchos de banda, esto hace que las redes WAN basadas en MetroEthernet sean una opción valida a corto y mediano plazo para la solución del

problema que implica tener anchos de banda relativamente pequeños para el funcionamiento de estos servicios.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación esta enmarcada en distintos frentes, ya que se observa que por un lado estudiaremos una tecnología emergente teniendo en cuenta el avance histórico que han tenido las Redes; al mismo tiempo que se pretende experimentar sobre conocimientos nuevos que se basan en teoría que apenas comienza a estudiarse, llevando a la obtención de un desarrollo tecnológico.

AUTORES:

Harvey Armando Martínez De Los Reyes

Mauricio Alberto Benjumea Peña

DIRECTOR:

Ingeniero Francisco Jiménez Castilla

CAPÍTULO UNO

INTRODUCCION A LAS REDES METRO ETHERNET

- 1.1. INTRODUCCION
- 1.2. SITUACION ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en el área de comunicaciones desarrolladas en la última década nos obligan a fortalecer las metodologías empleadas para la enseñanza. Desde la perspectiva actual, es necesario trazar nuevas estrategias con recursos tecnológicos para el bien de la comunidad. Sin embargo debido a los altos costos que implica acceder a esta tecnología, surge la necesidad de integrar los esfuerzos de las instituciones que a nivel local están comprometidas con el desarrollo intelectual.

En el pasado, los proveedores de servicio construían su infraestructura de red basados en cierta tecnología o conjunto de productos puntuales y luego miraban qué servicios podían desplegar sobre esa infraestructura. Esto en la mayoría de los casos daba como resultado gran cantidad de limitantes lo generaba ofrecimientos de servicio tipo “lo mejor disponible”. Los proveedores ahora están examinando sus ofertas de servicio más cuidadosamente y están casi siempre buscando lo que necesitan para construir arquitecturas flexibles que utilicen un rango de tecnologías y características inteligentes.

Por otro lado, las características y los proveedores de servicio de Tecnologías esenciales, hoy en día son confrontados con oportunidades numerosas basadas en las necesidades del cliente. Y siempre ha sido así. Es la evolución de los aplicativos, la demanda de los servicios ofrecidos, su disponibilidad y su incidencia en las redes, lo que hace importante tener a la mano las tecnologías que permitan una excelente relación costo beneficio.

En un principio se creyó que los anchos de banda de hasta 2Mbps que se manejaban a nivel WAN serían suficientes para poder suplir las necesidades de

los usuarios finales, empresas y en general de todos los usuarios que requerían de una red robusta, confiable y de alto rendimiento. Debemos recordar que años atrás, la red se observaba como la infraestructura sobre la cual se ejecutaban una serie de aplicativos cliente – servidor que se manejaban a nivel local. Las necesidades de grandes anchos de banda aun no se vislumbraban como una opción necesaria.¹

Sin embargo, con el pasar de los años y principalmente con la aparición de Internet los proveedores de servicio, empezaron a ver con preocupación sus implementaciones de Internetworking a nivel WAN; ya que los anchos de banda comenzaban a ser incapaces de manejar el gran flujo de paquetes que crecía a medida que mas usuarios demandaban servicios de acceso a la Web. Es por ello que empresas como Cisco System y Extreme Networks entre otras, se dieron a la labor de investigar como se podían ampliar estos anchos de banda en la Red de Área Amplia (WAN), generando nuevos sistemas y algoritmos de modulación. Sin embargo los requerimientos crecieron tan rápido que rápidamente se tuvo que migrar a nuevas tecnologías y más flexibles superiores a Frame Relay y más tarde ATM, como es el caso del concepto METRO Ethernet.

1.2 SITUACION ACTUAL

Las telecomunicaciones son un campo de rápidos cambios: no ha terminado de surgir una tecnología cuando una alternativa más poderosa aparece en el horizonte. Estos cambios no son espontáneos sino el resultado de las presiones por la prestación de nuevos y mejores servicios. Por ejemplo, la demanda por recolección, procesamiento y distribución de información, de una manera efectiva

¹ Academia Virtual de Networking de Cisco Systems, <http://cisco.netacad.net> Ver. 2.1.

y oportuna ha generado la fusión y evolución de las tecnologías de computación y telecomunicaciones. Las redes de área local LAN (Local Network Area) se han convertido en un elemento estándar en las empresas, presionando inclusive la interconexión de redes locales y remotas. De otro lado han surgido nuevas aplicaciones tales como CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing) y grandes bases de datos, que junto con aplicaciones de tiempo real como vídeo y multimedia, constituyen grandes “consumidores” de recursos de comunicaciones.

Como consecuencia de estos nuevos servicios, la demanda por tecnologías de mayor ancho de banda y velocidades de transmisión más altas ha crecido. La meta de las telecomunicaciones actualmente es integrar servicios de voz, datos y vídeo en una gran red de alta velocidad. Esta red debe ser capaz de transferir toda clase de información independientemente del ancho de banda requerido y de enviarla a través de la red en forma tan simple como sea posible. Para esto muchas tecnologías han sido desarrolladas, incluyendo ATM (Asynchronous Transfer Mode), cableado con fibra óptica y SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y la que hoy en día surge como solución revolucionaria, integradora de la red LAN con la WAN, Metro Ethernet.

De otro lado, estas nuevas tecnologías están, obviamente, modeladas por factores del mercado: precio, calidad y competitividad. En cualquier mercado de libre competencia, los consumidores seleccionan sus bienes y servicios sobre la base de precios y calidad de los productos ofrecidos. De igual forma, en aquellos servicios de telecomunicaciones donde existe competencia, los usuarios pueden seleccionar con base en precio/calidad.

Otro factor que ha impulsado el desarrollo de estas nuevas tecnologías ha sido la desregulación del sector de las telecomunicaciones en la mayoría de países del mundo.

En la industria de las telecomunicaciones, las políticas gubernamentales tienen un profundo impacto en la tecnología y, en particular, en el desarrollo comercial de nuevos sistemas. Las decisiones del gobierno pueden determinar la dirección y velocidad de muchas investigaciones y proyectos de desarrollo y el progreso de nuevas tecnologías. Por ejemplo, una política que autorice o restrinja la utilización de cierta porción del espectro de radio, estableciendo reglas de mercado y estándares técnicos, puede determinar el desarrollo de un producto y su posible éxito en el mercado.

Actualmente los clientes grandes típicamente usarán fibra óptica para enlazar sus redes de área metropolitana, al mismo tiempo que muchas empresas están buscando la red de área metropolitana ideal, con una tecnología que les permita eliminar los cuellos de botella generados por los bajos anchos de banda, y que al mismo tiempo les permita soportar su infraestructura enfocada hacia los datos, voz, y servicios de video; que al mismo tiempo permita manejar una plataforma estándar (Ethernet) desde el proveedor de servicios hasta el mismo Cliente Final.

De igual forma los usuarios residenciales están primordialmente interesados en servicios que les proveen soluciones de voz, video (como Video a petición), y suministros de acceso a Internet.

Cabe anotar que es la evolución de los aplicativos, el aumento de necesidades, demanda de variedad de servicios que actualmente el mundo moderno usa, lo que incide directamente en el rendimiento de las redes actuales. No basta con manejar grandes anchos de banda a nivel WAN si a nivel residencial o local o

hasta en la misma LAN se manejan bajas velocidades, ya que esto incide negativamente en la prestación eficiente de los servicios; esto hace que la idea de pensar en una estandarización de tecnologías LAN – MAN – WAN (Ethernet – Metro Ethernet) , plataformas y protocolos (TCP/IP), no sea nada irracional, ya que esto traería como resultado plataformas que manejen el mismo estándar, que manejen igual rendimiento y lo mejor de todo a bajo costo con infraestructura fácil de adquirir.

El problema actual, es que la mayor parte de las redes de área Metro de hoy en día están construidas sobre infraestructuras que manejan topologías de anillo sobre Legacy SONET/SDH. Paralelamente es claro que el tráfico ha cambiado, hoy por hoy las necesidades fundamentales son transporte de voz y video al mismo tiempo que se transporten los datos; es aquí donde estas redes Legacy carecen de la funcionalidad dinámica, lo que no les permite avanzar a la misma velocidad que aumentan las demandas y volúmenes de tráfico de datos y servicios. Esto ha llevado a que hoy en día la posibilidad de manejar medios ópticos como la Fibra Óptica (F.O.) a nivel WAN, surgen como nuevas propuestas.

Ahora bien, debido a la amplia disponibilidad, bajos costos y desempeño sobresaliente, muchos proveedores de servicio están buscando ofrecer soluciones basadas en Ethernet a sus clientes tradicionales. Metro Ethernet disminuye el costo total de propiedad, en términos de gastos de capital y gastos operativos. Y, debido a volúmenes incrementados, los precios de producto Ethernet han disminuido y las velocidades han incrementado significativamente. Metro Ethernet está creciendo rápido.

Metro Ethernet provee una solución ideal para proveedores que deseen ofrecer servicios únicos para ambos usuarios: residenciales y comerciales. Estas

capacidades incluyen elasticidad, tecnologías robustas orientadas a la industria, calidad de servicio, seguridad, VPN, servicios de voz y video, etc.

Este proyecto es una excelente respuesta a la necesidad de brindar solución a uno de los muchos problemas que existen actualmente cuando de redes WAN se habla. La gran necesidad de manejar amplias velocidades, anchos de banda y recursos de red a nivel WAN hace necesario buscar tecnologías y herramientas que nos permitan lograr este objetivos de manera fácil, confiable, segura y económicamente factible. Es allí donde las redes *Metro Ethernet* entran como solución. Redes de nueva generación, que manejen conceptos conocidos como Ethernet, a bajo costo y de maneja muy fácil, se abren paso como solución viable para proveedores de servicios, instituciones universitarias como la Universidad Tecnológica de Bolívar y en general para empresas interesadas en aumentar la productividad de sus servicios.

Es por esta razón que se hace necesario llevar a cabo una investigación, donde se describa la tecnología *Metro Ethernet*, se evalúen sus ventajas frente a las tecnologías actualmente existentes (tecnologías de redes WAN), y que al mismo tiempo permita describir los factores que deberían evaluarse al momento de analizar, diseñar e implementar soluciones a nivel WAN donde se pretenda utilizar como base tecnología *Metro Ethernet*. Al mismo tiempo que usted como lector de la presente investigación, luego de leer el presente documento estará a la vanguardia de las tecnologías que el mundo moderno ofrece; ya que este documento le dará una idea clara y concisa sobre lo referente a implementaciones Ethernet a nivel WAN.

Al mismo tiempo se pretende que la presente investigación, sea un documento capaz de generar expectativas positivas, que conlleven a nuevas investigaciones referentes a redes Metro Ethernet y que permita a la Universidad Tecnológica de

Bolívar, colocarse como entidad universitaria pionera en la investigación de nuevas tecnologías en el área de Telecomunicaciones y Redes, a nivel local, regional, nacional e internacional.

CAPÍTULO DOS

ANTECEDENTES

- 2.1. INICIOS**
- 2.2. SEGUNDA ETAPA DE LAS REDES WAN**
- 2.3. DESARROLLO DE LA ÚLTIMA MILLA Y AUMENTO DE LA
WAN**
- 2.4. HACIA ADONDE APUNTA EL DESARROLLO WAN**

2.1 INICIOS

El par trenzado es el medio guiado más económico y a la vez más usado. Consiste en dos cables de cobre introducidos en un aislante, entrecruzados en forma de espiral. Cada par de cables constituyen sólo un enlace de comunicación. Normalmente, se varios pares encapsulados dentro de una envoltura protectora. En aplicaciones de larga distancia, la envoltura puede contener cientos de pares. El uso del trenzado tiende a reducir las interferencias electromagnéticas (diafonía) entre los pares adyacentes dentro de una misma envoltura. Para enlaces de larga distancia, la longitud del trenzado varía entre 5 y 15 cm. Los conductores que forman el par tienen un grosor que varía entre 0,4 y 0,9 mm.

A pesar de los adelantos tecnológicos, la disponibilidad de la red telefónica conmutada convencional a nivel mundial ha hecho de los módems de banda vocal el medio más popular para el acceso a redes de datos externas, siendo Internet el caso más popular. Parte del éxito y vigencia actual de los MODEMS se debe a los continuos avances en tecnologías de modulación, técnicas de procesamiento digital y a los esfuerzos de estandarización, entre los que se tiene la norma V.34 de la ITU-T. La norma V.34, estandarizada inicialmente para transmitir a 28.8 Kbps y extendida años mas tarde hasta 2 Mbps, es la base para la introducción de servicios multimedia (datos, voz y vídeo de baja calidad) sobre líneas telefónicas conmutadas.²

La ITU ha estandarizado estos servicios en la Recomendación H.324, la cual define nuevos algoritmos de compresión de voz y vídeo, un protocolo de baja sobrecarga, multiplexación de datos, vídeo y voz con baja latencia, y un protocolo de señalización de extremo a extremo. La especificación define el protocolo de

² <http://cisco.netacad.net> Academia virtual de Networking de Cisco. Modulo CCNA 1, Ver. 2.1.

Módem V.80, el cual permite que los módems V.34 manejen chorros de datos de vídeo/audio en modo sincrónico y evitando la sobrecarga de la corrección de errores. V.42. H.323 es otro conjunto de estándares que permiten servicios multimedia (videoconferencia) sobre redes con de paquetes tales como la Internet

Los módem análogos convencionales envían los datos sobre la línea telefónica convirtiendo los datos digitales - unos y ceros - en una serie de tonos audibles. Los tonos viajan a través de la red telefónica hasta que alcanzan el módem en el otro extremo, donde son convertidos nuevamente en datos digitales. Dos cosas limitan la máxima velocidad posible de los módem. Primero, la respuesta en frecuencia de la línea telefónica es bastante limitada, de manera que los módem deben usar un estrecho rango de audio frecuencias para mover los datos en ambos sentidos. Segundo, el proceso de conversión análogo-digital ejecutado por las compañías de teléfonos en sus conmutadores centrales, introducen un pequeña cantidad de ruido en la señal de audio digital. Las nuevas tecnologías de 56K como x2 enrutan los datos vía línea digital normalmente utilizada desde la central hasta el computador del proveedor de servicio. Todo lo demás continua igual, por lo tanto entre más corta y de mejor calidad sea la línea telefónica del cliente mayor es la velocidad lograda.

Sin embargo, con el pasar del tiempo las tecnologías evolucionaron como producto de investigaciones desarrolladas por las grandes empresas dedicadas al suministro de equipos de internetworking. Como consecuencia, emergieron nuevas soluciones como **LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)** comúnmente llamada ISDN (Integrated Services Digital Network) que no es mas que el resultado de la evolución de los sistemas digitales, con el fin de transmitir y procesar toda clase de datos de forma integrada.

La RDSI pretendía ser una red pública mundial de telecomunicaciones que reemplace a las redes de telecomunicaciones existentes y ofrezca una amplia variedad de servicios. La RDSI está definida por la normalización de interfaces de usuario y se implementa como un conjunto de conmutadores digitales y caminos admitiendo un amplio rango de tipos de tráfico y suministrando servicios de procesamiento de valor añadido.

Consideradas como el reemplazo de las redes públicas de telefonía convencional, las líneas RDSI pueden transmitir voz, datos e imágenes simultáneamente sobre las líneas telefónicas existentes (par trenzado de cobre). RDSI consiste en un número de canales B portadores para voz, datos y otros servicios, y un canal D para señalización e información de control. La velocidad básica de interfaz usuario-red de RDSI consta de dos canales B de 64 Kbps y un canal D de 16 Kbps.

Aunque RDSI ofrece ventajas sobre la telefonía convencional, las velocidades de datos ofrecidas son limitadas para las necesidades actuales. Por este motivo, los conceptos básicos de RDSI han sido extendidos añadiendo capacidades para mayor velocidad; esto dependiendo muchas veces de la calidad del medio utilizado, así como los sistemas de cableado de área metropolitana y en muchos casos al servicio mismo requerido.

Más tarde, un nuevo RDSI llamado RDSI-BA (RDSI Banda Ancha) fue concebido para soportar velocidades de transmisión de más de 2 Mbps teóricamente.

El renovado interés en RDSI refleja la demanda del mercado por tener acceso a Internet y a la teleconmutación (compartir documentos, transferir grandes archivos

y atender videoconferencias) mediante acceso remoto a redes de área local. Sin embargo, este avance no pudo colmar las expectativas a largo plazo.³

Por otro lado, X.25; el más conocido estándar para conmutación de paquetes, que fue desarrollado en un momento en que las facilidades de transmisión de larga distancia exhibían una tasa de errores relativamente alta. Como resultado, hay una considerable cantidad de sobrecarga dentro del esquema de conmutación de paquetes para compensar los errores. La sobrecarga incluye la adición de bits a cada paquete para mejorar la redundancia y procesamiento adicional en las estaciones terminales y en los nodos intermedios para detectar y recuperar los errores. Pero como punto positivo tiene la capacidad de interconexión entre dispositivos de distintos fabricantes a través de una misma interfaz estándar, la interfaz X.25.

Con los sistemas de telecomunicaciones actuales, esta sobrecarga es innecesaria y contraproducente. Es innecesaria porque la rata de errores es hoy día muy baja y los pocos errores que se producen pueden ser fácilmente detectados y corregidos por la lógica del sistema terminal que opera sobre el nivel de red en la red de conmutación de paquetes. Es contraproducente porque la sobrecarga involucrada consume una fracción significativa de la capacidad suministrada por la red y hace que el ancho de banda sea desperdiciado en información irrelevante que se utiliza únicamente como sistema de control de errores.

Sin embargo, para tomar ventaja de las altas velocidades de datos y las bajas tasas de error de las redes modernas, se desarrollo Frame Relay, pionero de la nueva generación de tecnologías de paquetes rápidos. Mientras las primeras redes de conmutación de paquetes fueron diseñadas con velocidades de datos de 64 Kbps para el usuario final, las redes Frame Relay están diseñadas para operar

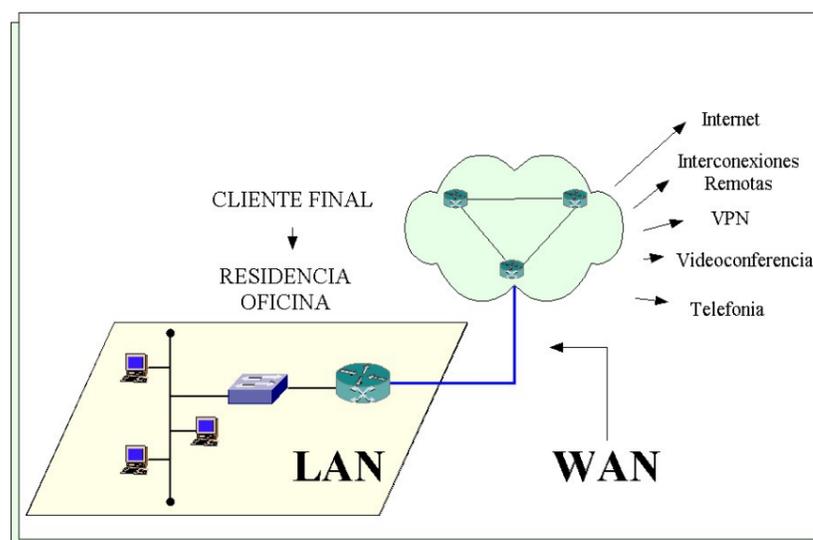
³ <http://cisco.netacad.net> Academia virtual de Networking de Cisco. Modulo CCNA 3, Capítulo 5. Ver. 2.1.

hasta velocidades de datos de 2 Mbps. Para lograr estas velocidades de transmisión se ha suprimido casi toda la sobrecarga relacionada con el control de errores: Frame Relay solo realiza verificación de errores, dejando el control de errores a niveles superiores.

Es claro que a nivel WAN resultaba muy difícil, casi que imposible lograr velocidades superiores a los 2 Mbps. Como consecuencia, se desarrollo una WAN limitada, con poco ancho de banda y baja velocidad, incapaz de proveer una plataforma robusta, confiable y escalable a la gran demanda de paquetes que con el surgimiento del tráfico de video y voz generado por el Internet, seria necesario transmitir de extremo a extremo del mundo.⁴

2.2 SEGUNDA ETAPA DE LAS REDES WAN

Figura 1. Diferenciación ambiente LAN – ambiente WAN



⁴ <http://cisco.netacad.net> Academia virtual de Networking de Cisco. Modulo CCNA 3, Capítulo 6. Ver. 2.1.

Años mas tarde alrededor de 1975, con la aparición de la Fibra Óptica (F.O.), esto debido a la gran demanda de servicios integrados; se necesitaron nuevas tecnologías y protocolos para poder aumentar de manera efectiva el rendimiento de las redes WAN, lo que se reflejaría directamente en mayor ancho de banda y mayor velocidad de transmisión.

Surge entonces como respuesta a esta necesidad , **SDH / SONET** (Synchronous Optical Network). Que no es mas que un conjunto de formatos y velocidades para transmitir en el rango de los "Gigabits". SONET esta definida como un conjunto de estándares ópticos y eléctricos, y tiene como objetivo establecer un formato de multiplexación para aprovechar la alta capacidad de la fibra óptica. SONET es capaz de llevar muchas señales de diferentes capacidades y diferentes fabricantes a través de un esquema de multiplexación de bytes intercalados; lo que es su momento la colocó como tecnología preferida a nivel WAN.

SONET fue originalmente propuesta por BellCore y estandarizada por ANSI. Una versión compatible, conocida como SDH fue aprobada por la ITU-T en las Recomendaciones G.707, G.708 y G.709. Los principios fundamentales de SONET aplican directamente a SDH. Las dos diferencias fundamentales entre SONET y SDH son de terminología y la velocidad básica utilizada. Uno es el estándar americano y el otro europeo, este ultimo de gran influencia en Latinoamérica.

Si a nivel físico había desarrollo, en cuanto a protocolo tenían mucho por decir. **ATM** (Asynchronous Transfer Mode), también conocido como Cell Relay, es un servicio de red orientado a conexión. Es una técnica de multiplexación y conmutación de paquetes, rápida y de alto ancho de banda que segmenta cada paquete en celdas . Soporta sonido (voz y audio), datos, documentos (textos,

gráficos e imágenes fijas) y vídeo (imágenes en movimiento con sonido). La diferencia mas visible entre ATM y Frame Relay es que este último usa paquetes de tamaño variable mientras ATM utiliza paquetes de tamaño fijo.

Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control con información de "quién soy" y "donde voy". El servicio es orientado a la conexión y su velocidad de transmisión es de 155 Mbps (velocidad para televisión de alta definición) hasta 622 Mbps.

El modo de transferencia asíncrono (ATM) es similar en muchos aspectos a la comunicación de paquetes usando X.25 y a la técnica de retransmisión de tramas. Como ellas, ATM lleva a cabo la transferencia de los datos en trozos discretos.

El uso de ATM a altas velocidades (2.5 Gbps, lo que equivale a 1250 veces un E1) se ve apoyado adicionalmente por el empleo de celdas de tamaño fijo, ya que de este modo se simplifica el procesamiento necesario en cada nodo ATM.

Luego de todos estos avances es claro que la WAN podía suministrar una plataforma mas eficiente, de mejor rendimiento y sobre todo de mayor capacidad a los aplicativos, servicios y nuevas formas de manejar los datos que surgían en el momento. Pero, ¿seria suficiente?

2.3 DESARROLLO DE LA ULTIMA MILLA Y AUMENTO DE LA WAN

A medida que el Internet crecía, el tráfico de paquetes y de información también lo hacía, solo que en una proporción muchísimo mayor. Las soluciones ya no eran suficientes y los proveedores observaban como sus infraestructuras se venían abajo en cuanto a rendimiento y calidad de servicio.

Los nuevos desarrollos como el **xDSL** trajeron consigo ventajas significativas en comparación a las demás soluciones tecnológicas que se encontraban en el momento. Por años los expertos han considerado los antiguos pares trenzados de cobre como un obstáculo para prestar nuevos servicios. Diseñados para señales de voz, los pares trenzados nunca fueron proyectados para llevar datos digitales de alta velocidad, los cuales son sensitivos al ruido impulsivo y a la dispersión, esto es, un retardo de grupo dependiente de la frecuencia, la cual causa que pulsos espaciados estrechamente se dispersen e interfieran entre sí.

Con el crecimiento del WEB y demás tráfico de Internet, más los servicios de multimedia en el horizonte como por ejemplo vídeo bajo demanda, ampliar el acceso local a la red se ha convertía ahora en una alta prioridad.

Reemplazar el cobre con fibra óptica puede tener sentido a largo plazo, pero no es una solución económicamente viable para el futuro inmediato en todas las regiones del mundo. Por tanto, han surgido nuevas tecnologías como una manera rápida de incrementar la capacidad de los pares de cobre. Conocidas como las tecnologías de línea de suscriptor digital (DSL), se encuentran en varias versiones: HDSL, SDSL, ADSL y por ultimo VDSL.

Las primeras tecnologías para transmisión digital sobre pares de cobre operaban a muy baja velocidad o requerían repetidores y manejos especiales del cable para velocidades más altas (como T1 y E1), brindando de todas maneras un grado de servicio, en rata de errores por bit, muy inferior a la fibra óptica.

Por otro lado los sistemas xDSL miden y modelan matemáticamente la distorsión de la línea y el ruido, ajustando sus características de transmisión y recepción en forma óptima a la línea, es la revolución del cobre es una gran resurrección.

HDSL es la tecnología xDSL mas madura. Desarrollada para reemplazar el servicio T1 transmite 1.5 Mbps ó 2.048 Mbps bidireccionalmente sobre dos pares trenzados de cobre en distancias aproximadas de 4 Kms. Existe también una versión HDSL-2 para transmitir a la mitad de la rata sobre un solo par. El más promisorio sin embargo es ADSL, el cual incrementa la capacidad hasta 6 Mbps sin requerir la instalación de nuevos pares. Además esto se logra sin afectar el servicio telefónico existente. Para explotar las frecuencias más altas, ADSL hace uso de técnicas avanzadas de modulación, de las cuales la más utilizada es la DMT. Como su nombre lo indica, ADSL transmite datos asimétricamente: una rata diferente “hacia arriba” (hacia la oficina central) que “hacia abajo” (hacia el suscriptor). Esto tiene sentido porque las aplicaciones típicas necesitan mayor ancho de banda en un sentido más que en otro (por ejemplo, bajar archivos grandes de Internet ó vídeo bajo demanda). Además, como las señales de mayor velocidad generan más ruido, todas las señales asimétricas deben ir en una sola dirección. A diferencia de ADSL, SDSL es un servicio simétrico (igual velocidad en ambos sentidos) sobre un par trenzado de cobre. SDSL soporta una velocidad de transmisión de 160 Kbps a 2 Mbps sobre un canal telefónico analógico. VDSL es una tecnología desarrollada para situaciones donde se dispone de fibra óptica y la velocidad sobre el par de cobre es mejorada acortando la distancia al cliente final por medio de la fibra.

Entre tanto, los proveedores de televisión por cable no descansan. Su deseo es suministrar servicios como Internet a los usuarios de computadoras personales (PC) sobre sus sistemas de TV por medio de módems especiales llamados "Cable Módems".

Tales Cable Módems son capaces de transmitir hasta 30 Mbps sobre sistemas híbridos fibra/coaxial (la fibra se usa para llevar señales a un vecindario y el cable coaxial para distribuirlas a los suscriptores individuales). Existen muchos modelos de cable módems. En general, como en ADSL, estos equipos transmiten más información "hacia abajo" que "hacia arriba". Usando modulación en cuadratura de amplitud con 64 estados (64-QAM), un canal hacia abajo puede transmitir 30 Mbps. En sentido contrario existen diferentes velocidades dependiendo del vendedor pero, en general, con un buen sistema híbrido fibra/coaxial, se pueden obtener velocidades de unos cuantos megabits por segundo.

Sin embargo, se debe observar que ADSL, o cualquier otra tecnología de cobre, tiene su mayor ventaja en el re-uso de los pares trenzados de telefonía, los cuales son todavía numerosos comparados con el número de líneas de fibra/coaxial existentes.

De otro lado, la velocidad máxima tanto de ADSL como de los cable módems como medio de acceso a Internet es irrelevante ya que por varios años no será utilizada. La velocidad de los servidores de Internet, los retardos en la red y las limitaciones de las computadoras personales mantendrán las velocidades útiles o reales alrededor de 2 Mbps en el presente.⁵

⁵ Tecnologías en Telecomunicaciones: Una Mirada al Estado del Arte, Abstract.

Lo importante es tener claro que para cualquier tipo de tecnología escogida, lo que se pretende es el aumento de ancho de banda hasta el punto en el cual se conecta el usuario final sin importar el medio que utilice; esto para poder suministrar todo lo que el usuario final necesite, velocidad, calidad, etc. Todo esto fue disparado por el aumento vertiginoso del Internet como herramienta de productividad. Pero la limitante resulta en cuanto a costos, estas tecnologías son mas costosas y requieren servicios especializados, instalaciones que en muchos casos resultan complejas para el usuario final y lo mas importante no son de carácter propietario del cliente final.

Es por esto que se vislumbra hacia el horizonte, que las soluciones sean todas sobre una misma plataforma y tecnología, Ethernet por ser la mas común, se abre campo para solucionar todos los problemas y suministrar algo muy soñado; una plataforma estándar desde el proveedor hasta el cliente de forma transparente.

2.4 HACIA DONDE APUNTA EL DESARROLLO WAN

Hoy en día se quiere que de extremo a extremo se posea una gran capacidad de flujo de paquetes, que sea sobre una plataforma estándar de alta calidad y con gran prestación; y que además suministre solución integral a las necesidades de los usuarios finales y usuarios del Internet, desde el proveedor de servicios (WAN) hasta la LAN del cliente final. Es aquí donde nace el concepto de ***Metro Ethernet***.

Ya se observa que la Internet ha sido sacudida de su origen académico para convertirse en un bazar electrónico cosmopolita, una versión funcional de una infraestructura de información global. Este crecimiento vertiginoso ha demandado

la actualización del protocolo básico de funcionamiento de la red IP (Internet Protocol), al observar que ya no es suficiente el IPv4. por la gran cantidad de usuarios mundiales que demandan servicios. Una nueva versión conocida como IPv6 (IP Versión 6) acomoda el crecimiento de la red con manejo de direcciones de 128 bits e impulsa las capacidades multimedia así como ciertas funciones de seguridad. IPv6 esta diseñado para correr en redes de alto desempeño (tal como ATM) reteniendo su eficiencia para enlaces de bajo ancho de banda (tal como conexiones inalámbricas, las cuales tienen restricciones de localización de espectro, tasas de error y consumo de potencia).

Pero en un futuro se piensa en implementaciones Ethernet, Sistemas Operativos de Red, que asuman este nuevo protocolo como su protocolo estándar.

Dentro de estos grandes avances tenemos también las Redes Ópticas, que no son mas que redes donde la interfaz usuario-red es óptica y los datos no sufren ninguna conversión óptica a eléctrica dentro de la red cuando son transportados hacia el destino. Como las aplicaciones multimedia incrementan la demanda por gran ancho de banda y comunicaciones a altas velocidades, la tecnología de fabricación de fibras ópticas está creciendo rápidamente para suministrar dicha capacidad. El interés en las redes ópticas se debe a que la tecnología de transmisión por fibra óptica está avanzando más rápidamente que la tecnología de conmutación electrónica.

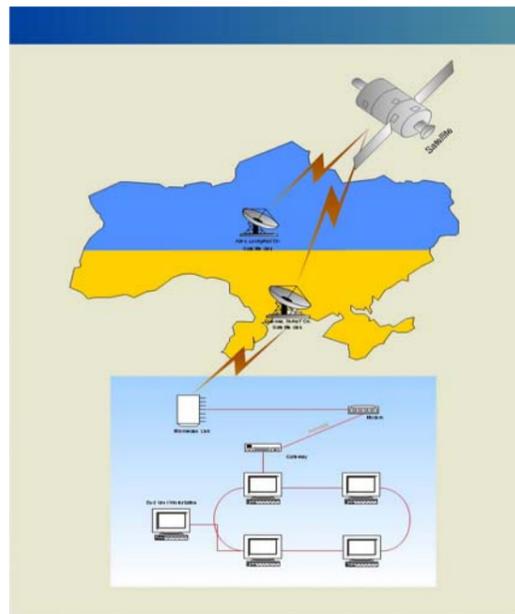
Por otro lado, así como ADSL promete extender la vida útil de la “planta de cobre” existente, WDM promete extender la vida útil de la fibra existente. WDM es básicamente el viejo múltiplex por división de frecuencia (FDM) en frecuencias ópticas. Los amplificadores ópticos de banda ancha son claves para los sistemas WDM puesto que amplifican el espectro total de interés con un solo dispositivo.

Los repetidores que regeneran trenes de pulsos permiten mayores distancias de transmisión, pero son mucho un poco más costosos.

Son todas estas razones las que demuestran que la Fibra Óptica es el medio común para la implementación de los Backbones Metropolitanos y Redes MAN prestadoras de servicios de transporte, lo que favorecería enormemente a las implementaciones WAN basadas en ETHERNET.

Existe hoy en día la necesidad de suministrar una plataforma de alta prestación para poder permitir el uso de telefonía celular. Los sistemas móviles celulares han evolucionado hacia la llamada segunda generación, sistemas de tecnología digital. Las ventajas ofrecidas son una mayor eficiencia en el uso del espectro con utilización de TDMA ó CDMA y más facilidad de implementación de servicios integrados de voz y datos.

Figura 2. Comunicación Satelital



Los servicios satelitales constituyen la última solución de telecomunicaciones para suministrar antes del fin de siglo, conectividad global, desde o hacia cualquier punto en la superficie de la tierra. Transmitir comunicaciones móviles de voz y datos vía satélite no es un concepto nuevo; lo novedoso son los planes de suministrar, usando satélites, comunicaciones globales de voz y datos a dispositivos portátiles de bolsillo. El desarrollo de los PCS se basa en el rápido crecimiento de las telecomunicaciones inalámbricas y cumple la visión del futuro: información en cualquier momento, en cualquier lugar, en cualquier forma.

Ahora bien todas estas soluciones necesitan infraestructura de alto desempeño a nivel de Internetworking WAN; porque es en este ambiente donde se moverán todo ese flujo de paquetes. Esta tecnología es **METRO ETHERNET, LA SOLUCIÓN DEL FUTURO DE LAS REDES WAN.**

CAPÍTULO TRES

DESCRIPCIÓN DE UNA RED METRO ETHERNET

- 3.1. ¿QUE ES UNA RED METRO ETHERNET?**
- 3.2. ¿POR QUÉ USAR ETHERNET EN EL AREA METROPOLITANA?**
- 3.3. MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE WAN LEGACY AL CONCEPTO METRO ETHERNET**
- 3.4. CRITICAS A LAS REDES METRO ETHERNET, LAS SOLUCIONES Y RESPUESTAS FRENTE A LOS ATAQUES DE LOS OPOSITORES**
- 3.5. FORUM METRO ETHERNET**

3.1 ¿QUÉ ES UNA RED METRO ETHERNET?⁶

Una Red Metro Ethernet está generalmente definida como la red que cruza o conecta geográficamente LAN's empresariales separadas, conectándolas a través de la WAN o redes de Backbone que generalmente poseen los proveedores de servicio. Las Redes Metro Ethernet proveen servicios de conectividad a través de la geografía Metropolitana utilizando a Ethernet como el protocolo de fondo y habilitando aplicaciones que requieren grandes anchos de banda.

Ethernet es una tecnología ampliamente destacada y eficiente en base a costos / efectividad, y las interfaces Ethernet están disponibles en una gran cantidad de dispositivos de comunicaciones / telecomunicaciones de datos. Las interfaces tienen características estándar y están disponibles para 10/100/1000 Mbps, además el estándar 10 Gbps Ethernet fue ratificado por la IEEE en 2002.

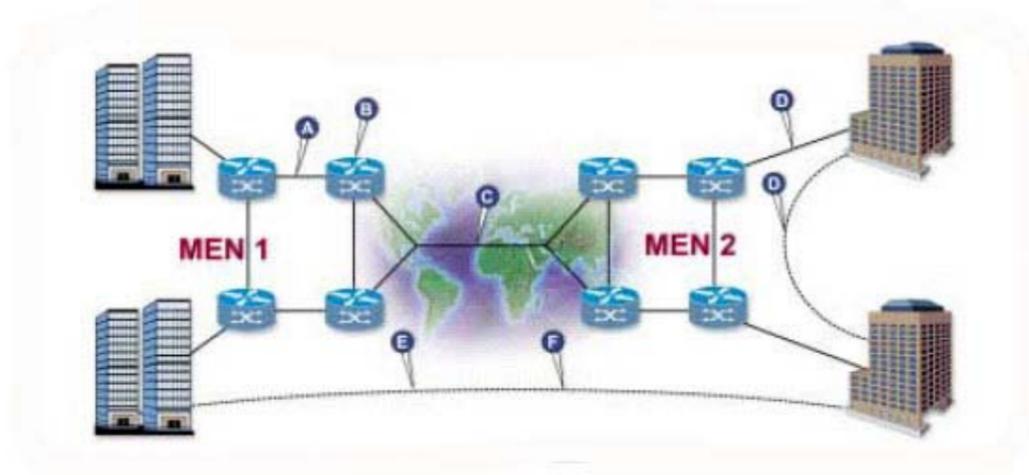
En Metropolitan Area Networks (MANs), Ethernet tiene el potencial costo / beneficio para incrementar la capacidad de la red y ofrecer una gran variedad de servicios de manera dimensionable, simple, y flexible. Una MAN basada en Ethernet es generalmente llamada un Metro Ethernet Network (MEN). Algunos proveedores de servicio han expandido la tecnología MEN como tecnología para WAN de manera similar.

En redes empresariales, Ethernet actualmente tiene dos aplicaciones de servicios claves que llaman la atención y que se encuentran en crecimiento: La conectividad a la Internet pública y la conectividad entre sitios corporativos geográficamente separados a través de una extensión LAN. El servicio antes mencionado expande

⁶ Definición basada en el concepto emitido por el Metro Ethernet Forum en su publicación: "Metro Ethernet Networks - A Technical Overview"

la funcionalidad y la accesibilidad de redes corporativas, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Caracterización de una interconexión basada en MetroEthernet.



Los enlaces son primordialmente punto a punto y pueden tener cualquier velocidad permitida por Ethernet.

Los nodos pueden ser ya sea switches o routers, dependiendo de:

- Su posición en la MEN
- La naturaleza de los servicios proporcionados
- El nivel de resiliencia de servicios (protección de la red)

Los nodos son conectados al grado que sea necesario para proveer la conectividad deseada, servicios y protección.

Los enlaces WAN conectan MEN's conjuntamente a través de distancias grandes.

Los servicios Ethernet pueden ser topológicamente clasificados en ya sea E-Line

(conexión punto a punto), o E-LAN (multipunto a multipunto). Los servicios pueden estar adicionalmente clasificados según el ancho de banda suministrado el cuál puede ser dedicado o compartido a través de usuarios múltiples. El ancho de banda puede ser suministrado bajo demanda, por ejemplo de 1 Mbps hasta 1 Gbps. Los diversos grados de servicio de resiliencia son obtenidos implementando una unificación de técnicas de protección de la red que pueden ser end-to-end o nodal.

La calidad de Servicio (QoS) es obtenida usando una combinación de técnicas, proveyendo ambos anchos de banda “duro” y “suave”; dando garantía en cuanto a baja pérdida de paquetes. QoS es visible desde la empresa hasta el usuario final de manera técnica / operacional como Service Level Specification (SLS), lo cual se asumió como responsabilidad para ofrecer “satisfacción en el nivel de servicios” o Service Level Agreement (SLA).

3.2 ¿POR QUÉ USAR ETHERNET EN EL ÁREA METROPOLITANA?

Hoy en día, el 98 por ciento de todo tráfico de datos que pertenecen a LANs empresariales comienzan y terminan en un puerto Ethernet. Es el protocolo más estándar y al mismo tiempo dominante en la industria de internetworking y tiene 30 años de historia en lo que a LAN empresarial se refiere. Como las empresas andan buscando enlace en red y conectividad más allá de las paredes de sus empresas, Metro Ethernet se convierte en una elección obvia con perspectivas técnicas de calidad y de bajo costo. Es el estándar de los PC para conectarse a una red local.

Cuando las redes corporativas están conectadas, o se interconectan con una

MAN, un cuello de botella puede ser creado. Ciertamente, el llamado 'ancho de banda excedido' del cual los analistas a menudo hablan, es difícil de encontrar en el área Metropolitana; ya que aquí, las conexiones que a menudo se encuentran son conexiones T1/E1 tradicional, T3/E3 o ATM que se acoplan para generar enlaces. Los clientes de la empresa presionan a los proveedores de servicio para conectar sus sitios por medio de redes MAN, pero el lineamiento E1 a menudo no puede proveer de manera flexible el ancho de banda que las empresas requieren.

Destacar plataformas basadas en Gigabit Ethernet en las redes de área metropolitana, es un acercamiento apremiante y comercialmente demostrado, para romper el cuello de botella relativo al ancho de banda en las MAN por las siguientes razones:

3.2.1 Costos más efectivos

Los costos relativos a equipos de infraestructura para Ethernet son significativamente menores que los de Frame Relay (FR) o ATM. Esta característica se da debido a a las siguientes razones:

- a) Las economías de escala se sirven de instalaciones basadas en Ethernet que actualmente se encuentran instaladas, lo que asegura material a bajo costo y grandes expectativas de desarrollo.
- b) La simplicidad técnica relativa de Ethernet.

Adicionalmente, la economía sobre Ethernet ha conservado su validez por un tiempo de mas de 30 años.

Las expensas de surtimiento (principalmente la operacional y la planificación

relacionada) son también significativamente menores que para TDM (T1/E1, T3/E3, SONET/SDH) con adopción sin ningún esfuerzo, y grandes tasas de datos disponibles como valor añadido.

3.2.2 Rápido aprovisionamiento sobre demanda

Desde la perspectiva del proveedor de servicio, la velocidad de servicio es una diferencia competitiva crucial. La falta presente de flexibilidad alrededor del cliente así como también la dificultad de ancho de banda sobre TDM y los sistemas ATM Legacy, son impedimentos importantes para proveer y ofrecer ganancias generando servicios de alta calidad y con estándares de prestación aceptables. Hoy en día, las elecciones de conexión más comunes son DS1, DS3, OC3, entre otras - en donde la flexibilidad requerida por muchos gerentes de empresa y redes corporativas, no están comúnmente disponibles.

Por otra parte, el acceso a los servicios de Ethernet se da en una gran variedad de velocidades, desde 1Mbps hasta 1Gbps, en incrementos de 1Mbps o menos, las cuales pueden ser suministradas sobre demanda y de manera rápida.

3.2.3 Basado en paquetes

Ethernet es una tecnología basada en marcos asincrónicos que tiene ventajas particulares de flexibilidad sobre sus más rígidos competidores basados en soluciones sincrónicas. Con funciones que no limitan el uso adecuado de los recursos disponibles y con amplia capacidad de implementaciones troncales, Ethernet puede proveer ancho de banda "*on demand*" de forma rápida.

3.2.4 La facilidad de Interworking

Removiendo el inter-working o las emisiones en la traducción de protocolos entre plataformas y ambientes diferentes hacen más simple proveer y activar servicios de red. En otras palabras, una capa de complejidad (por ejemplo, ATM y SONET) es removida para tener acceso a la WAN. Esta característica 'plug and play' de Ethernet que reduce requisitos de configuración también posibilita un camino sencillo de migración de velocidades bajas a velocidades altas. Consecuentemente, es relativamente simple integrar e interconectar sistemas de información hasta el cliente final, para suministrar los servicios Ethernet desde el área metropolitana hasta la LAN.

La adopción de Ethernet ha sido la tecnología dominante en las LANs de empresa y de campus por largos años. Las interfaces estándar están fácilmente disponibles para 10/100/1000/10000 Mbps. Las implicaciones se extienden más allá de la economía de escala e incluyen muchos beneficios, como ser fáciles para aprender comparado con las complejidades de SONET y ATM, lo cual impacta al empleado aumentando su capacidad y disponibilidad.

Muchas de estas ventajas son el resultado de la simplicidad inherente de Ethernet. Sin embargo, en muchos casos las leyes fundamentales de conservación tienen aplicación aquí también, y estas prestaciones no se obtienen sin un precio a pagar.

3.3. MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE WAN LEGACY AL CONCEPTO METRO ETHERNET

Son muchas las empresas que aspiran hoy en día a realizar migraciones a nuevas tecnologías, que le ayuden a aumentar la calidad de prestación de sus servicios. Pero no es una decisión fácil, se requieren de muchos estudios y planificaciones para llevar a cabo un proyecto de tanta envergadura.

Sin embargo, cuando hablamos de migrar a Metro Ethernet, la decisión se simplifica en gran medida. Soluciones de este tipo, ofrecen a los proveedores de servicio y en general a cualquier empresa que decida utilizarla, una excelente relación en cuanto a costos, ya que los precios de equipos activos para implementar redes Metro sobre tecnología Ethernet, son bajos; añadido a esto son equipos de calidad, de fácil adquisición, escalables, robustos y con múltiples funciones de administración.

A diferencia de lo que podría pensarse, Ethernet a nivel WAN es una manera fácil de suministrar calidad, manejar protocolos estándar, tecnologías estándar y medios de transmisión estándar; simplifican en gran medida los estudios de factibilidad técnica y económica.

Pero es importante obtener garantías cuando se piensa en una migración de este tipo. Y son los fabricantes quienes se encargan y preocupan de proteger los intereses y la inversión de sus clientes; ofreciendo equipos de alto rendimiento y calidad, para llenar todas las expectativas tanto del proveedor como del usuario final. Nuevamente nos referimos al ancho de banda.

Indudablemente es importante encontrar casos que demuestren que la solución

realmente funciona en un ambiente de trabajo real. Casos como el de Promigas Telecomunicaciones, demuestran que técnica y económicamente es factible realizar este tipo de migraciones a nivel WAN, obteniendo excelentes resultados a corto y mediano plazo en cuanto a producción y primordialmente en cuanto a ganancias.

3.3.1 Fabricantes

3.3.1.1 Cisco Systems



Cisco Systems pretende incrementar su presencia en el sector público aprovechando el crecimiento de la tecnología MetroEthernet, para la transmisión a alta velocidad a través de las redes tradicionales Ethernet en entornos metropolitanos.

La estrategia de Cisco Systems se basa en lograr la colaboración del sector público, junto a proveedores de telecomunicaciones, en proyectos que se basen en el despliegue de la tecnología MetroEthernet. En opinión de Guido Romagnoli, responsable de Marketing de Metro Ethernet, la idea es que no sólo se limiten a la conexión entre edificios públicos, educativos o de sanidad, sino también que se extienda al resto de la ciudad, incluyendo tanto el tejido empresarial como los usuarios residenciales.

Cisco Systems ha creado una nueva área de negocio en la región para desarrollar proyectos con el sector público y, aunque oficialmente aún no ha sido presentada, estará en pleno funcionamiento a lo largo de este verano, según explicó Pascal Detemmelman, director de Desarrollo de Negocio de Cisco Systems.

La política de Cisco en entornos metropolitanos se ha visto reforzada con el lanzamiento de nuevos equipos que permiten aumentar las prestaciones incluso aprovechando la infraestructura de cobre ya desplegada. Así, la compañía de networking ha lanzado el nuevo Catalyst 2950 Long-Reach Ethernet (LRE) 997, que permite la transmisión de alrededor de 10 Mbps para vídeo, voz IP y servicios de redes privadas virtuales (VPN) sobre la infraestructura de cobre en una distancia de 1.500 metros. El equipo se ve complementado por el Cisco 576 Customer Premise Equipment (CPE). Además, Cisco pretende dar un mayor impulso a este tipo de infraestructuras integrando la tecnología DWDM en la arquitectura multiservicio 15454, para ya a nivel óptico, ofrecer mejores prestaciones tanto en servicios como en reducción de costes.⁷

3.3.1.2 Extreme Networks



Ethernet es el protocolo más utilizado para construir redes de área local privadas (LANs) en la actualidad. Las empresas han normalizado los equipos de conexión en red Ethernet como parte de un esfuerzo para eliminar la complejidad de construir y operar redes con múltiples protocolos. Estas redes poseen la capacidad de alto rendimiento necesaria para prestar servicios de conexión escalables, confiables y seguros que sean fáciles de administrar y de operar. Para reducir la complejidad de conectar redes empresariales a la Internet y de extender el servicio de las redes LANs para empresas a sitios remotos, pareciera que la selección obvia de las empresas es la tecnología Ethernet para conexión en redes.

⁷ Comunicado de prensa www.cisco.com

La demanda de los clientes por servicios Ethernet crece aceleradamente a medida que las empresas intentan simplificar sus servicios de telecomunicaciones de área amplia y reemplazar el acceso a Internet existente y las líneas arrendadas con servicios de Línea privada Ethernet (E-LINE) y LAN transparente Ethernet (E-LAN). Los proveedores de servicios han entrado en una carrera contra el tiempo para satisfacer este mercado con un amplio conjunto de servicios de redes de área amplia y metropolitanas de alta velocidad basados en tecnología Ethernet. Para realizar la transición de LAN a WAN, Ethernet está siendo mejorada con nuevas funciones orientadas a aumentar el rendimiento, la escalabilidad y la confiabilidad a niveles aún más altos, manteniendo, al mismo tiempo los beneficios de costos de capital y de operación (CAPEX/OPEX) bajos.

Desde su inicio como empresa, Extreme Networks ha realizado esfuerzos para convertir su visión "Ethernet Everywhere" (Ethernet en todas partes) en una realidad. Extreme Networks se encuentra a la vanguardia en la tecnología Ethernet para conexión en redes, con productos que establecen puntos de referencia para la industria en confiabilidad, escalabilidad, calidad de servicio y seguridad. El más apasionado y calificado equipo de ingeniería y de soporte de la industria respalda a los productos de Extreme Networks para garantizar que nuestros clientes logren el rendimiento máximo. Nuestro compromiso con los mercados de Redes para Empresas y de Proveedores de Servicios de Redes metropolitanas nos ha llevado a crear un conjunto de recursos técnicos basados en la web orientado a educar e informar a nuestros clientes sobre las más recientes innovaciones en tecnología Ethernet, para el caso Metro Ethernet surge como solución y respuesta⁸.

- Ethernet para Redes Empresariales
- Ethernet para Redes Metropolitanas

⁸ Extraído de la Pagina Oficial de Extreme Networks, www.extremenetworks.com

- 4GNSS
- Acceso Unificado

3.3.1.3 Nortel



Nortel Networks está desarrollando una nueva generación de funcionalidades a su oferta Ethernet sobre fibra que permitirá a los proveedores de servicios ofrecer soluciones Ethernet ópticas conmutadas a un mayor número de usuarios finales y así acceder a nuevas oportunidades de negocio.

Estas nuevas funcionalidades permitirán a los SPs reducir los costes de despliegue entre un 35 y un 50 por ciento en comparación con las soluciones tradicionales Frame Relay y ATM, según un estudio de Nortel Networks. Esto significa que podrán ofrecer voz sobre IP (Internet Protocol), videoconferencia, colaboración entre ordenadores y otros servicios de alto valor añadido de una forma más eficiente, al utilizar una infraestructura Ethernet óptica de alto rendimiento.

La compañía canadiense añade a su catálogo Ethernet Óptico dos nuevos productos: Metro Ethernet Service Unit 1800 y Metro Ethernet Services Module 8668 para Passport 8600 Routing Switch. Ambos estarán disponibles a finales de 2004. Estos dos nuevos dispositivos proporcionarán a los proveedores de servicios una solución escalable con soporte para centenares de miles de clientes finales.

Las nuevas herramientas posibilitan la topología basada en anillo, con una solución Ethernet conmutada con 50 milésimas de segundo de restauración, cantidad de tiempo generalmente requerida en la industria de los operadores.

Esta solución ofrece un sistema eficiente y escalable de agregar nuevos clientes al tráfico de la red mediante simples conmutadores Ethernet. Adicionalmente, Metro Ethernet Services Module 8668 podrá trabajar con tecnología stacked-VLAN para asegurar la interoperabilidad con múltiples fabricantes.

Nortel Networks mejorará también sus equipos de la serie OPTera Metro 1000 con capacidades para encajar en topologías basadas en anillo y con otras características como forzar un ancho de banda por clase de servicio, descubrimiento automático de nodos y provisión de servicio dinámico. Estas mejoras van a reforzar la propuesta de valor de OPTera Metro 1000, que podrá ofrecerse como un dispositivo capaz de soportar múltiples servicios, a la vez que se simplifica la gestión de la red.

Las soluciones Ethernet ópticas de Nortel Networks proporcionan la infraestructura de transporte ideal para soportar la siguiente generación de aplicaciones multimedia, así como las aplicaciones actuales de las redes de área local, proporcionando los niveles de rendimiento necesarios para las demandas de tráfico con respuesta en tiempo real tales como voz sobre IP, videoconferencia, colaboración entre equipos".⁹

3.3.2 Caso de Éxito Homecenter Sodimac Chile (Cisco Systems)



A través de un proyecto implementado en conjunto por Cisco Systems Chile y Magenta, Sodimac renovó su



plataforma de redes optimizando sus recursos e implementando tecnologías actuales y emergentes, incluyendo una futura incorporación de telefonía IP.

⁹ Tomado de www.nortelnetworks.com

Con más de treinta años de experiencia en la entrega de materiales de construcción y productos para el hogar, la empresa ha crecido a lo largo de todo Chile a través de sus megatiendas Homecenter Sodimac y Sodimac Constructor, lo que se materializó en una red de datos que creció desordenadamente a medida que se iban agregando nuevas sucursales y oficinas. “Nuestra red periférica tenía equipos muy heterogéneos, con soluciones que no contemplaban los problemas de administración que tiene una red de una empresa del tamaño de Sodimac. Las soluciones se fueron viendo en forma puntual y no como parte de esta gran red que iba creciendo”, señala Jorge Valeze, Sub Gerente de Tecnología y Sistemas de Sodimac.

Lo anterior se tradujo en un backbone estrecho y con poca capacidad, con situaciones de incertidumbre en la detección de las fallas: “Esto nos motivó a dejar de luchar con la obsolescencia, ya que el mundo de la informática tiene implícita una obsolescencia rápida, producto de la velocidad con la que evoluciona”, afirma Valeze.

Para la elección de la nueva tecnología, Sodimac realizó pruebas de los diversos equipos existentes en el mercado. “Invitamos a varios de nuestros proveedores de tecnología a que nos presentaran sus propuestas y definimos un plan de pruebas sobre nuestra red en operación, lo que fue muy útil, ya que con ellas pudimos darnos cuenta de que algunos de los equipos propuestos no eran capaces de operar adecuadamente en nuestra realidad. Esto se debe a que nuestra red presenta una serie de aplicaciones y protocolos distintos, dificultando la tarea y haciéndola más compleja”, destaca el ejecutivo.

Tras las pruebas se preseleccionaron tres propuestas, en las que coincidía Cisco Systems como proveedor de equipos de redes. Según el ejecutivo de Sodimac, “Cisco fue la única empresa que pudo entregar pruebas realmente satisfactorias a nuestras necesidades, ya que presentamos una red bastante compleja. Los equipos superaron con gran éxito todos los dilemas presentados”.

“Optamos por Cisco ya que el mismo mercado y las pruebas realizadas por nosotros demuestran que la compañía se encuentra a la cabeza en lo que se refiere a soluciones de tecnología de redes. Además, Cisco nos dio mucha confianza, ya que nos entregaban soluciones no sólo a nivel nacional sino que también a nivel regional, factor importante para nuestra empresa, debido al interés por expandirnos en Latinoamérica”, afirma Valeze.

Una vez superada la etapa de sondeos, Sodimac escogió a Magenta como socio estratégico. “El proyecto Sodimac es distinto a otros en que hemos participado. Desde sus inicios el equipo de comunicaciones se involucró en forma activa en el diseño de la solución”, destaca Humberto Pineda, Product Manager Cisco Systems de Magenta.

La idea inicial de Sodimac consistía en unir 45 sucursales a lo largo de todo el país con su casa matriz ubicada en Santiago y las sucursales de la Región Metropolitana. Para la interconexión de las tiendas y dependencias en el área metropolitana se consideraron enlaces de de Fibra Óptica bajo la modalidad de LAN extendida y para los enlaces hacia regiones el uso Metro Ethernet.

El proyecto se materializó con una red de campus, con un núcleo central para la red de comunicaciones de datos se propuso un equipo Catalyst 5500, el cual permitió mejorar claramente el traspaso de información al interior de la empresa, tanto en el ámbito de la red local como en su interconexión con las sucursales de Sodimac, activando la red con la posibilidad de voz sobre IP en sus sucursales nuevas y se implementó una plataforma de administración SNMP, también de Cisco. Como experiencia piloto, la sucursal de Home Center Maipú se conectó por completo con tecnología IP, siendo este un termómetro para conocer cómo se expandirá la red con transmisión de voz en el futuro.

“Según los resultados de esta prueba, tomaremos la decisión de implementar en el resto del país esta nueva tecnología, para lo que aumentaremos nuestros anchos de banda. Nuestros gastos en telefonía entre las sucursales, oficinas centrales y bodegas, son bastante altos, por lo que, con el ahorro que nos proporciona la utilización de nuestra red para la transmisión de voz, lograremos en poco tiempo recuperar la inversión tecnológica”, puntualiza Jorge Valeze.

3.3.3 Caso de Éxito, Promigas Telecomunicaciones S.A. (Nortel)

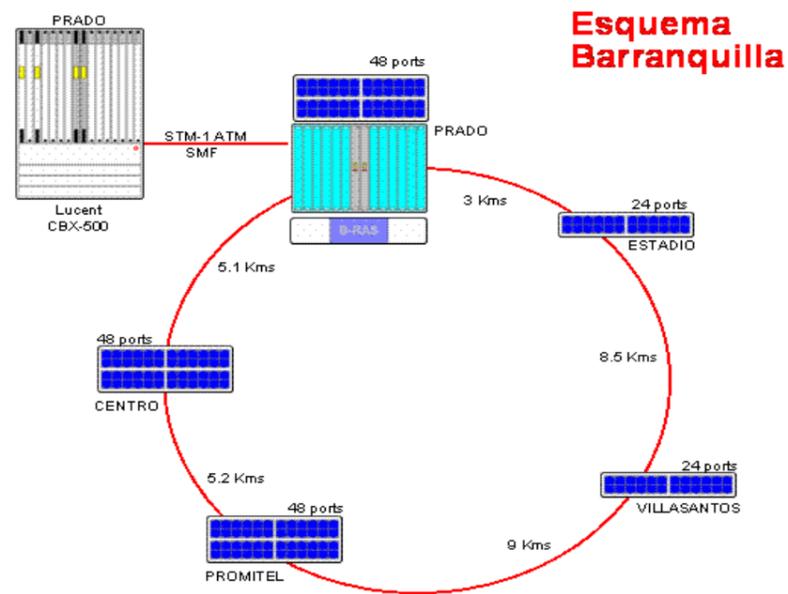
Red de Barranquilla

Hay cuatro nodos de Acceso localizados en: CENTRO, PROMITEL, VILLASANTOS y ESTADIO y un nodo de Concentración y acceso localizado en PRADO. Las necesidades de puertos de acceso (10/100BaseT) e interconexión (1 Gigabit Ethernet) son expuestas en la tabla1 y el diagrama de red en la figura 4.

Tabla1. Necesidades de puertos por cada Nodo Montaje Metro Ethernet Barranquilla

NODO	10/100	Giga
PRADO	48	8
CENTRO	48	2
PROMITEL	48	2
VILLASANTOS	24	2
ESTADIO	24	2

Figura 4. Esquema de Red Metro Ethernet Promigas Telecomunicaciones Barranquilla



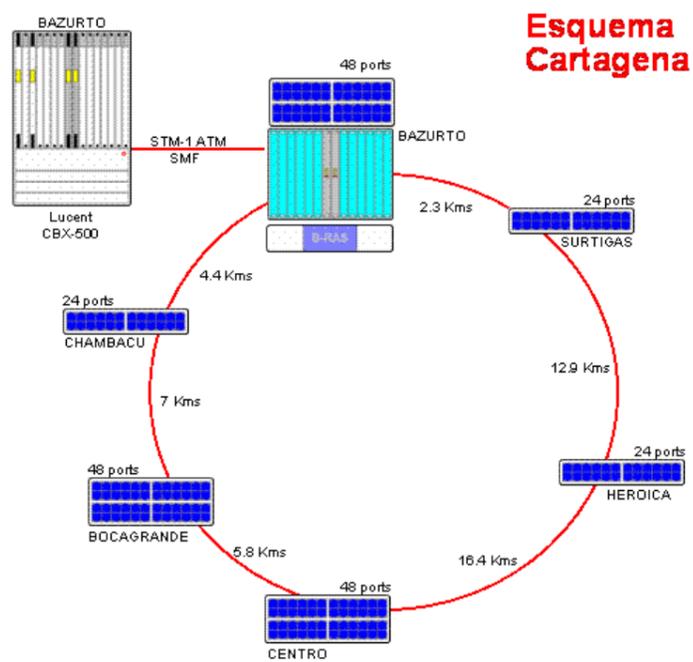
Red de Cartagena

Hay cinco nodos de Acceso localizados en: SURTIGAS, HEROICA, CENTRO, BOCAGRANDE y CHAMBACÚ y un nodo de Concentración y acceso localizado en BAZURTO. Las necesidades de puertos de acceso (10/100BaseT) e interconexión (1 Gigabit Ethernet) en la tabla 2 y el diagrama de red en la figura 2.

Tabla 2. Necesidades de puertos por cada Nodo Montaje Metro Ethernet Cartagena

NODO	10/100	Giga
BAZURTO	48	8
BOCAGRANDE	48	2
CENTRO	48	2
CHAMBACU	24	2
HEROICA	24	2
SURTIGAS	24	2

Figura 5. Esquema de Red Metro Ethernet Promigas Telecomunicaciones Cartagena



3.4 FORUM METRO ETHERNET

El Metro Ethernet Forum es una organización sin ánimo de lucro con la misión de acelerar la adopción de Ethernet óptico como la tecnología de elección en redes Metropolitanas en todo el mundo.

El Forum esta dirigido a proveedores de servicio, fabricantes de equipos de red y otras compañías prominentes que estén directamente relacionadas con lo que a redes se refiere, que comparten un interés en Metro Ethernet. En 2003, los estatutos MEF fueron enmendados para incluir membresía a organizaciones grandes específicamente para orientarlos debido al interés que se tiene acerca del tema. La intervención de empresas provee importante información referente a los requisitos tanto de nivel técnico como a nivel de suscriptor al foro MEF para tenerlos en cuenta como guía para sus actividades.

Entre los objetivos principales del foro Metro Ethernet están:¹⁰

- Llegar a un acuerdo general entre los proveedores de servicios, los fabricantes de los equipos y los usuarios finales, sobre las especificaciones técnicas a seguir y como opera el servicio.
- Facilitar la implementación tanto de estándares existentes como de nuevos estándares, procedimientos para pruebas y especificaciones técnicas para el MEF con el fin de permitir el transporte de servicios Ethernet y poder convertir las redes metropolitanas basadas en Ethernet un transportador a nivel de carrier.
- Incrementar la conciencia a nivel mundial de los beneficios de los servicios Ethernet y las redes de transporte metropolitano basadas en Ethernet. Crear consenso entre los clientes de servicios, proveedores, vendedores; al mismo tiempo pretendiendo establecer una definición de servicio Ethernet, especificaciones técnicas e interoperabilidad.

¹⁰ Definiciones por el mismo Metro Ethernet Forum. Extraído de: “Optical Ethernet. Accelerating the adoption of Optical Networks as the technology of choice in Metro Networks worldwide”

3.5 CRÍTICAS A LAS REDES METRO ETHERNET, LAS SOLUCIONES Y RESPUESTAS FRENTE A LOS ATAQUES DE LOS OPOSITORES¹¹

Cuando hablamos de Ethernet en áreas metropolitanas, hay una tendencia justificable para comparar con ATM y Frame Relay en cuanto a servicios se refiere.

Sin embargo, a pesar de las críticas por parte de sus opositores, es importante denotar que muchos proveedores de servicio actualmente proveen servicios basados en Ethernet y Metro Ethernet, sobre una base que permite aprovechar una gran variedad de posibilidades.

Usando ATM y Frame Relay como un esquema de referencia, uno podría pensar en situaciones en las cuales existen supuestas debilidades de Ethernet como medio de transporte en áreas Metropolitanas.

3.5.1. Calidad de servicios al cliente final (end-to-end QoS Guarantees).

Las palabras claves aquí son end-to-end, porque cualquier elemento intermedio afecta la percepción del cliente en lo que a servicios se refiere. Es por esto que Ethernet necesita mecanismos para:

- *La admisión de conexión requerida para nuevos servicios.*
En pequeños intervalos de tiempo, se puede tener una petición de demanda con una QoS específica para ser admitida.

¹¹ "Metro Ethernet Networks - A Technical Overview"

- *Programar y vigilar el mantenimiento del acceso.*

A nivel de paquetes, puede tenerse acceso si el ancho de banda disponible se asegura frente a las demandas del mismo, y puede ser necesario garantizarlo en momentos de congestión.

- *Asegurar la ruta optima a través de la red..*

El establecimiento del camino por medio del algoritmo spanning tree puede dar como resultado caminos poco óptimos, lo cual podría introducir pérdida, perturbación y retraso.

- *“El color del paquete”*

Debe tener la capacidad de marcar los paquetes con el objeto de establecer prioridades, programar y vigilar paquetes.

3.5.2. Mecanismos de protección (Crítica)

Dado sus orígenes en el espacio LAN, Ethernet tradicionalmente esta delimitado al uso de mecanismos de protección en el caso de interferencias de la red. Es por eso que sus detractores justifican la no implementación de Metro Ethernet basados en situaciones específicas como:

- **Lenta recuperación frente a fallos**

Los enlaces rotos (links break) en un ambiente Ethernet, son manipulados por medio del algoritmo spanning tree, el cual puede tomar décimas de segundos para ejecutarse y converger, a merced del tamaño de la red. Comparado con los 50 milisegundos que toma la automatic protection switching (APS) disponible en un enlace en red SONET, éstas son órdenes

de magnitud también larga para aplicaciones críticas de video y voz sobre IP.

- **La falta de capacidad de aislamiento ante un defecto.**

De modo semejante, Ethernet no tiene implementado sistemas de alarma como en SONET, el cuál permite aislamiento ante mal funcionamiento en secciones de red, o tramos de la misma.

3.5.3. Escalabilidad y utilización de los recursos de red disponibles.

Una de las ventajas de Ethernet en un dominio de empresa es la habilidad para dividir lógicamente distintos grupos de usuarios sobre la misma red física, usando el concepto de virtual LAN (VLAN). Dimensionando las VLANs a un concepto más amplio de redes metropolitanas (MAN) y así mismo a redes de área amplia WAN, donde tales grupos del usuario serían observados y administrados como grupos de usuarios distintos.

- **VLAN como delimitadores del espacio de trabajo**

El estándar IEEE 801.Q define un espacio de direcciones de sólo 4096 etiquetas disponibles en soluciones Legacy. Esto es insuficiente para un proveedor grande de servicio; lo cual se convierte en una fortaleza de soluciones Metro Ethernet frente implementaciones SDH, SONET entre otras.

- **Cuestiones sobre spanning tree**

El uso de un solo algoritmo de spanning tree, garantiza un entorno libre de caminos cíclicos (loop-free path). Pero esto implica al mismo tiempo el uso de distribución de carga y genera potenciales cuellos de botella en cuanto a

tráfico, lo cual la IEEE intenta solucionar con su estándar 802.1S (rapid spanning tree).

Por otra parte, es importante reiterar que tanto los constructores de equipos para internetworking y los proveedores de servicio, tienen actualmente diferentes e innovadoras vías para solucionar los problemas que actualmente se presentan en cuanto a redes se refiere. Cada una de estas soluciones es única y presenta posibles soluciones a problemas puntuales que tenemos hoy en día. Debido a esto las soluciones en ambientes MAN y WAN basados en Metro Ethernet son ajenos a estas soluciones, entre las cuales podemos destacar como ejemplos:

3.5.4. Ofrecer calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo

Una manera razonable de ofrecer servicio de alto desempeño es ofrecer servicio basado en el mejor esfuerzo. Dada la economía de infraestructura Ethernet, en comparación con soluciones basadas en Legacy SONET, no sabemos cual de las dos soluciones puede ser aun mas atractiva. De cualquier forma, actualmente soluciones Legacy SONET no son económicamente viables en la gran mayoría de los casos, ya que a corto plazo no son soluciones que brinden utilidades a los proveedores de servicios. Cuando de soluciones Ethernet hablamos surge Multi Protocol Label Switching (MPLS) con el potencial suficiente para ser una solución de largo plazo y al mismo tiempo permite ofrecer QoS como si estuviéramos en un ambiente LAN. Esto se da debido a que:

- MPLS provee capacidad de Ingeniería de tránsito (haciendo uso de rutas por defecto).
- Garantiza ancho de banda “constante” utilizando tuberías.
- Tiene una capacidad inherente en capacidad de priorización.

3.5.5. Mecanismos de Protección (Solución)

3.5.5.1. Recuperación ante fallos

Es importante para apreciar que los grados diferentes de protección son garantizados a merced de la naturaleza del servicio que se ofrece al cliente. Muchas (posiblemente co-existentes) opciones de tecnología existen aquí y están siendo implementadas en la industria y están siendo investigadas y desarrolladas por los cuerpos encargados de los estándares.

- *IEEE 802.1S (uso de múltiples spanning-tree)* es una propuesta para dejar un camino libre ciclos en ambientes caracterizados por el uso de VLAN's. El beneficio desde el punto de vista de la protección es un camino redundante, a expensas de la complejidad de gestión, lo cual permitiría tener caminos libres para grupos de paquetes que ya han sido conmutados.
- *IEEE 802.1w (reconfiguración rápida de spanning-tree)* implementa un algoritmo de la convergencia más rápida, tomando en base al tiempo en milisegundos que tome el algoritmo para converger (que ciertamente puede hallarse en disposición a una clase particular de servicio). Sin embargo, es bueno aclarar que en este aspecto podríamos tener algoritmos de spanning-tree con tiempos de convergencia mayores al tiempo estimado para soluciones análogas SONET cuyos tiempos de restauración son alrededor de 50 milisegundos para algunos servicios.
- *IEEE 802.3ad (uso de link Aggregation)* provee protección ante fallos por medio del uso de enlaces Trunking. Este tipo de soluciones tiene

mucha importancia en ciertas aplicaciones, donde la diversidad geográfica del camino es necesaria. También tiene el beneficio añadido de técnicas que balancean carga sin pérdida de aprovechamiento de los canales de transmisión, aumentando las velocidades de transmisión y aumentando las capacidades del canal en sectores críticos de la red.

- *El IEEE 802.17 (Enlaces Resilient)* establece el uso de enlaces redundantes que se activan 50 milisegundos después de fallar un enlace. Generalmente se hace uso de ellos en enlaces que necesiten alta disponibilidad; pero por lo general se prefiere el uso de canales Trunking.

3.5.6. Eficiencia en los recursos de red disponibles.

Muchos fabricantes actualmente suministran equipos que aumentan y ofrecen la disponibilidad de un ambiente de trabajo basado en VLAN a través de esquemas propietarios que simplifican el uso, la gestión y la administración de los recursos de una red de gran tamaño. Este acercamiento opera hasta cierto punto, pero existen otra gama de consideraciones de la red en cuanto a la complejidad y la interoperabilidad. Dadas las limitaciones de las implementaciones basadas en el protocolo spanning tree, las técnicas diversas como MPLS actualmente emergen como las soluciones para permitir un muy alto aprovechamiento de los recursos de red, que permita que al mismo tiempo se construya una infraestructura tolerante al crecimiento y a la adaptación de nuevos dispositivos y tecnologías para aumentar el rendimiento de la red.

CAPÍTULO CUATRO

METRO ETHERNET BASICO

- 4.1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE METRO ETHERNET**
- 4.2. MODELOS DE UNA RED METRO ETHERNET (MEN)**
- 4.3. SERVICIOS**
- 4.4. PUNTOS DE REFERENCIA PARA LAS MEN**

4.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE METRO ETHERNET¹²

Este capítulo provee una introducción y además incluye conceptos básicos para esclarecer los conceptos sobre los *Servicios de Emulación de Circuitos* (Circuit Emulation Services) sobre Ethernet (CESoE) como soporte para el ofrecimiento de servicios síncronos como T1/E1 sobre una infraestructura asincrónica Ethernet. Los beneficios que ofrece CESoE para a los proveedores que ofrecen servicios por medio de tecnologías Ethernet, así como también para los suscriptores a esos servicios en aplicaciones diversas.

Desde su inicio en 2001, el Metro Ethernet Forum como ente regulador de Tecnologías Metro Ethernet ha estado desarrollando especificaciones técnicas y estándares de implementación para infraestructura Ethernet y servicios que puedan beneficiar a proveedores de servicio, empresas y usuarios residenciales alrededor del mundo. Desde que T1/E1 privado y servicios privados de la línea SONET/SDH están ampliamente disponibles, MEF inició trabajo en 2002 para definir requisitos con el fin de poder ofrecer Circuit Emulation Services (CES) sobre redes metro Ethernet.

CES, como su nombre insinúa, permite el transporte de circuitos síncronos como T1/E1 sobre redes asincrónicas. Originalmente desarrollado para dar a T1/E1 la capacidad de funcionar sobre plataformas ATM, CES puede ser extendido para trabajar sobre redes o plataformas basadas en Tecnología Ethernet.

Los proveedores Metro Ethernet pueden usar CESoE para proveer una gran variedad de servicios basados en un cargo mensual fijo que incluye redes

¹² Esta información es basada en la publicación emitida por el Metro Ethernet Forum en su documento: "Metro Ethernet Services – A Technical Overview"

privadas virtuales de datos (data VPN) y tasa fija de servicio telefónico local dentro de la red (Servicios de VoIP).

Los clientes de la empresa o del proveedor Metro Ethernet pueden usar CESoE con el fin de minimizar sus costos en lo que a pago por servicios ofrecidos se refiere, al mismo tiempo que alargan el tiempo de vida útil de sus servicios ya que por concepto las tecnologías basadas en Ethernet tienden a deteriorarse mas lentamente que las demás.

Los proveedores de telefonía celular de 2GHz/2.5GHz pueden usar CESoE para bajar los costos por prestación de servicios para cada línea telefónica, al mismo tiempo que construyen plataformas que le permitiría en un futuro realizar migraciones a frecuencias mas altas sin mayores esfuerzos.

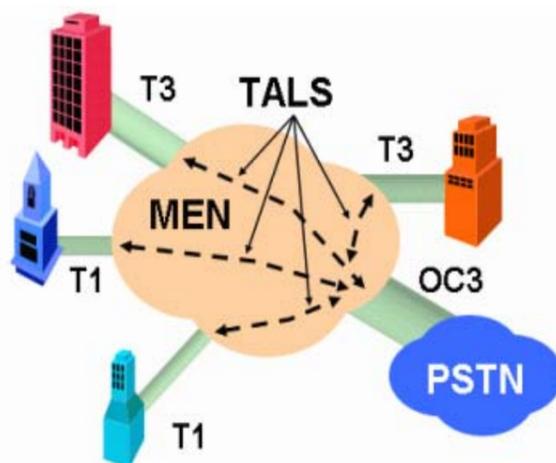
El Metro Ethernet Forum como organismo rector de tecnología Metro Ethernet (MEF) ha definido cuatro tipos generales de servicio para la funcionabilidad del CESoE:

- TDM Access Line Services (TALS) en el cual el proveedor de la MEN provee y maneja líneas TDM por medio de implementaciones de CESoE.
- TDM Line Service (T-Line) en el cual el proveedor de la MEN provee y maneja líneas privadas TDM por medio de implementaciones de CESoE entre puntos finales y la empresa.
- El CESoE manejado por cliente en el cual las empresas y otras clases de clientes manejan líneas privadas TDM por medio de implementaciones de CESoE sobre un servicio E-Line (punto a punto sobre Ethernet) desde el mismo proveedor de MEN.
- CESoE mix-Mode en el cual unificaciones híbridas de los otros tres tipos de servicio son implementadas.

4.1.1 TDM Access Line Service (TALS)

TALS habilita transportadores Metro Ethernet para entregarle a T1, E1, T3, E3, OC-3, STM-1 servicios basados para suministros de voz, Frame Relay y ATM sobre sus redes Ethernet. TALS da soporte a las aplicaciones Legacy de voz y datos de forma transparente.

Figura 6: TALS



4.1.2 TDM Line (T-Line) Services

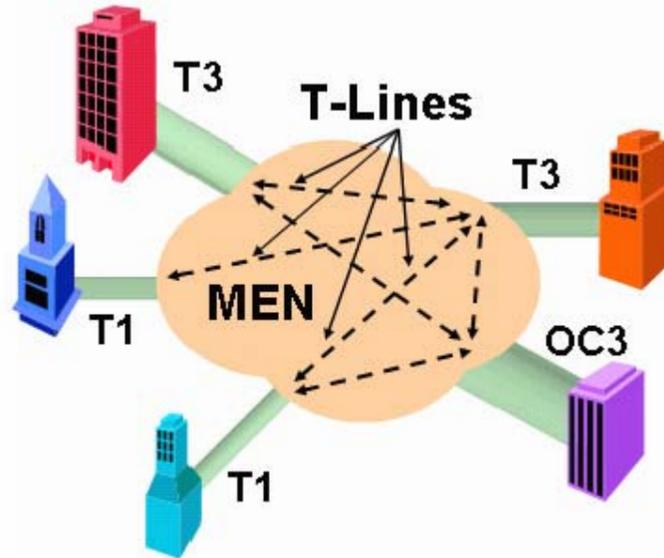
El servicio de T-Line da soporte a todos los servicios privados de línea basados en TDM tradicionales sobre una infraestructura Metro Ethernet. Las empresas pueden implementar T-Lines sobre redes metro Ethernet para:

- Private / Hybrid Frame, ATM, IP y redes para soporte de voz y video.
- Los servicios centralizados de voz.
- TDM Backup / Disaster Recovery
- La migración TDM PBX a MEN.

Los clientes hacen uso de múltiples y diferentes opciones en cuanto a los anchos de banda requeridos en la oficina, entre los cuales se tienen las siguientes necesidades:

- Señales que oscilan de 64 Kbps hasta 51.84 Mbps.
- Capacidades punto a punto y punto a multipunto.
- Capacidades de canal dedicado.

Figura 7: T-Line



4.1.3 Desafíos Técnicos

La mayoría, si no todos, los desafíos técnicos al confrontar CESoE resultan de la replicación de servicios que utilizan una tasa constante de bits o Constant Bit Rate (CBR) sobre una red Metro Ethernet que utiliza una tasa variable de bits o Variant Bit Rate (VBR). El desempeño de las MENS en términos de la latencia, frames perdidos o errados tienen un efecto crítico en la habilidad para soportar

CESoE, especialmente en la habilidad para sincroniza servicios síncronos de carácter CBR.

4.1.3.1 Paquetización

“Paquetización” se refiere al proceso de convertir el tráfico de cadenas de bits síncronas de SONET / SDH en Frames Ethernet. CESoE requiere que el retraso introducido por la paquetización sea tan bajo como sea posible y que en lo posible sea constante para de este modo se pueda maximizar la calidad de CESoE. Esto solo es posible encapsulando Frames de múltiples cadenas de bits síncronas, lo que ayuda a reducir la latencia del proceso de paquetización.

El proceso de paquetización para CESoE también respalda ambas modalidades de operación: estructuradas y no estructuradas TDM. La operación no estructurada está cuando el servicio TDM es tratado como una cadena de bits, sin hacer caso de la estructura de los datos dentro del circuito. Por ejemplo, en el modo no estructurado, un circuito T1 se considera una cadena de bits a 1544 Mbps, sin tomar en cuenta la posición de los bits encapsulados o los canales de datos. La ventaja principal del modo no estructurado es que cualquier señal dentro del tráfico TDM es transportada transparentemente. Esto quiere decir que CESoE es apropiado para cualquier tipo de interfaz TDM, sin importar el protocolo de señalización implementado y utilizado, lo que simplifica dramáticamente la implementación de TDM sobre Ethernet.

4.1.3.2 Frames Perdidos y Resecuenciados

Para algunas topologías de Internetworking Metro Ethernet, los frames ocasionalmente no pueden llegar en la orden en la cual fueron emitidos. En

algunos casos, los frames pueden llegar bien tarde o no llegar, dando como resultado frames descartados o muy posiblemente perdidos. TDM y redes SONET/SDH no tienen el concepto de reenvío de frames al destinatario, por lo tanto tales frames son considerados perdidos. Esto crea una situación de déficit, resultando en un efecto adverso en la calidad del circuito emulado. Hay mecanismos diversos disponibles para compensar y mantener la estructura de los frames TDM en el caso de presentarse dicho déficit.

El destino también debe tener la habilidad para reordenar en secuencia los frames que acaban de llegar. Esto es logrado a través del uso de secuencia numérica dentro de los encabezados del frame. Es aquí donde el buffer de fluctuación (jitter buffer) juega un papel crucial ya que debe estar capacitado para comprobar el número de secuencia de los frames que acaba de llegar a una gran velocidad, al mismo tiempo manteniendo el menor tamaño posible de fluctuación entre los frames para asegurar latencia mínima.

4.1.3.3 Sincronización

Aunque mencionado de último en esta lista de desafíos técnicos, la sincronización y la recuperación del reloj son puntos clave para aumentar las capacidades para el transporte exitoso de tráfico TDM sobre redes Ethernet.

La sincronización es la manera como todo equipo digital en una red de comunicaciones, pueden establecer una comunicación con los demás equipos digitales, estableciendo una misma tasa de reloj. Si el emisor opera con una tasa del reloj más rápido que la tasa del reloj del receptor, entonces el aparato receptor no puede mantenerse al día con el tráfico entrante. Cuando el aparato receptor no puede mantener el mismo paso que el remitente, periódicamente descartará

alguna de la información enviada, esto en redes de alto rendimiento resultara en reducción de la calidad de voz o retransmisión de datos innecesaria, solo si la fuente puede soportar esto.

Para lograr la sincronización requerida de los nodos TDM a través de la red asincrónica Ethernet, un mecanismo de recuperación del reloj debe ser empleado en el aparato receptor en la conexión al CESoE. Los mecanismos de recuperación del reloj necesitan resistir la latencia potencial y pérdida de frames.

4.2 MODELOS DE UNA RED METRO ETHERNET (MEN)

4.2.1 Modelo genérico de las Redes Metro Ethernet

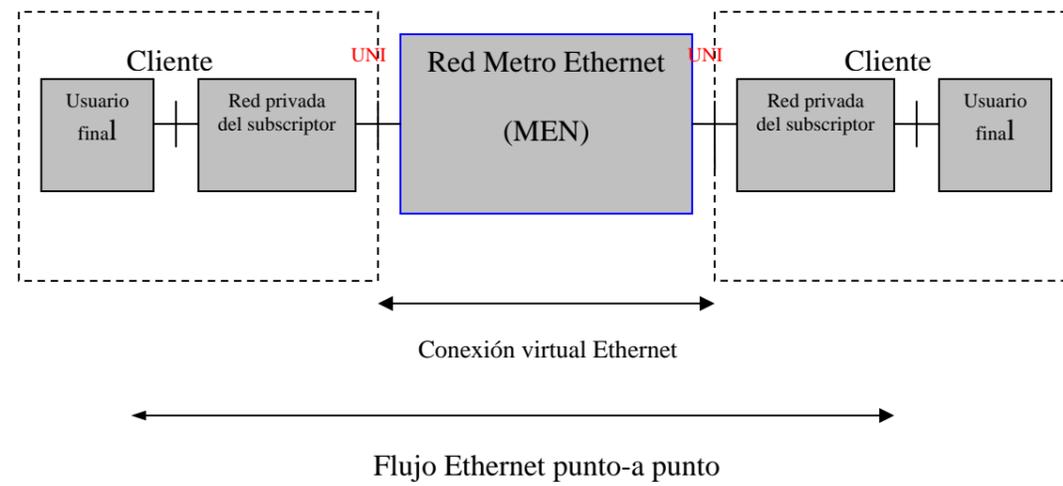
Este modelo describe los altos estándares que se tomaron para formar los diferentes componentes de los servicios de transporte, los servicios Ethernet, los servicios de aplicación de la capa de red de las redes Metro Ethernet MEN, a su vez se describirá los componentes de la estructura tanto internos como externos de las MEN, dicho modelo es basado en el principio de descomposición de capas de red, donde cada capa es formada por un conjunto particular de tecnologías networking.

4.2.2 Modelo de referencia de las redes MEN

El modelo de red básico de las MEN se puede ver en la Figura 8. Dos componentes primordiales están involucrados:

- 1) Equipo final usuario/cliente
- 2) Infraestructura de transporte publica de la red MEN

Figura 8. Modelo de Referencia de una MEN



Como se muestra en la figura el punto de referencia T, también conocido como punto de referencia UNI, demarca los límites entre la MEN pública y a red privada del usuario. El punto de referencia S es el punto conceptual el cual demarca los límites entre el equipo de red privada del usuario cuando existe, y el equipo terminal final el cual genera un flujo Ethernet. Si no existe ninguna otra infraestructura entre el equipo terminal del cliente y el equipo público de la MEN, los puntos de referencia S y T coinciden. A no ser que se denote con anterioridad el termino equipo usuario/cliente será usado en este capítulo para referirse al equipo de usuario fuera de la red MEN.

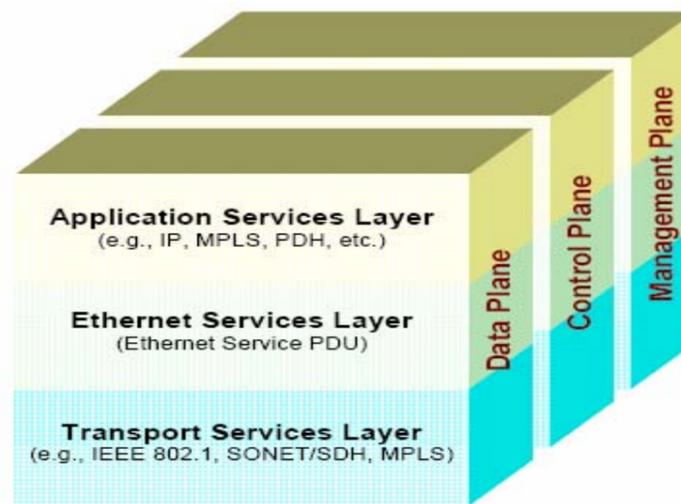
El FLUJO ETHERNET representa un chorro particular unidireccional de tramas Ethernet que comparten un propósito común con el fin de dirigirse a través de la MEN. En particular, un flujo de fina a in se refiere al flujo de tramas Ethernet entre el equipo terminal de comunicación que crea y recibe las tramas Ethernet.

Una CONEXION VIRTUAL ETHERNET es la parte del modelo que soporta y asocia los puntos de referencia UNI con el propósito de enviar un flujo Ethernet entre lugares del cliente a través de la MEN. Pueden que existan uno o más flujos del cliente enrutados en la conexión virtual Ethernet .

4.2.3 Modelo de las capas de la red MEN

El modelo de red especificado en este capítulo define las MEN en términos de tres componentes de capas de red: capa de servicios Ethernet la cual soporta comunicación de datos Ethernet de la capa 2. Un conjunto de una o más capas de servicios de transporte y, una capa de servicios de aplicación que soporta aplicaciones que se llevan acabo en la capa de servicios Ethernet L2. el modelo de capas de red se base en la relación cliente/servidor. Además cada una de estas capas se descompone en componentes de control ,datos y administración. Una vista de esta forma de capas de red se puede ver en la figura 9.

Figura 9. Modelos de Capas MEN



4.3 SERVICIOS

4.3.1 Servicios de la capa Ethernet

La capa de servicios Ethernet **(ETH)**, es la responsable de lo que a servicios MAC Ethernet orientados a conexión inmediata y del envío de las tramas de servicios Ethernet que se encuentran a través de las interfaces externas e internas, y entre los puntos de referencias asociados con estas. La capa ETH es también responsable por todos los aspectos asociados con el fluido MAC Ethernet incluyendo las operaciones, administración mantenimiento y las capacidades de aprovisionamiento requerido para tales servicios de conectividad Ethernet. El servicio de trama presentado por las interfaces externas de la capa ETH es una trama Ethernet unicast, multicast, o broadcast de acuerdo con el formato de trama IEEE 802.3. los servicios de capa Ethernet están en una sola capa de red.

4.3.2 Servicios de la Capa de Transporte

La capa de transporte TRAN es la encargada de sostener la conectividad entre de los elementos de la capa ETH de manera independiente. Varias tecnologías Ethernet pueden ser usadas para mantener los requerimientos de conexión para los servicios de capa Ethernet . En este modelo se puede llevar a cabo descendentemente hacia la capa de transporte hasta que se llegué al medio de transmisión físico.

4.3.3 Servicios de la Capa de Aplicación

La capa de aplicación es la encargada de las aplicaciones Ethernet que se llevan a cabo a través de la MEN. Diversos servicios de la capa de aplicación pueden ser soportados por encima de los servicios básicos Ethernet que son soportados por los servicios de la capa de Ethernet. La capa de aplicación a su vez incluye funciones adicionales para complementar los servicios de la capa ETH. Cada servicio de la capa de aplicación tiene la capacidad de soportar uno o más servicios de la capa de aplicación.

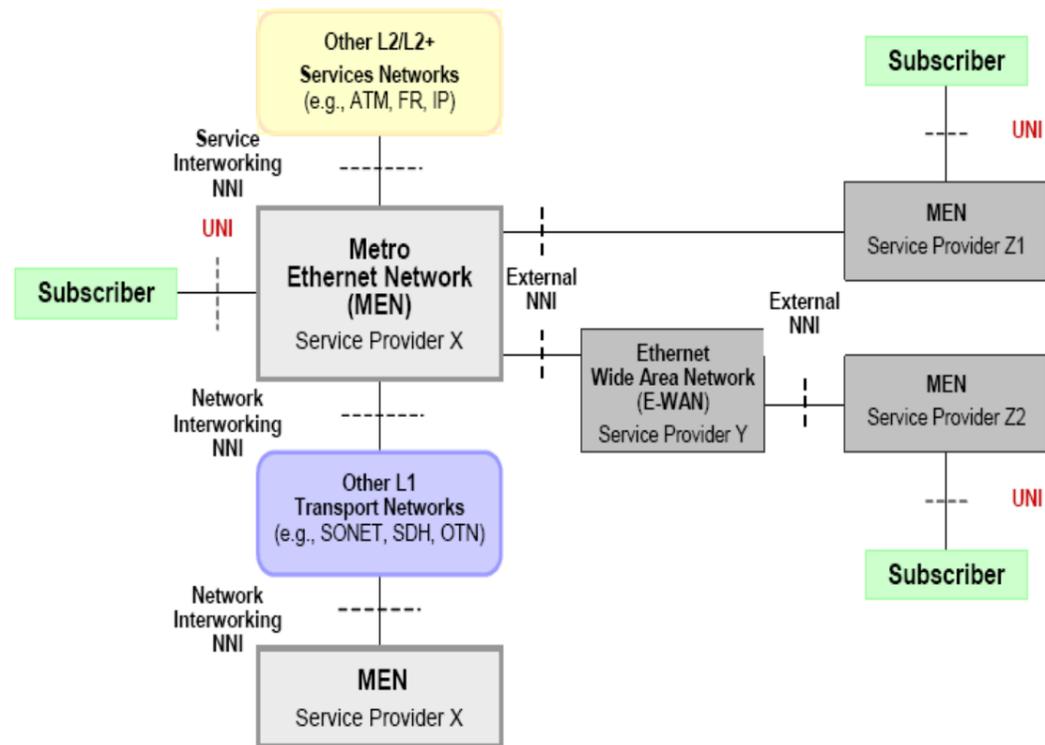
4.4 PUNTOS DE REFERENCIA PARA LAS MEN

Los puntos de referencia de la MEN identifican un conjunto de puntos de referencia de capas de red usados para demarcar los límites administrativamente. En la figura 10 vemos la relación que existe entre los componentes externos de la estructura para una MEN, las interfaces que los asocian y los puntos de referencia. Entre los componentes externos para una MEN están a) los clientes de la red MEN b) otras redes MEN, y c) otras redes de transporte y servicio (no Ethernet). Para los puntos de referencia: los clientes se conectan a una MEN mediante una interfase red-usuario. Los elementos de la red interna (NE) son interconectados por medio de las interfaces internas red-a-red (I-NNI). Dos redes MEN independientes se pueden conectar a través de un punto de referencia red-a-red externa (E-NNI). y las MEN se pueden interconectar con otras redes de transporte y servicio por medio del punto de referencia red interworking NNI (NI-NNI) o a una interworking service por medio del punto de referencia NNI (SI-NNI).

Una red MEN puede usar como medio de transporte elementos basados en tecnología diferente a la Ethernet como componentes de la estructura interna de

esta. En algunos casos los componentes de esta estructura se pueden combinar en un solo elemento de red (NE)

Figura 10. Puntos de Referencia para las MEN

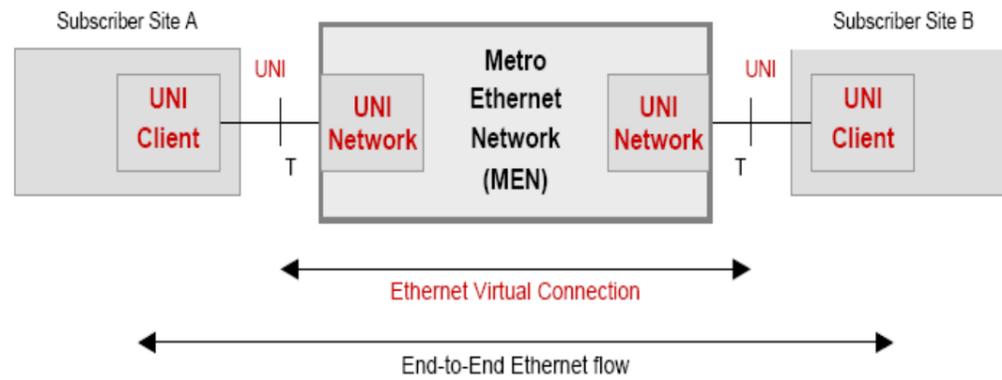


4.4.1 Interfaz red-usuario UNI

La interface UNI es la interface que se utiliza para interconectar al cliente de la red MEN con el proveedor de servicio MEN. La UNI también provee un punto de referencia para demarcar los limites entre el equipo de operador MEN el cual habilita el acceso a lo servicios de la MEN y los equipos de acceso del cliente.

Por lo tanto, el punto de referencia muestra el punto donde termina la responsabilidad del proveedor del servicio y donde la responsabilidad del cliente comienza.

Figura 11. Modelo de Referencia de la Interfaz UNI



La forma en que trabaja la UNI fundamentalmente es de modo asimétrico, un elemento el cual esta compuesto por dos partes una la cual es del lado del cliente UNI-C, y una del lado de la Red llamada UNI-N, como se muestra en la figura 11. Así que el termino UNI se refiere a estos dos elementos, en general, a los datos ,las funciones de control y la administración asociados con estos dos elementos.

4.4.2 UNI a nivel Cliente (UNI-C)

la UNI-C es un componente de la estructura de la MEN el cual representa todas las funciones que son necesarias para conectar el usuario a la MEN. Las

funciones particulares de una UNI-C se encuentran en su totalidad en el campo del suscriptor, y pueden o no ser administradas por el proveedor de servicios. De la perspectiva de la red MEN, la UNI-C soporta una serie de funciones que se necesitan para el intercambio de información con el cliente de la MEN referente a los datos, el control y la administración. Funciones asociadas con la infraestructura de los servicios Ethernet, la red infraestructura de la red de transporte y los componentes de aplicación.

4.4.3 UNI de la red (UNI-N)

la UNI-N es un componente de la estructura de la MEN el cual representa todas las funciones que se requieren para conectar la MEN al cliente de la MEN. Las funciones particulares de la UNI-C se encuentran completamente en el campo comprendido del operador de servicios proveedor/red. De la perspectiva del cliente, la UNI-N soporta una serie de funciones que se necesitan para el intercambio de información con la MEN referente a los datos, el control y la administración de esta. Funciones asociadas con la infraestructura de los servicios Ethernet, la red infraestructura de la red de transporte y los componentes de aplicación.

4.4.4 Interfaz externa red a red (E-NNI)

La E-NNI es una interface abierta que se usa para interconectar dos proveedores de servicio MEN. La E-NNI suministra un punto de referencia la cual demarca los límites para los servicios Ethernet y los equipos de red que están conectados directamente a las redes MEN. La E-NNI a su vez provee un punto de referencia

para demarcar los límites que existen entre la MEN y una E-WAN entre los elementos de la red y los servicios Ethernet.

4.4.5 Interfaz interna red a red (I-NNI)

La I-NNI es una interfaz abierta la cual es utilizada para los elementos de red dados por el proveedor de servicios MEN. La I-NNI demarca un punto de referencia para los servicios Ethernet entre dos elementos de red concentrados directamente. El término I-NNI es usado generalmente para referirse al intercambio de **protocolos** que existe entre los elementos de la estructura en cada una de las MEN situados en los puntos de referencia I-NNI.

4.4.6 Interfaz de interoperabilidad de Red (NI-NNI)

La NI-NNI es una interfaz abierta la cual permite una serie de extensiones en el transporte usado para el soporte de los servicios Ethernet, esto se produce cuando se utiliza un protocolo en cada extremo de la transmisión y otro distinto en el camino entre ambos puntos. En un punto de la red, y de forma totalmente transparente para el usuario. La función principal de la NI-NNI es la de preservar las características de la información del flujo del usuario.

4.4.7 Interfaz de interoperabilidad de Servicios (SI-NNI)

La SI-NNI, por su parte, permite establecer comunicación directa entre dispositivos y usuarios Ethernet, y dispositivos y usuarios con otras tecnologías como (e.g. frame relay, ATM, IP), mediante la conversión de los respectivos protocolos. Así,

por ejemplo, SI-NNI permite que los dispositivos situados en puntos remotos accedan a aplicaciones basadas en otras tecnologías **residentes en puntos** diferentes. Como es lógico, para que ello sea posible es preciso compensar las diferencias entre ambas tecnologías, operación que corre a cargo de Interworking Function (IWF).

CONCLUSIONES

Ethernet es una tecnología fácil de entender y extremadamente efectiva en costos. Por estas razones, el 98% de las conexiones en redes de área local (LAN) se encuentran basadas en este momento en Ethernet. La combinación de flexibilidad, simplicidad y costos efectivos de Ethernet junto con la fiabilidad, velocidad y alcance de la fibra óptica permite a los usuarios extender su entorno de red LAN a redes MAN y WAN.

Con las redes Ethernet (Metro Ethernet), los operadores pueden ofrecer en las ciudades y zonas metropolitanas servicios innovadores de banda ancha para el intercambio de voz, video y datos por medio de las actuales infraestructuras de fibra óptica. Las redes Metro Ethernet permiten transmitir datos a una velocidad de 10 Mbps y superiores desde su origen hasta el punto de conexión del usuario.

Según el estudio de The Radicati Group, el mercado de los servicios como Ethernet en las empresas así como los directorios y segmentos de los meta directorios alcanzarán \$456 millones de 2004 en réditos mundiales, y se prevé que llegue a casi \$1.2 mil millones antes de 2007.

Un ejemplo del uso de las redes Metro Ethernet es Africa enterprise. Esta compañía se encuentra ampliando sus capacidades hacia el manejo en tiempo real del aseguramiento del servicio y ofrecer lo mejor en nuevos servicios de Ethernet.

Sin embargo, el funcionamiento eficiente de una red Metro Ethernet representa también un desafío, donde la integración de la soluciones a nivel de hardware

permite brindar un servicio de alta calidad y un alto nivel de confiabilidad que los proveedores están buscando.

Además, las nuevas herramientas posibilitan la topología basada en anillo, con una solución Ethernet conmutada con 50 milésimas de segundo de restauración, cantidad de tiempo generalmente requerida en la industria de los operadores. Esta solución ofrece un sistema eficiente y escalable de agregar nuevos clientes al tráfico de la red mediante simples conmutadores Ethernet. Adicionalmente, Metro Ethernet Services Module 8668 podrá trabajar con tecnología stacked-VLAN para asegurar la interoperabilidad con múltiples fabricantes.

Por otro lado, los nuevos productos y mejoras permiten a los proveedores de servicio ofrecer más servicios metro Ethernet diferenciados como Capa 2 y VPNs MPLS (Multiprotocol Label Switching), con acuerdos de nivel de servicio (SLAs), para sus clientes empresariales.

También ofrecen flexibilidad arquitectónica y tecnológica para los proveedores en la medida en que construyen redes metro manejadas por servicios. Con opciones flexibles de software, por ejemplo el Cisco Catalyst 3750 Metro ofrece un camino a bajo costo para las necesidades de servicio empresarial.

Un nuevo módulo para los switches Cisco 7600 y el Catalyst 6500 (con las funcionalidades del software Cisco IOS para permitir capacidades de servicio de Capa 2 y VPN mejoradas), le entrega a los proveedores de servicio mayor flexibilidad cuando diseñan redes metro escalables.

Las nuevas capacidades tunneling del software Cisco IOS 802.1Q dentro del switch Cisco Catalyst 4500, por otra parte ofrecen una opción a bajo costo y de densidad media para desplegar servicios LAN Ethernet.

Ahora bien, una red metro manejada por servicios es aquella donde el proveedor de servicio examina detalladamente la amplitud y profundidad de su portafolio actual y futuro antes de diseñar una infraestructura. Es importante pensar “primero en los servicios”.

En el pasado, los proveedores de servicio construían su infraestructura de red basados en cierta tecnología o conjunto de productos puntuales y luego miraban qué servicios podían desplegar sobre esa infraestructura. Esto puede ser extremadamente limitante y puede resultar en ofrecimientos de servicio tipo “lo mejor disponible”. Los proveedores ahora están examinando sus ofertas de servicio más cuidadosamente y están casi siempre buscando lo que necesitan para construir arquitecturas flexibles que utilicen un rango de tecnologías y características inteligentes. La densidad de la población de muchas áreas urbanas hace que metro Ethernet sea lo más adecuado para ofrecer banda ancha de próxima generación a una mezcla de usuarios residenciales y empresariales, incluyendo empresas pequeñas y medianas. Además de ayudarles a simplificar su propia infraestructura y reducir costos internos de comunicaciones, algunos gobiernos están dándose cuenta que ofrecer conectividad Ethernet puede ser un primer paso para estimular la productividad, y por consiguiente, ven las infraestructuras metro Ethernet como una oportunidad para ayudar a mejorar la competitividad regional.

Con el fin de obtener la mayor cantidad de oportunidades creadas por este ambiente, los proveedores de servicio necesitan ser capaces de demostrar el valor de las conexiones metro Ethernet a sus clientes, y estas nuevas mejoras de producto les ayudarán a hacerlo, no solo con relación a la flexibilidad de los servicios, sino también en términos de escalabilidad.

Es muy importante recalcar nuevamente, que cuando hablamos de Metro Ethernet no lo hacemos solo mirando su potencial técnico; también lo hacemos, con el fin de dar a entender que el poder de Metro Ethernet se puede llevar a un plano mas amplio, una excelente relación costo – beneficio. En muy poco tiempo, Metro Ethernet se convierte en una plataforma robusta, efectiva y confiable; al mismo tiempo que se observa como una plataforma 100% productiva en términos económicos, aumentando en la mayoría de los casos, los índices de ganancias en muy poco tiempo.

En conclusión, creemos que estas nuevas funcionalidades tecnológicas permitirán a los proveedores de servicio explotar al máximo la oportunidad metro Ethernet y ayudarán a las redes de banda ancha a cumplir su promesa social y comercial ,a la vez el usuario final se vera beneficiado ya que los servicios que le serán prestados serán mas flexibles de acuerdo a sus necesidades, los costos disminuirán a nivel operacional aumentando la relación costo/beneficio, en fin de cuentas es una inversión donde todos ganan.

De otra cuenta y aun nivel un poco más académico, muy personalmente, creemos que la importancia de esta investigación radica en dos puntos fundamentales. El primero de ellos es que pensando en el futuro, los profesionales del área de las Telecomunicaciones, están en la obligación de mantenerse al día en cuanto a las soluciones y tecnologías de punta. Es por eso, que con la realización de la presente obra, pretendemos que el profesional egresado del Minor de Comunicaciones y Redes de la Universidad Tecnológica de Bolívar, este enterado por lo menos a nivel teórico, de las nuevas tecnologías emergentes, para que aproveche este conocimiento y pueda en un futuro aplicar todos estos conceptos y enmarcar su trabajo en base a los nuevos estándares de calidad que hoy en día se necesitan. Como segundo punto, vemos con mucho agrado, como los conceptos adquiridos de forma práctica en los laboratorios desarrollados en el

transcurso del curso de Minor de Comunicaciones y redes, pueden ser extendidos de forma muy sencilla a un ambiente mas amplio como lo es el ambiente WAN. Temas como LAN SWITCHING son de suma importancia para el futuro profesional del área de Redes, más aún cuando el futuro hace pensar que todo apunta a implementaciones Ethernet de punta a punta o de extremo a extremo.

De igual forma es muy provechoso encontrar alternativas, que permitan en un futuro abrir camino a los nuevos avances tecnológicos; y este trabajo no es ajeno a ello, es por medio de esta investigación que nos comprometemos con el futuro de las redes; suministrando a la Universidad Tecnológica de Bolívar, el punto de inicio para ser pionera en nuevas tecnologías a nivel local y nacional.

Esperamos de manera muy sincera, que nuestro trabajo sirva como base para nuevos trabajos y que sea una herramienta funcional, para el futuro desarrollo de la Redes.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ CISCO SYSTEMS, Academia de networking de Cisco systems: Cisco network module . San Jose, CA, Pearson education. 2004
- ✓ CISCO SYSTEMS, Inc. Academia de Networking de Cisco Systems: Guía del primer año. Segunda Edición. Pearson Educación, S.A. Madrid. 2002. + 1 CD ROOM.
- ✓ Metro Ethernet Forum – Online, 2004, Vancouver – Canada, disponible en Internet: <http://www.metroethernetforum.org>
- ✓ Metro Ethernet Forum – Online, 2003, Vancouver – Canada “Metro Ethernet Services–A Technical Overview” <http://www.metroethernetforum.org/metro-ethernet-services.pdf>
- ✓ Metro Ethernet Forum – Online, 2004, Vancouver – Canada, disponible en Internet: <http://www.metroethernetforum.org/metro-ethernet-networks.pdf>
- ✓ Universidad Tecnológica de Bolívar, Laboratorio de Redes, Aula 406, Cartagena - Colombia.
- ✓ Desarrollos Tecnológicos S.A. DETECSA. Laboratorio de Pruebas, Edificio Banco Popular, Oficina 1404, Cartagena – Colombia.

ANEXOS

ANEXO A. GLOSARIO

ANEXO B. ABREVIATURAS

ANEXO C. INFORMACION TECNICA EQUIPOS DE
INTERNETWORKING PARA METRO ETHERNET

ACK: Segmento de control que se utiliza para confirmar (acuse de recibo).

AMPLITUD: El tamaño o magnitud de una onda de tensión o de corriente.

ANCHO DE BANDA: Diferencia entre las frecuencias límite de un espectro de frecuencia continuo.

ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES: Las estructuras hardware y software que implementan las funciones de comunicación.

ATENUACIÓN: Un decrecimiento en magnitud de la corriente, tensión o potencia de una señal durante su transmisión entre puntos.

AAL (ATM ADAPTION LAYER): Nivel de Adaptación ATM. Responsable de las relaciones con el mundo externo, por esta razón el nivel AAL sólo se encuentra en los nodos terminales de la red. Su misión es la de aceptar la información adaptando los niveles superiores de comunicación no-ATM a los formatos ATM.

ABR (AVAILABLE BIT RATE): Este tipo de servicio provee un control de flujo basado en la velocidad y se apunta al tráfico de datos como transferencia de archivos e email.

ATM (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE): Modo de Transferencia Asíncrona. Es una tecnología de conmutación de paquetes en alta velocidad orientada a la conexión.

BANDA ANCHA: El uso del cable coaxial para proporcionar una transferencia de datos mediante señales analógicas (de radio frecuencias). Las señales digitales pasan a través de un modem y se transmite en una de las bandas de frecuencia del cable.

BANDA BASE: Transmisión de señales sin modulación.

BIT DE PARIDAD: Un bit de comprobación añadido a un conjunto de dígitos binarios para hacer la suma de todos los dígitos binarios unos, incluyendo el bit de comprobación, siempre par o impar.

BT (BURST TOLERANCE): Ráfaga Tolerable. Determina la máxima ráfaga que puede ser enviada a la rata mas alta.

CABECERA: Información de control de un sistema definido que precede a los datos del usuario.

CABLE COAXIAL: Un cable que consiste en un conductor, usualmente un tubo o hilo de cobre, en el interior y aislado por otro conductor de mayor diámetro, usualmente un tubo de cobre o cobre trenzado.

CAPA: Grupo de servicios, funciones, y protocolos que se definen totalmente

desde un punto de vista conceptual, que constituye uno de entre conjunto de grupos dispuestos jerárquicamente, y que se extiende a través de todos los sistemas que conforman la arquitectura de la red.

CAPA DE APLICACIÓN: Capa 7 del modelo OSI. Esta capa determina la interfaz del sistema con el usuario.

CANAL VIRTUAL (VC): Conexión unidireccional entre usuarios. Además de transportar datos entre usuarios, también son utilizados para transportar la señalización y la gestión de la red.

CAPA ATM: el auténtico núcleo sobre el que se vértebra la tecnología ATM. Sus funciones, fundamentales y comunes a cualquier nodo, se encargan de la manipulación de celdas.

CBR (CONSTANT BIT RATE): Esta clase de servicio es usada para la emulación del circuito de conmutación. La rata de celdas es constante en el tiempo.

CDV (CELL DELAY VARIATION): Como su nombre lo indica, es una medida de la variación del retardo de transferencia de una celda.

CELDA: Paquete de información que se transmite por una red ATM y que tiene una longitud constante (53 bytes).

CLR (CELL LOSS RATIO): Es el porcentaje de celdas que no se entregan en el destino porque se perdieron en la red debido a la congestión.

CS (SUBNIVEL DE CONVERGENCIA): Es capa más externa y ejecuta funciones como la detección y demultiplexión de datos, detección de celdas perdidas y mantenimiento del sincronismo de la conexión.

CODIFICACIONES 8B/10B: Esquema de codificación de datos diseñado para FC1.

CSMA/CD: Implementación que permite la transmisión Half Duplex para asegurar que las estaciones se puedan comunicar por un solo cable y que se pueda llevar a cabo la recuperación de colisiones.

DATAGRAMA: En conmutación de paquetes, un paquetes independiente de los otros paquetes, que lleva información suficiente para encaminar desde el equipo terminal de datos (DTE) de origen hasta el DTE de destino sin la necesidad de establecer una conexión entre los DTE y la red.

DATOS ANALÓGICOS: Datos representados por una magnitud física que varía continuamente, y cuya magnitud es directamente proporcional al dato o a la función que se ajusta a los datos.

DATOS DIGITALES: Datos que consisten en una secuencia de valores discretos.

DCE (DATA-CIRCUIT-TERMINATING EQUIPMENT): Equipo de terminación del circuito de datos.

DECIBELIOS: Medida de la intensidad relativa de dos señales. El número de decibelios es 10 veces el logaritmo del cociente de la potencia de dos señales, o 20 veces el logaritmo del cociente de tensión de dos señales.

DTE (DATA TERMINAL EQUIPMENT): Equipo terminal de datos.

ETHERNET GIGABIT: Es el más alto protocolo de Ethernet que incrementa 10 veces la velocidad de Fast Ethernet a 1000 Mbps o 1 Gbps.

ETHERNETCHANNEL: Tecnología desarrollada por Cisco que permite el agrupamiento hasta de cuatro puertos para conseguir un ancho de banda de 800 Mbps.

FDDI (REDES CON INTERFACE DE DATOS EN FIBRA DISTRIBUIDA): Ofrecen un *backbone* para entornos de computación distribuida. Estandarizada por la ANSI, la LAN FDDI es un doble anillo, red de fibra óptica que conecta hasta 500 estaciones en un área de anillo menor o igual a 100 kilómetros.

FIBRA ÓPTICA: Filamento fino de cristal u otro material transparente a través del que se puede transmitir, mediante reflexión total interna, un haz de luz de una señal codificada.

GBIC (TRANSPORTADOR DE LA INTERFACE DE GIGABIT ETHERNET): Permite a los

administradores de red configurar cada puerto Gigabit sobre bases puerto a puerto para láseres de onda corta y onda larga, así como para interfases físicas de cobre.

IEEE 802.3x: Estándar que formaliza la tecnología Full Duplex y se espera que sea soportada por futuros productos de Ethernet Gigabit.

LLC (NIVEL DE ENLACE LÓGICO): Define los servicios de acceso para protocolos que se adhieren al modelo OSI.

NIVEL FC1: Define el protocolo de transmisión, incluyendo codificación y decodificación serial desde y hasta el nivel físico, caracteres especiales y control de errores.

NIVEL MAC: Es similar al estándar Ethernet y al Fast Ethernet. Soporta tanto transmisión full duplex como half duplex.

NIVEL FÍSICO: Es el nivel inferior encargado de controlar las señales físicas, ya sean ópticas o eléctricas, e independizarlas de los niveles superiores de protocolo adaptándolas al medio de transmisión y codificación utilizado.

NIVEL DE SEGURIDAD: se refiere a la tolerancia de un determinado tipo de tráfico a la pérdida de celdas que puede ocurrir durante períodos de congestión.

NNI (NETWORK TO NETWORK INTERFACE): La NNI define la interfase entre los nodos de las redes (los switches o conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interfase entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público.

PAYLOAD: Parte de la celda ATM que tiene 48 bytes fundamentalmente con datos del usuario y protocolos AAL que también son considerados como datos del usuario.

PCR (PEAK CELL RATE): Es la máxima velocidad a la que el usuario puede transmitir.

PDU (PROTOCOL DATA UNITS): Son las unidades de información por medio de las cuales se comunican las capas pares de dos puntos de la red ATM.

SECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE TRAMA: Código de detección de errores insertado como campo en un bloque de datos para transmitirlos. El código sirve

para comprobar errores cuando se reciben los datos.

SEÑAL ANALÓGICA: Onda electromagnética que varía continuamente y se puede propagar por medios diversos.

SEÑAL DIGITAL: Una señal discreta o discontinua, como por ejemplo un conjunto de pulsos de tensión.

SEÑAL LIMITADA EN BANDA: Una señal en la que toda la energía está contenida en un rango de frecuencia finito.

SERIALIZADOR/ DESERIALIZADOR: Da soporte a múltiples esquemas de codificación y permitiendo la presentación de estos esquemas a los niveles superiores.

SNAP (SUBNETWORK ACCESS PROTOCOL): Es un método para adquirir información adicional de protocolos que no obedecen a las reglas de los niveles del modelo OSI.

SUBRED: Se refiere a una red constituyente de una Internet. Esto evita la ambigüedad ya que

SUMA DE VERIFICACIÓN ("CHECKSUM"): Código de detección de errores basado en la suma de los bits que se van a comprobar.

SYN: Es un segmento de control que funciona como petición de conexión y como confirmación de la conexión.

TÉCNICA DE VENTANA DESLIZANTE: Método de control de flujo en el que una estación que transmite puede enviar paquetes numerados dentro de una ventana de números. La ventana cambia dinámicamente para permitir que se envíen paquetes adicionales.

TRAMA O FRAME: Grupo de bits que incluye datos, además de una o más direcciones y otra información de control de protocolo. Generalmente se refiere a la unidad de datos del protocolo de la capa de enlace.

TRANSMISIÓN FULL-DUPLEX: Transmisión de datos en ambas direcciones y al mismo tiempo.

TRANSMISIÓN HALF-DUPLEX: Transmisión de datos en cualquier dirección, en un instante dado sólo una dirección.

TRANSMISIÓN SIMPLEX: Transmisión de datos solamente en una dirección preasignada.

TRAYECTO VIRTUAL (VP): Conjunto de canales virtuales que atraviesan multiplexadamente un tramo de la red ATM, facilitan la conmutación de los canales virtuales, pues conectan tramos enteros de la red.

UNI (USER TO NETWORK INTERFACE): La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz entre el equipo del cliente (Customer Premises Equipment), tal como hubs o routers ATM y la red de área ancha ATM (ATM, WAN).

VBR-NRT (VARIABLE BIT RATE NON-REAL TIME): Esta clase de servicio permite a los usuarios enviar tráfico a una rata que varía con el tiempo dependiendo de la disponibilidad de la información del usuario. Para este caso se utiliza la multiplexación estadística.

VBR-RT (VARIABLE BIT RATE REAL TIME): Es similar a VBR-NRT pero es diseñada para aplicaciones que son sensibles al retardo.

VCI (VIRTUAL CIRCUIT IDENTIFIER) Y VPI (VIRTUAL PATH IDENTIFIER): Campos de control que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión.

ANEXO B. ABREVIATURAS

BELLCORE. Bell Communications Research Inc.

ANSI. American National Standards Institute

SDH. Synchronous Digital Hierarchy.

ITU-T. International Telecommunications Union, Telecommunications Standardization Sector.

SDH / SONET. Synchronous Optical Network.

DSL. Digital Subscriber Line.

HDSL. High – bit - rate DSL.

SDSL. Symmetric DSL.

ADSL. Asymmetric DSL.

VDSL. Very – high - rate DSL.

DMT. Tecnología de Multitonos Discretos.

WDM. Multiplexación por División de Longitud de Onda
Wavelength Division Multiplexing.

TDMA. Time Division Multiple Access.

CDMA. Code Division Multiple Access.

RI. Redes Inteligentes.

MEF. Forum Metro Ethernet.

MEN. Metro Ethernet Networks.

MPLS. Multi Protocol Label Switching.

CESoE. *Servicios de Emulación de Circuitos* (Circuit Emulation Services) sobre Ethernet (CESoE)

CBR. Constant Bit Rate.

VBR. Variant Bit Rate.

ANEXO C. INFORMACION TECNICA EQUIPOS DE INTERNETWORKING PARA METRO ETHERNET

Catalyst 3750 series



PRODUCT OVERVIEW

The Cisco® Catalyst® 3750 Metro Series Switches is a new line of premier, customer-located switches that bring greater intelligence for metro Ethernet access, enabling the delivery of more differentiated metro Ethernet services. The switches feature hierarchical quality of service (QoS) and traffic shaping, intelligent 802.1Q tunneling, virtual LAN (VLAN) translation, Multiprotocol Label Switching (MPLS) and Ethernet over MPLS (EoMPLS) support, and redundant AC or DC power. They are ideal for service providers seeking to deliver profitable business services, such as Layer 2, Layer 3, and MPLS VPNs, in several bandwidths and with different service-level agreements (SLAs). With flexible software options, the Cisco Catalyst 3750 Metro Series offers providers a cost-effective path for meeting current and future service requirements from enterprises and commercial businesses.

As an addition to Cisco's metro Ethernet access switching portfolio, which includes industry-leading Cisco Catalyst 3550 and Catalyst 2950 series intelligent Ethernet switches, the Cisco Catalyst 3750 Metro Series provides enhanced QoS, broader Layer 2 and Layer 3 VPN offerings, and power redundancy for carrier-class metro Ethernet services with service-quality guarantees. By using Cisco Catalyst 3750 Metro Series switches for metro access along with Cisco Catalyst 6500 and 4500 series switches and Cisco 7600 Series routers in the aggregation/core layers, service providers are able to build a flexible, integrated network with intelligence from end to end.

APPLICATIONS

VPNs allow customers at different locations to exchange information through a service provider network, without requiring private connections. The Cisco Catalyst 3750 Metro Series is ideal for service provider Metro Ethernet access deployments, allowing providers to offer Layer 2 or Layer 3 VPN services to their enterprise or commercial customers. Typically, Cisco Catalyst 3750 Metro Series switches are installed in a building basement serving many customers in the building or at the customer premises as the customer-located equipment (CLE). Figure 2 shows a deployment example using the Cisco Catalyst 3750 Metro Series for Layer 2 VPN service.

Figure 2. Layer 2 VPN on the Cisco Catalyst 3750 Metro Series

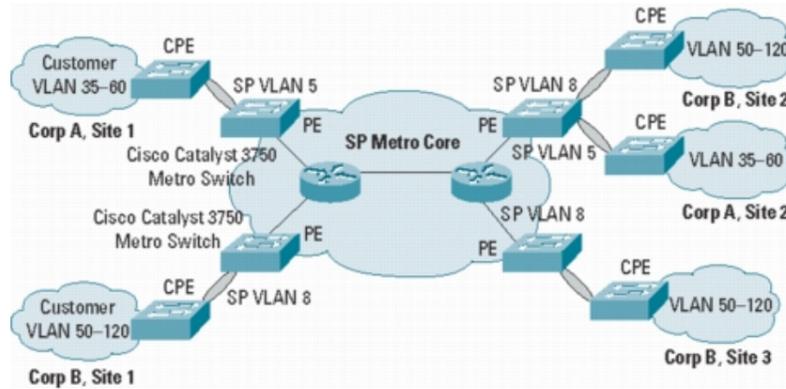
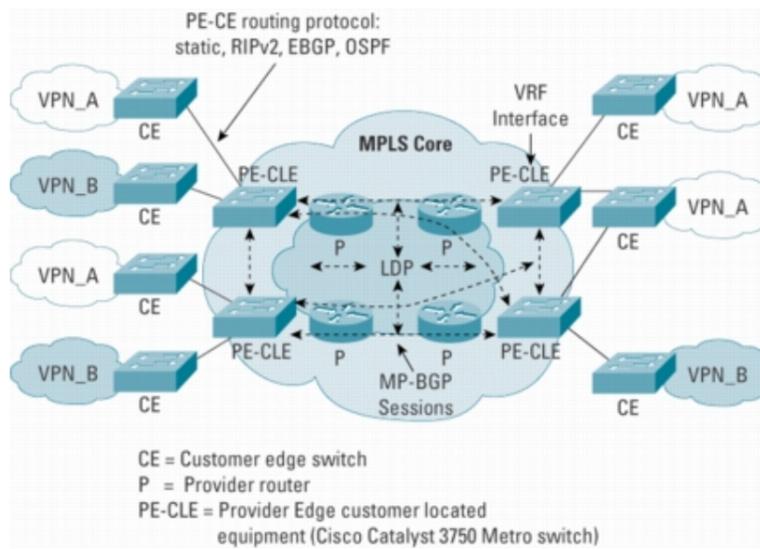
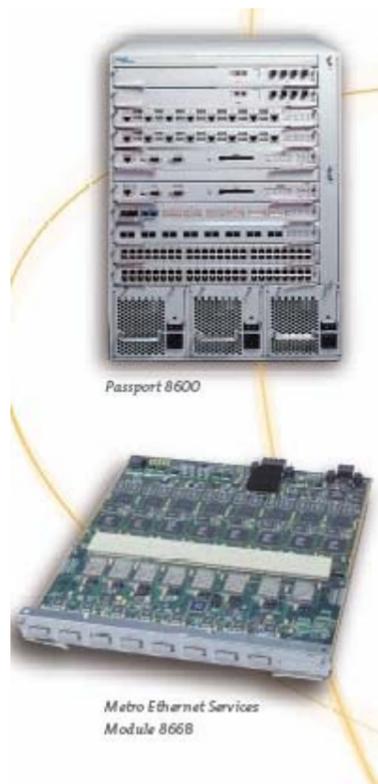


Figure 3 shows a network example of using the Cisco Catalyst 3750 Metro Series for Layer 3 MPLS VPN service.

Figure 3. Layer 3 MPLS VPN on the Cisco Catalyst 3750 Metro Series



Nortel Networks Modulo 8668 y passport 8600



For enterprises that want to costeffectively extend LANs at native rates into the MAN and WAN, Ethernet services are the answer. For carriers and service providers looking for a fast, reliable, and profitable way to beat bandwidth bottlenecks from LAN to MAN/WAN, Optical Ethernet is the answer. Optical Ethernet enables carriers to build next-generation infrastructures across the metro in support of Ethernet services, as well as support for backhauling IP services.

Nortel Networks leads the industry in delivering Optical Ethernet solutions with the Passport 8600 routing switch. This proven platform has been a workhorse for enterprises and a reliable profitmaker for service providers. Now it is leading the way in delivering scalable, feature-rich, Ethernet-based VPNs and next-generation Ethernet MAN infrastructure. The Passport 8600 is a key component of Nortel Networks Optical Ethernet

solution, delivering 1-Gigabit and 10-Gigabit Ethernet performance with Quality of Service (QoS) for businesscritical applications and services. The Passport 8600 delivers premium performance and availability, QoS-based traffic prioritization, scalability, and support for a range of interfaces, including 10-Megabit to 10-Gigabit Ethernet, Packet-over-SONET/SDH, and ATM.

With the addition of the Metro Ethernet Services Module 8668, Passport 8600 now delivers:

- Carrier-based Layer 2 Ethernet VPNs for seamless LAN/MAN/WAN connectivity
 - Complete customer separation via a well defined Ethernet user-to-network interface (UNI) and Layer 2 VPN scalability via a network-to-network interface (NNI)
 - Industry-standard interworking with Nortel Networks and third-party Ethernet switched and transport networks, including support for H-VPLS U-PE functionality as described in draft-ietf-ppvpn-vplsldp-00.txt
 - Multiple services (e.g., Internet access, TLS, VoIP, etc.) per UNI port for revenue generation
 - A flexible suite of traffic policing, QoS, and statistics capabilities that allows carriers to offer multiple levels of service at different price points
 - Point-to-point, point-to-multipoint, and any-to-any VPN topologies
 - Fibre ring access resiliency (when used with Nortel Networks Metro Ethernet Services Unit 1800) with 50ms ring
 - Broadband managed services to apartments and condominiums
 - Point-of-presence (PoP) edge-to-core traffic aggregation
 - Service provider operations toolkit with enhanced SLA monitoring supporting end-to-end performance monitoring and measurement capabilities
- Extraordinary degrees of network and service scalability, supporting networks of up to 16M Ethernet VPNs



Alcatel 7450

The Alcatel 7450 Ethernet Service Switch (ESS) sets a new market standard for enabling the delivery of profitable metro Ethernet, Ethernet WAN services and high-density, service-aware Ethernet aggregation over networks based on Internet protocol/multiprotocol label switching (IP/MPLS). The 7450 ESS overcomes the limitations of traditional Ethernet switches that were developed to provide best-effort connectivity and therefore lack the scalability, reliability and service orientation required in the service provider

environment. The Alcatel 7450 ESS was designed to excel in all these areas. The deterministic service orientation of the Alcatel 7450 ESS and the advanced service management tools provided by the Alcatel 5620 Service Aware Manager (SAM) enable a whole new stream of revenue opportunities, while minimizing operating expenses to reduce the total cost of ownership. The Alcatel 5620 SAM is composed of the Alcatel 5620 SAM

Element Manager (SAM-E), Alcatel 5620 SAM Provisioning (SAM-P) and Alcatel 5620 SAM Assurance (SAM-A). The Alcatel 7450 ESS delivers scalable performance and port density in two NEBS-compliant chassis configurations, the seven-slot ESS-7 and the single-slot ESS-1. The chassis are equipped with robust carrier-class features such as a service-oriented architecture, a wide range of interfaces with unmatched density and performance, and enough capacity to handle multigigabit and 10 Gigabit Ethernet — all at wire speed.

The Alcatel 7450 ESS can simultaneously deliver tens of thousands of metro Ethernet services with no performance penalties. Examples of revenue-generating Ethernet services for the metropolitan area and beyond are:

- > Layer 2 Ethernet VPNs
- > Ethernet virtual leased line (VLL) services
- > Ethernet virtual private LAN services (VPLS)
- > High-density, service-aware Ethernet aggregation

Extreme Networks



Extreme Networks® BlackDiamond 10808, the first in the family of BlackDiamond 10K switches, represents the future of core Ethernet networking. Offering the industry's leading capacities and capabilities, it is designed to ensure that Ethernet networks built today will stand the test of time.

Completely redesigned from the ground up, the BlackDiamond 10808 (10K) augments the BlackDiamond family of core switches with a new platform incorporating major technological breakthroughs in the areas of scalability, resiliency, security and extensibility. Extreme Networks once again sets the standard by which all modular Ethernet switches will be measured.

Scalability

Offering the greatest number of 10 gigabit and Gigabit

Ethernet ports of any switch in the industry, BlackDiamond 10K scales to meet both the immediate and future requirements of even the most demanding environments.

Resiliency

Built to deliver the greatest level of resiliency, the BlackDiamond 10K leverages a new state-of-the-art chassis designed to ensure not only that every possible redundancy is available, but that every active component (including the software) can be upgraded without taking the switch out of service.

Security

BlackDiamond 10K delivers a new level of security to core Ethernet networking. Firewalling the Ethernet core from the outside network has become a common element of network design. The BlackDiamond 10K complements the firewall by protecting the "soft interior" of the network that currently goes unprotected. Utilizing the industry's most advanced packet inspection engine, CLEAR-Flow traffic analysis and 128,000 access control lists (ACLs) – the BlackDiamond can be programmed to intelligently identify malicious attacks and dynamically enable access controls to shut down attackers before they can bring down the network.

Extensibility

With yet another industry first, BlackDiamond 10K incorporates T-Flex programmable ASIC technology. Not only does the BlackDiamond 10K hardware support the widest array of protocols from day-one, T-Flex ensures the platform will support emerging protocols without costly hardware upgrades – thus offering revolutionary investment protection.

Applications

The BlackDiamond 10K has been designed to excel in a wide array of applications, including:

- Enterprise Backbone
- Enterprise Data Centers
- High-Performance Cluster Computing
- Metro Core and Distribution
- Internet Exchanges

These applications require high performance, scalability and the highest level of resiliency. But even more importantly, the BlackDiamond 10K is designed to meet tomorrow's needs as well as today's. Extensibility is the key to building intelligent core networks that can adapt and respond to changing requirements over time, this is where the BlackDiamond 10K truly