



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**"INTERCONEXIÓN CON CARRIERS MEDIANTE FIBRA
OPTICA EN LA RED NACIONAL DE MEGACABLE
COMUNICACIONES DE MÉXICO (MCM) PARA SERVICIOS
TRIPLE PLAY."**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
PRESENTA:**

GERARDO MATÍAS MUÑOZ.

ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS.



Estado de México

Noviembre de 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

| | |
|--|--|
| Índice | I |
| Introducción | III |
| Objetivos | VII |
| Justificación | IX |
| | |
| Capítulo 1 | |
| La fibra óptica en redes de voz y datos como medio de transmisión confiable y eficaz. | |
| 1.1 | Las Telecomunicaciones. 1 |
| 1.1.1 | Diseño de un sistema de telecomunicaciones. 4 |
| 1.2 | Principios de la fibra óptica. 5 |
| 1.2.2 | Avances tecnológicos de la fibra óptica. 6 |
| 1.3. | Convertidores de fibra óptica a Unshielded Twisted Pair. 7 |
| 1.3.1 | Estructura de la fibra óptica. 10 |
| 1.3.2 | Clasificación por funcionalidad. 13 |
| 1.4 | Índice de refracción. 16 |
| 1.5. | Evolución de los cables de fibra óptica en las telecomunicaciones. 22 |
| 1.6 | Ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión. 25 |
| 1.6.1 | Ancho de banda. 26 |
| 1.6.2 | Medios de Transmisión en las Telecomunicaciones. 28 |
| 1.6.3 | Características principales de los medios de transmisión. 35 |
| 1.7 | Tipos de cable de fibra óptica. 36 |
| 1.7.1 | Selección de un cable de fibra óptica para un enlace de comunicaciones. 45 |
| 1.8 | Transmisión y recepción de datos, voz y video por medio de una red. 49 |
| 1.8.1 | Arquitectura de la red y sus características. 52 |
| 1.8.2 | Modelo Open System Interconnectiong. 55 |
| 1.8.3 | Direccionamiento Protocolo de Internet y enrutamiento. 59 |
| 1.8.4 | Voz sobre Protocolo de Internet. 65 |
| | |
| Capitulo 2 | |
| Interconexión y mantenimiento a la red de MCM Telecom. | |
| 2.1 | Triple Play en México. 75 |
| 2.1.1 | Evolución de las redes a nivel mundial. 77 |
| 2.1.2 | Triple Play en la República Mexicana. 81 |
| 2.2 | Operadores de Telecomunicaciones en México. 86 |
| 2.3 | Mantenimiento de la red de Fibra Óptica de MCM 90 |
| 2.4 | Red de fibra óptica de MCM local y larga distancia. 95 |
| 2.4.1 | Anillos de fibra óptica en la red de MCM. 96 |
| 2.5 | Interconexión de la red de MCM con otros proveedores. 107 |
| | |
| Capitulo 3 | |
| Monitoreo e intercambio de información entre carriers. | |
| 3.1 | Tipos de Redes. 109 |
| 3.1.2 | Topología de las redes. 120 |
| 3.2 | Redes de fibra óptica que interconectan a México con el mundo. 122 |
| 3.3 | Monitoreo de la red de Telecomunicaciones de MCM. 130 |
| 3.3.1 | Monitoreo de la red de datos de MCM. 132 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.3.2 | Software utilizado en el monitoreo de la red de fibra óptica de MCM. | 139 |
| 3.3.3 | Monitoreo de la red SDH de MCM. | 142 |
| | Conclusiones | 150 |
| | Glosario | 152 |
| | Bibliografía | 154 |

Introducción

Comunicación es la acción en la que un mensajes es enviado de un emisor a un receptor y puede ser de una persona a otra, de un equipo de comunicación a otro, etc. La comunicación es un proceso y normas establecidas que usan al menos dos o más entidades que tienen la necesidad de intercambiar información por medio de reglas semióticas¹ comunes. La palabra comunicación se ha convertido en un término muy usado y algunos autores lo definen como, el intercambio de sentimientos, opiniones o cualquier otro tipo de información mediante habla, escritura u otro tipo de señales. Dentro de las formas de comunicación siempre debe haber por lo menos un emisor (quien origina) un mensaje y un receptor (quien recibe). En el proceso de comunicación el mensaje es una de las tres partes importantes y es enviada por el emisor en un paquete y dirigida hacia el receptor a través del medio. Una vez que es recibido este, el receptor convierte el mensaje en una forma entendible y proporciona otro mensaje en el mismo idioma o código como respuesta.

La parte central en todo sistema es acoplarse a la comunicación, es enviar y recibir información entre dos usuarios o equipos. Un ejemplo hablando de comunicación de datos es la relación entre una estación de trabajo y un servidor central a través de una red telefónica pública. Otro ejemplo puede ser el intercambio de información de voz entre dos usuarios usando teléfonos a través de la misma red, los componentes principales de este tipo de sistema son:

Remitente. Es la persona o entidad que genera los datos o la información a ser enviada: por ejemplo una computadora o un aparato telefónico.

Transmisor: Es el equipo o entidad que codifica la el mensaje o la misma información, en este caso es quien genera las señales electromagnéticas que van a ser transmitidas por un determinado medio de transmisión. Por ejemplo, un módem telefónico convierte los bits generados por una computadora y las transforma en señales analógicas las cuales ya en este formato pueden ser transmitidas por medio de la red telefónica.

El medio de transmisión: Es desde la una sencilla línea de telefónica hasta la más compleja red de datos o telefonía que pueda conectar a la fuente con el destino.

Receptor: Es la persona o equipo quien acepta la señal o los mensajes provenientes del sistema de transmisión y la convierte de tal manera que pueda ser entendida y pueda ser manejada por el dispositivo destino, Por ejemplo un módem captara la señal analógica de la red o línea de transmisión y la convertirá de tal forma que pueda ser entendida por el modem o sea en una cadena de bits.

¹ La **semiología** se define como el estudio de los signos, su estructura y la relación entre el significante y el concepto de significado. Los alcances de la semiótica, de la misma manera que su relación con otras ciencias y ramas del conocimiento, son en extremo amplios. Charles Sanders Peirce - COMENTARIOS ACERCA DE LA SEMIÓTICA COMO FUNDAMENTO PARA EL CURSO DE COMUNICACIÓN NO VERBAL, 15/08/2010 <http://knol.google.com/k/comentarios-acerca-de-la-semi%C3%B3tica-como-fundamento-para-el-curso>

En realidad el modelo presentado como ejemplo en esta parte de la tesis puede parecer sencillo, pero en la práctica tiene una gran complejidad. Para hacerse una idea de la magnitud de ella a continuación una breve explicación de algunas de las tareas claves que se deben realizar en un sistema de comunicaciones.

Todos los sistemas de comunicación utilizan un medio de transmisión, los cuales normalmente están compuestos o comparten una serie de dispositivos de comunicación, llamados host, routers, hubs y una red. Para que dicho dispositivo pueda comunicarse con otro tendrá que hacerlo a través de la interfaz con el medio de transmisión.

Para iniciar el procesamiento de datos entre los dispositivos se necesitaran ciertas características antes de establecer la conexión entre los equipos a participar en la comunicación, se deberá establecer que ambos equipos puedan enlazarse desde la estación de trabajo al módem pasar por el medio de transmisión llegar al servidor y transmitir simultáneamente o si deben hacerlos por turnos se deberá decidir la cantidad y el formato de los datos que se transmiten cada vez y se debe especificar que hacer en caso de que se den ciertas contingencias.

Los sistemas de transmisión deberán garantizar que el medio siempre este disponible desde el origen hasta el destino.

Ahora si lo analizamos desde un punto de vista técnico, la comunicación es o se entiende al hecho que un determinado mensaje (paquetes) originado en el punto A llegue a otro punto determinado B, separado uno del otro por una área geográfica determinada en el espacio o en el tiempo.

Dentro de la comunicación debe haber un código que es un sistema de signos y reglas por medio de los cuales y al ser combinados dan como resultado el entendimiento entre los individuos o entre los equipos de computo y por otra parte debe de estar organizada la comunicación.

Ya en la comunicación se emplea ese código y requiere de un canal para la transmisión de las señales, este canal puede ser el medio físico a través del cual va a ser transmitida la comunicación de cualquier tipo.

Si hablamos de medio de comunicación, para las microondas el medio es el aire y para la televisión el medio son las ondas hertzianas².

El emisor o transmisor es la persona o la entidad que se encarga de transmitir el mensaje, esta persona elige y selecciona los códigos que le convienen, es decir realiza una selección del proceso de codificación, convierte el mensaje para ser entendido.

En el caso del receptor es la persona a quien se le va a dirigir la comunicación y realiza el proceso inverso al del emisor, ya que descifra el mensaje mediante el código seleccionado por ambas partes, es decir descodifica la información o el mensaje.

² La radio y televisión funcionan según el principio de la transmisión a distancia de "señales eléctricas, gracias a la propagación de las ondas en el espacio. Las ondas radioeléctricas, u **ondas hertzianas**, se definen por su frecuencia (numero de oscilaciones en un tiempo determinado) y longitud (distancia recorrida en lo que dura una oscilación).

Telecomunicaciones

La palabra tiene muchas definiciones y al compararlas se entiende como la forma de comunicarse a distancia por un determinado medio de transmisión o puede ser la técnica de enviar o recibir información de un lugar a otro y esta puede o debe ser bidireccional, las telecomunicaciones cubren todas las formas de comunicación que se conocen, a distancia: telefonía, radio, televisión, telegrafía, transmisión de bits o mas conocidos como datos e interconexión de computadoras. Las Telecomunicaciones se refieren a toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información generada desde cualquier fuente u origen que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos

Megacable Comunicaciones de México y el “Triple Play”

MCM es una empresa mexicana ubicada en Lomas de Chapultepec como centro de operaciones a nivel nacional y que provee servicio de Voz, Datos, Video con tecnología de punta y enlaces de banda ancha entre corporativos tanto en La Ciudad de México como en los estados del interior de la república debido a la interconexión y convenios con otros operadores los cuales consisten básicamente en entregar el servicio al cliente final por medio de su red de fibra óptica cuando este no cuente con la infraestructura para poder lograrlo.

MCM nació en 1996, cuando en México se dio la concesión de operar y de explotar las comunicaciones a nivel nacional quitando el monopolio a Telmex quien era la única empresa que podía explotar y distribuir servicio de telefonía en el país y realizar interconexiones con otras telefónicas de otros países, con esta acción en México entraron empresas como MCM Telecom (Megacable Comunicaciones de México), Alestra, Avantel, Bestel, Nextel, Unefon, Iusacel, Axtel solo por mencionar algunas.

En un principio el mercado que se estarían disputando fue el de la telefonía local y larga distancia que se encontraba y siempre había estado en manos de Telmex y así inicio una carrera por la disputa de los clientes con tarifas más accesibles, paquetes que incluían minutos libres o tarifas especiales a empresas y de este modo la competencia fue desarrollándose de una manera vertiginosa entre las compañías operadoras de servicios telefónicos y de servicios de internet.

Con el paso de los años y el desarrollo de la tecnología y las comunicaciones en otros países fue como llegó a México la famosa e innovadora campaña **“Triple Play”** que no es otra cosa que ofrecer los tres servicios Voz (telefonía), Internet, Video (televisión por cable) de comunicaciones más utilizados y vendidos por las empresas de telecomunicaciones llamadas “Carrieres” y con esto se tuvieron que realizar alianzas, convenios, interconexiones de redes y infraestructuras debido a que no todas las empresas ofrecían los tres servicios voz, internet, tv por cable.

A continuación se describe brevemente el contenido de los capítulos de la tesis presentada.

El capítulo 1 hace referencia como fueron los inicios de la fibra óptica su evolución, los avances y modificaciones que ha tenido y como han contribuido al desarrollo de las telecomunicaciones, porque es considerado como el medio de transmisión más eficiente, como son las transmisiones de voz y datos sobre las redes de igual forma cómo funciona el modelo OSI el direccionamiento IP y como viaja la voz sobre IP³.

El capítulo 2 hace referencia al Triple Play en México como surgió y como ha cambiado la oferta y la demanda de los servicios básicos de telefonía, tv por cable e internet en los últimos años, como fue la construcción de la red de MCM en la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, como esta formada la red de MCM tanto físicamente como en su topología.

El capítulo 3 hace referencia sobre los tipos de redes que existen LAN, MAN, WAN su topología y como se interconectan entre ellas, como las redes de fibra óptica interconectan a México con el mundo. Como es el sistema de monitoreo de las redes de fibra óptica en MCM, la red SDH⁴ y la red de datos.

³ Internet Protocol (Protocolo de Internet), Protocolo para la comunicación en una red a través de paquetes conmutados, es principalmente usado en Internet. Los datos se envían en bloques conocidos como paquetes (datagramas) de un determinado tamaño.

Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del primer año.348

⁴ **SDH** Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía digital sincrónica) es un una norma para el transporte de datos en telecomunicaciones formulado por la Unión de Telecomunicación Internacional (ITU), se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.MCM TELECOM, Manual de Operación y Monitoreo de la red SDH, 1996.

Objetivos

*Revisar los fundamentos de las Telecomunicaciones y su auge que han tenido. Especificar las teorías de las comunicaciones en México y los cambios ante la globalización.

*Diferenciar los conceptos de Comunicaciones, Telecomunicaciones y sus relaciones. Analizar el panorama general acerca de las Telecomunicaciones en México y su importancia en el desarrollo actual de las empresas y la comunidad de todo el mundo, así como la tecnología se desarrolla a pasos tan grandes y se ve en el aumento de el número de usuarios, cada día hay nuevos productos en el mercado de las telecomunicaciones.

A continuación se muestra un comparativo de usuarios de telefonía de algunos países, información obtenida hasta el día de hoy.

A continuación se muestra un comparativo de usuarios de telefonía de algunos países, información obtenida hasta el día de hoy.

| Telefonía Móvil en México, Sep. 2010 | Telefonía fija en México, Sep. 2010 | Telefonía Móvil en España, Sep. 2010 | Telefonía Móvil en USA, Sep. 2010 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 86.9 millones de usuarios. | 19 millones 472 mil 888 de usuarios. | 35.5 millones de usuarios. | 185.7 millones de usuarios. |

Comparativo internacional de penetración de telefonía móvil, usuarios por cada 100 habitantes, en el año de 2007.

| País | Porcentaje |
|----------------|------------|
| Italia | 93.3 |
| Finlandia | 86.7 |
| España | 82.4 |
| Alemania | 72.8 |
| Australia | 64.0 |
| Nueva Zelanda | 62.2 |
| Chile | 42.2 |
| Venezuela | 25.6 |
| Brasil | 20.1 |
| Argentina | 17.8 |
| Perú | 8.6 |
| Suecia | 88.9 |
| Reino Unido | 84.1 |
| Irlanda | 76.3 |
| Francia | 64.7 |
| Japón | 63.7 |
| Estados Unidos | 68.8 |
| Canadá | 37.7 |
| México | 85.4 |
| Uruguay | 19.3 |
| Colombia | 10.6 |

Comparativo internacional de telefonía fija usuarios por cada 100 habitantes, en el año de 2007.

| País | Porcentaje |
|----------------|-------------------|
| Italia | 48.1 |
| Finlandia | 52.4 |
| España | 50.6 |
| Alemania | 65.1 |
| Australia | 53.9 |
| Nueva Zelanda | 44.8 |
| Chile | 23.0 |
| Venezuela | 11.1 |
| Brasil | 22.3 |
| Argentina | 21.9 |
| Perú | 6.6 |
| Suecia | 73.6 |
| Reino Unido | 59.1 |
| Irlanda | 50.2 |
| Francia | 56.9 |
| Japón | 55.8 |
| Estados Unidos | 64.6 |
| Canadá | 63.9 |
| México | 14.7 |
| Uruguay | 28.8 |
| Colombia | 17.9 |

Fuente para México: Dirección General de Tarifas e Integración Estadística, Cofetel.

Justificación

En el contexto actual de las Telecomunicaciones a nivel mundial, se revisa esta tesis enfocada a mostrar el panorama de las comunicaciones en México y compararlas con las de otros países.

Esto se logra unificando los protocolos, utilizando las mismas normas a nivel internacional, las mismas configuraciones en equipos no importando la ciudad o continente.

Al entrar al país empresas que venden el mismo servicio (Triple Play) de telecomunicaciones la economía de los usuarios en México se ve favorecida ya que entra la ley de la oferta y demanda, en años anteriores a 1996 donde solo había una empresa (Telmex) que ofrecía el servicio no había otra opción, si se requería el servicio tenía que ser con esa empresa la contratación de los servicios.

En esta tesis se revisan conceptos y se aplican a un panorama general de las telecomunicaciones y las diversas ramas de las comunicaciones, de donde toman su fundamento para llevar a cabo su función principal, que es comunicar a las personas sin importar la distancia y la zona geográfica.

CAPÍTULO I

LA FIBRA ÓPTICA EN REDES DE VOZ Y DATOS COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN CONFIABLE Y EFICAZ

1.1 Las Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones se conocen hoy en día a nivel mundial pero comienzan en la primera mitad del siglo XIX con un invento que vino a revolucionar las comunicaciones a distancia el telégrafo eléctrico, que logro el envío de mensajes dentro del cual contenían letras y números. A este invento con el tiempo se le hicieron dos notables mejoras: primero la adición, por parte de C. Wheatstone, de una cinta perforada que permitía recibir mensajes sin que un operador estuviera presente, y la segunda mejora fue la capacidad de enviar varios mensajes por la misma línea, que luego se llamó telégrafo múltiple, añadida por Emile Baudot (código Baudot¹).

El término Telecomunicaciones hoy tan común tuvo su primera aparición en la reunión internacional donde se reunían anualmente en la XIII Conferencia de la UTI (Unión Telegráfica Internacional) y posteriormente en la III de la URI (Unión Radiotelegráfica Internacional) que se inició en Madrid el día 3 de septiembre de 1932. La definición en ese entonces fue votada y aprobada sin ninguna objeción y así fue como nació el término: "Telecomunicación es toda transmisión emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos".

Sistema de telecomunicaciones de telefonía celular.

Este sistema es de los más usados en las comunicaciones en la actualidad ya que permite la transmisión de la voz entre dos personas que pueden estar cerca o a una gran distancia y mediante un medio de comunicación realiza la conexión entre dos puntos, por medios inalámbricos, estaciones base, central estación base, centro de conmutación celular, compañía telefónica, teléfono celular, como se muestra en la figura 1.1.

¹ El **código de Baudot**, denominado así por su inventor Émile Baudot, es un juego de caracteres predecesor del ASCII y fue originalmente utilizado sobre todo en teletipos. Para su transmisión se utilizaba un teclado de cinco teclas donde cada tecla representaba un bit de la señal de cinco estados. Dennis, "Baudot" publicado 15 sep. 2010, http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/telepro/t3_1.htm, consultado Octubre, 2010.

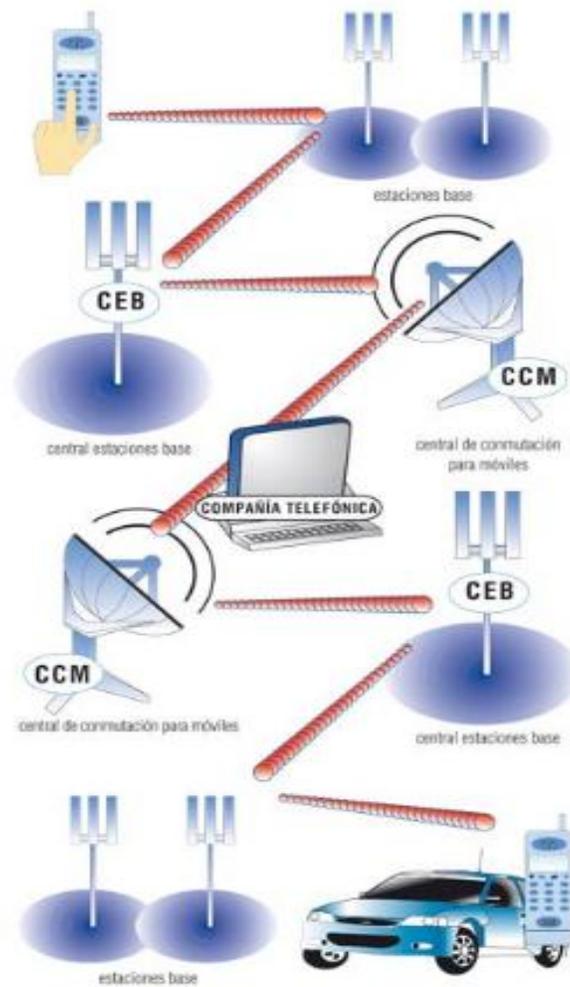


Figura 1.1 Sistema de telecomunicaciones de telefonía celular.

Sistema de telecomunicaciones de una red de datos

Un sistema de este tipo es utilizado por casi todas las empresas que tienen base de datos para consultar, servidores de correo, servidores información por departamento o redes en distintas ubicaciones, los usuarios pueden conectarse vía inalámbrica con una BlackBerry por ejemplo o por conexión directa a uno de los servidores al cualquier oficina remota, estos sistemas ofrecen una seguridad en la red colocando equipos firewall los cuales no permiten acceso a usuarios que no se identifiquen correctamente y detecta ataques de equipos bloquea el acceso de estos, como se muestra en la figura 1.2.

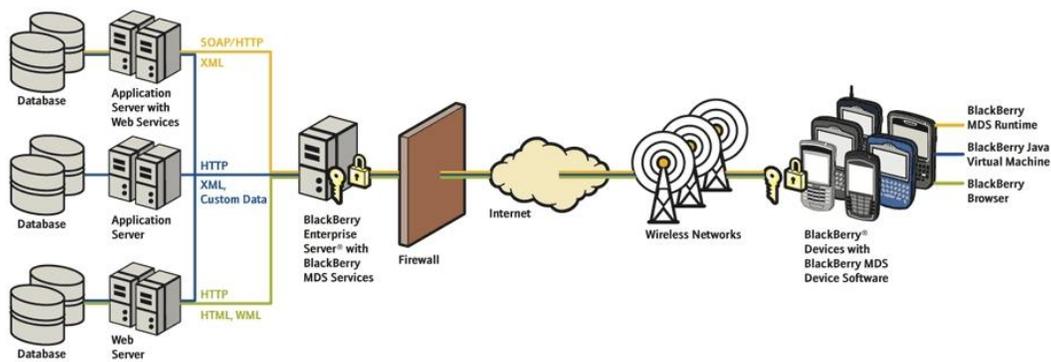


Figura 1.2 Sistema de telecomunicaciones de una red de datos.

Sistema de telecomunicaciones inalámbrico

En esta sistema no es necesario estar conectado con un cable con una WLAN (Wireless Local Area Network) es una red de área local inalámbrica por medio de la cual un sistema de comunicaciones de datos tiene cobertura donde el cableado no llega o tiene problemas técnicos para que opere correctamente dentro de un edificio o campus, fabrica donde hay maquinaria o interferencias. Las redes WLAN combinan la conectividad hacia la red de datos con la movilidad del usuario, ya que desde cualquier punto donde haya cobertura se conectara sin problema como si fuera con cable. las redes WLAN están regidas por el estándar 802.11b que se refiere a este tipo de redes inalámbricas que operan en la frecuencia de los 2.4Ghz el ancho de banda en la transmisión de datos que alcanza este sistema es hasta de 11 Mbps. Este estándar fue liberado por el IEEE (Institute of Electronics and Electrical Engineers), como se observa en la figura 1.3.

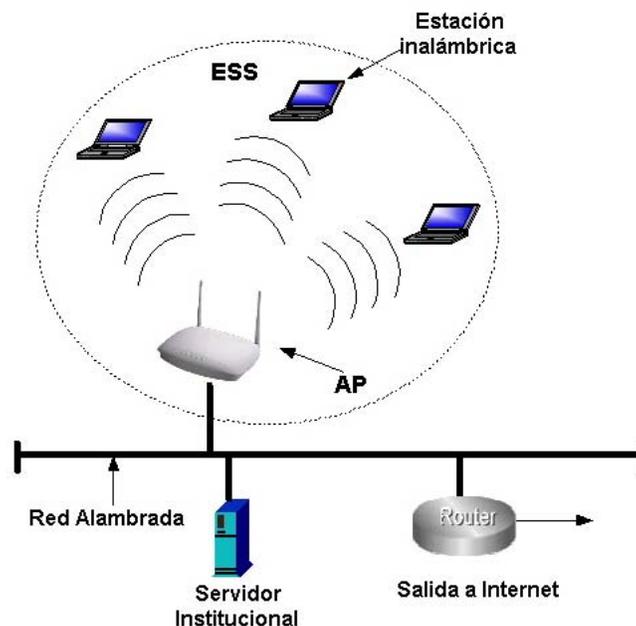


Figura 1.3 Sistema de telecomunicaciones inalámbrico.

1.1.1 Diseño de un sistema de telecomunicaciones

Para diseñar un sistema de telecomunicaciones hay varios elementos a considerar los principales que integran un sistema de este tipo son: un transmisor, un medio de transmisión ya sea guiado o no guiado y posiblemente dentro del medio un canal y finalmente un receptor. El transmisor es quien inicia la transmisión y este dispositivo se encarga de transformar o codificar los mensajes de tal forma que puedan ser enviados por el medio o línea de transmisión. El medio de transmisión es el conducto donde va a circular las señales y por su naturaleza física es posible que modifique o degrade la señal en su trayecto desde el transmisor al receptor debido a ruido, interferencias o la propia distorsión del canal. Por ello el receptor ha de tener un mecanismo de decodificación capaz de recuperar el mensaje dentro de ciertos límites de degradación de la señal. En algunos casos, el receptor final es el oído o el ojo humano (o en algún caso extremo otros órganos sensoriales).

Hablando de La telecomunicación esta se puede realizar punto a punto es decir de un equipo a otro, existe también existe punto a multipunto o teledifusión desde un equipo comunicarse a varios equipos, que es una forma particular de punto a multipunto que funciona solamente desde el transmisor a los receptores, siendo su versión más popular la radiodifusión, el ejemplo más común de este tipo es la transmisión de una estación de radio.

En las telecomunicaciones se deben analizar las características y propiedades físicas de los componentes del enlace como son: la línea o medio de transmisión y las propiedades de los datos a transmitir por medio de mensajes a fin de diseñar los un buen sistema por los mecanismos de codificación y decodificación más apropiados. Si los sistemas están diseñados para comunicar entre las personas y esta va a ser a través de los órganos sensoriales humanos (principalmente vista y oído), se deben tener en cuenta las características psicológicas y fisiológicas de percepción humana. Esto tiene importantes implicaciones económicas y se investigará que defectos pueden ser tolerados en la señal sin que afecten excesivamente a la visión o audición basándose en conceptos como el límite de frecuencias detectables por los órganos sensoriales humanos.

Los riesgos que se pueden tener son imperfecciones en una señal o un canal de comunicación son: primero ruido impulsivo, también puede existir ruido de Johnson-Nyquist (también conocido como ruido térmico), el tiempo de propagación función de transferencia de canal no lineal, también muy importante son las caídas súbitas de la señal conocidos como microcortes de señal, limitaciones en el ancho de banda que no sea el adecuado y reflexiones de señal (eco). Muchos de los modernos sistemas de telecomunicación obtienen ventaja de algunas de estas imperfecciones para finalmente mejorar la calidad de transmisión del canal por el cual se va a generar la telecomunicación.

Los sistemas de comunicación más actuales tienen ventajas de las nuevas tecnologías y hacen amplio uso de la sincronización temporal de los equipos. Todo va cambiando últimamente la reciente aparición del uso de la telefonía sobre IP que vamos a ver mas adelante con más detalle, la mayor parte de los sistemas de comunicación estaban

sincronizados a relojes atómicos o a relojes secundarios sincronizados a la hora atómica internacional obtenida en la mayoría de los casos vía GPS².

1.2 Principios de la fibra óptica

La fibra óptica se ha convertido en los últimos años en el medio de transmisión más empleado así como el Internet³, por sus características sobre otros medios de comunicación principalmente en redes de datos y en telecomunicaciones; con un solo hilo de fibra óptica muy fino de varios materiales puede ser vidrio transparente o materiales plásticos (que por cierto son materiales abundantes en la tierra y no tan costosos como el cobre), por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y recorre o se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Una vez que observaron las ventajas de fibras ahora se utilizan ampliamente en telecomunicaciones ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia con velocidades mayores y menos interferencia y mejor calidad que las señales de radio o cable de cobre. Por eso la fibra óptica se ha convertido el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas que es un gran problema con el cobre, también se utilizan para redes locales en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

Uno de los avances más significativos en la investigación sobre la fibra óptica fue sin duda el haber conseguido hacer que la luz se propague dentro de un cable tendido de fibra tan delgado y que el uso de la luz pueda ser guiada de modo que no se disperse en todas direcciones, sino en una sola dirección concreta y predefinida se ha conseguido mediante la fibra óptica, que podemos imaginar como un conductor o tubo de vidrio, fibra de vidrio ultra delgada protegida por un material aislante que sirve para transportar la señal luminosa de un punto a otro.

Cuenta con varias ventajas o características que lo hacen el medio más usado en telecomunicaciones tiene bajas pérdidas de señal, volumen y peso mínimo inmunidad frente a campos electromagnéticos, de radiofrecuencia y seguridad. Todos estos puntos

² El **GPS** (Global Positioning System) sistema de posicionamiento global, es un sistema global por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. Dennis Derickson, “Jitter” publicado 15 jul 2010, <http://es.wikipedia.org/wiki/Jitter>, consultado Octubre, 2010.

³ **Internet** es una herramienta que se ha convertido casi indispensable en las empresas y es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial. Academia de Networking de Cisco Systems, “CCNA 1 y 2”, 51.

se analizan más a fondo en los siguientes capítulos de esta Tesis, abriéndonos las puertas al descubrimiento de un nuevo mundo: el mundo de la información sin límite de ancho de banda.

Un gran avance en los estudios de la física dirigidos al estudio de la óptica se descubrió un nuevo modo de empleo para la luz llamado rayo láser. El cual es usado con mayores resultados dentro del área de las telecomunicaciones, y cuando descubrieron que era posible enviar mensajes con altas velocidades y con una amplia cobertura. Sin embargo no existía un conducto para hacer viajar los fotones originados por el láser.

Realizaron varios intentos por tratar de dirigir el rayo de luz dentro de una trayectoria recta tubo de fibra hasta que en 1820, Augustin-Jean Fresnel realizo las ecuaciones y pruebas de laboratorio en las cuales logro la captura de la luz dentro de un conducto de cristal liso. Esto se complemento con los estudios y conocimientos y obra de D. Hondros y Peter Debye quien en 1910. El físico irlandés John Tyndall observo que la luz se podía transportar en el interior de los materiales curvándose por el efecto de la reflexión interna y fue hasta 1870 cuando presentó sus descubrimientos en un congreso ante los miembros de la Real Sociedad de la física. A partir de este principio del físico se llevaron a cabo varios estudios por medios de los que demostraron las cualidades del cristal como medio de transmisión a grandes distancias. Además se implementaron una serie de procedimientos basados en el principio para poder iluminar corrientes del agua en fuentes públicas. Más tarde, J. L. Baird patento la utilización de tubos de vidrio grueso y sólidos en la trasmisión de luz para su empleo en un sistema de televisión de colores. Pero el gran problema en ese tiempo es que las técnicas y los materiales usados no lograban la trasmisión de luz con buenos resultados. Las pérdidas ópticas eran demasiado grandes y no había dispositivos que lograran un acoplamiento óptico.

La medicina fue una de las primeras áreas en usar la fibra óptica y fue emplear un laser de fibra para la transmisión de imágenes del interior del cuerpo humano a un monitor conocido tiempo después como endoscopio médico. Este descubrimiento usando la fibra óptica se consiguió un endoscopio semiflexible el cual era de gran ayuda en esos tiempos y el cual fue patentado por la Universidad de Michigan en 1956. Este fue uno de los primeros inventos y se usaron unas nuevas fibras forradas (un poco robusto) con un material de bajo índice de refracción ya que antes se impregnaban con aceites o ceras. En esta misma época se empezaron a utilizar filamentos delgados como el pelo que transportaban luz a distancias cortas tanto en la industria como en la medicina de forma que la luz podía llegar a lugares que de otra forma serían inaccesibles. El único problema era que esta luz perdía hasta el 99% de su intensidad al atravesar distancias de hasta de 9 metros de fibra.

1.2.2 Avances tecnológicos de la fibra óptica

En los años 80's eran buenas las mejores de las fibras pero eran tan transparentes que una señal dentro de una fibra podía viajar 200 kilómetros antes de requerir inyectarle potencia nuevamente. Pero esta característica de las fibras ópticas con este grado de transparencia no se podían fabricar usando métodos tradicionales. El gran avance se

sucedió hasta cuando se notaron que el cristal de sílice puro sin ninguna impureza de metal que absorbiese luz solamente se podía fabricar con otro procedimiento el cual consistía en la fabricación directamente a partir de componentes de vapor evitando de esta forma la contaminación que inevitablemente resultaba del uso convencional de los crisoles de fundición. El progreso se centraba ahora en seleccionar el equilibrio correcto de componentes del vapor y optimizar sus reacciones. La tecnología en desarrollo se basaba principalmente en el conocimiento de la termodinámica química una ciencia perfeccionaba por tres generaciones de químicos.

Fue tanto el auge de la fibra óptica en las telecomunicaciones que pronto los cables atravesaron los océanos para interconectar los continentes del mundo. El primer enlace de fibra óptica transoceánico que conecto dos continentes es el TAT-8 que comenzó a operar en 1988 en esta fibra se uso un cristal muy transparente y puro que los amplificadores para regenerar las señales se podían colocar a distancias de más de 64 kilómetros. Posteriormente se instalo otro cable transatlántico duplicó la capacidad del primero tanto en distancia como en capacidad de fibras. Ahora los cables que cruzan los océanos también han entrado en funcionamiento y ya no hay limitantes de distancias. Desde que probaron la fibra en el mar y vieron los buenos resultados se ha empleado fibra óptica en multitud de enlaces transoceánicos o entre ciudades y paulatinamente se va extendiendo su uso desde las redes troncales de las operadoras de telecomunicaciones hacia los usuarios finales, mas adelante en otro subtema de esta tesis veremos los cables ópticos submarinos que interconectan a México con otros países.

El cable óptico submarino, hoy en día por sus características como son: sus mínimas pérdidas de señal y su óptimo ancho de banda de la fibra óptica puede ser usado a distancias más largas que los cables de cobre. También la fibra por su peso mínimo y tamaño pequeño la hace que uno de los mejores y útiles dentro de este rubro y en entornos donde el cable de cobre sería impracticable.

1.3 Convertidores de fibra óptica a Unshielded Twisted Pair

Para poder realizar una transmisión por fibra óptica hace tiempo se era necesario contar con dos hilos de fibra óptica para realizar una comunicación bi-direccional es decir en ambos sentidos: TX (transmisión) y RX (recepción) pero en la actualidad con los avances de la tecnología e innovaciones en las telecomunicaciones ahora es posible por medio de una misma fibra realizar una comunicación bidireccional por medio de un convertidor de medio (CM) ver la figura 1.4, el cual es posible poder conectar un cable UTP al CM y este transporta la señal óptica por medio de un solo hilo de fibra hasta el otro extremo e iniciar la comunicación.

Los convertidores de Ethernet⁴ o UTP a fibra permiten establecer comunicaciones de equipos que tengan puertos para UTP Ethernet de cobre a través de un enlace de fibra óptica para aprovechar las ventajas de la fibra.



Figura 1.4 Convertidor de medio UTP a Fibra óptica.

Ventajas al utilizar conversores de medios

- Ampliación de los enlaces para cubrir distancias mayores mediante cable de fibra óptica
- Protección de datos frente al ruido y las interferencias
- Preparación de su red para el futuro con capacidad de ancho de banda adicional

Las transmisiones por Ethernet de cobre tienen ciertas limitaciones en la transmisión de datos de tan sólo una de las principales es que solo permite 100 metros cuando se utiliza cable UTP (par trenzado no blindado). Mediante el uso de una solución de conversión de Ethernet a fibra, ahora es posible utilizar cable de fibra óptica para ampliar este enlace y cubrir una mayor distancia.

Otra ventaja para utilizar un convertidor de UTP a fibra óptica es cuando existe un alto nivel de interferencias electromagnéticas, un fenómeno bastante habitual en plantas industriales. Estas interferencias pueden provocar interrupciones en los enlaces Ethernet de cobre. Sin embargo, los datos transmitidos a través de cable de fibra son completamente inmunes a este tipo de ruido. En consecuencia, un convertidor de Ethernet a fibra le permite interconectar sus dispositivos Ethernet de cobre a través de fibra, lo que garantiza una transmisión de datos óptima en toda la planta por grande que sea.

Ventajas de los convertidores de Ethernet a fibra

- Protegen su actual inversión en hardware Ethernet de cobre.

⁴ **Ethernet** es un estándar del modelo OSI de la capa física con acceso al medio establece los estándares usado en redes. En otras palabras define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos.

- Le proporcionan flexibilidad para incorporar fibra puerto por puerto.
- Le permiten disfrutar de las ventajas de la fibra sin tener que emprender cambios globales.
- Fast Ethernet o Gigabit Ethernet a multimodo o modo sencillo.
- Enlaces de Ethernet a fibra y de fibra a Ethernet.
- Creación de conexiones de cobre-fibra con conmutadores de fibra.

Los tipos de convertidores de medio de UTP a fibra más adecuados para aplicaciones de grandes empresas y de proveedores de servicios ofrecen un procesador incorporado que supervisa continuamente que tanto las conexiones de cobre como las de fibra funcionen correctamente. Esta funcionalidad, generalmente conocida como "Link Passthrough" (o de paso de enlace), supervisa el estado del enlace hasta los dispositivos finales para garantizar que todos los puntos de extremo conozcan si el enlace completo está en funcionamiento o no lo está. Algunos productos conversores de medio carecen de esta sofisticación y simplemente muestran el enlace como activo aunque el dispositivo de cobre remoto esté caído o el enlace de fibra esté roto y así poder alertar al sistema de monitoreo de la red.

El grosor del filamento de una fibra es comparable al grosor de un cabello humano, es decir aproximadamente de 0.1 mm. En cada filamento de fibra óptica podemos apreciar 3 componentes:

- La fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor: fibra óptica.
- El detector de luz: fotodiodo⁵.

Las fibras ópticas se pueden utilizar con LAN, así como para transmisión de largo alcance aunque derivar en ella es más complicado que conectarse a una Ethernet. La interfaz en cada computadora pasa la corriente de pulsos de luz hacia el siguiente enlace y también sirve como unión T para que la computadora pueda enviar y recibir mensajes.

Como se sabe en la transmisión de datos por fibra óptica un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Éste sistema de transmisión tendría fugas de luz y sería inútil en la práctica excepto por un principio interesante de la física. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, el rayo se refracta (se dobla) entre las fronteras de los medios.

El índice de refracción de la fibra óptica depende de las características físicas de los dos medios (en particular de sus índices de refracción). Para ángulos de incidencia por encima de cierto valor crítico la luz se refracta de regreso; ninguna función escapa hacia el otro medio de esta forma el rayo queda atrapado dentro de la fibra y se puede propagar

⁵ El **fotodiodo** es un dispositivo que conduce una cantidad de corriente eléctrica proporcional a la cantidad de luz que lo incide (lo ilumina). se puede utilizar como dispositivo detector de luz, pues convierte la luz en electricidad.

por muchos kilómetros virtualmente sin pérdidas. Como se muestra en la figura 1.5 como se puede ver la secuencia de transmisión.

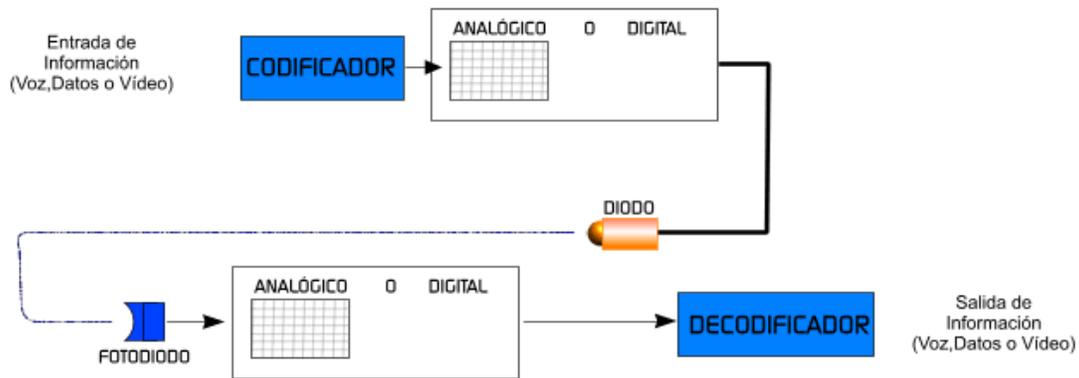


Figura 1.5 Secuencia de transmisión pulso eléctrico a digital.

1.3.1 Estructura de la fibra óptica

Para entender como viajan los rayos de luz dentro de la fibra óptica, pueden ingresar al núcleo con un ángulo si es que este se encuentra dentro de la apertura numérica de la fibra. Asimismo una vez que los rayos han ingresado al núcleo de la fibra hay un número limitado de recorridos ópticos que puede seguir un rayo de luz a través de la fibra, en la figura 1.6 se muestran las características físicas principales de la estructura de la fibra óptica.

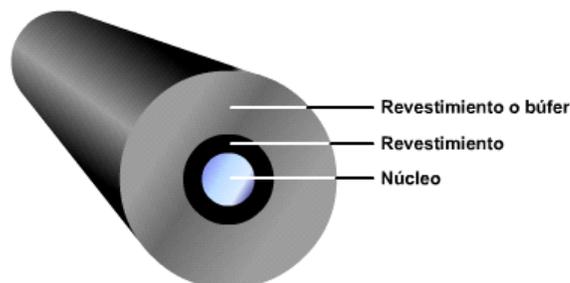


Figura 1.6 Características físicas principales de una fibra óptica.

Fibra Multimodo

Los rayos de la luz viajan en el interior de la fibra por la parte central llamada núcleo de la fibra. A estos recorridos de la luz dentro de la fibra reciben el nombre de modos. La cantidad de modos depende del diámetro del núcleo de la fibra, si es lo suficientemente grande como para permitir varios trayectos que la luz pueda recorrer a lo largo de la fibra, esta fibra recibe el nombre de fibra "multimodo". La fibra monomodo tiene un núcleo mucho más pequeño que permite que los rayos de luz viajen a través de la fibra por un solo modo, en la siguiente figura 1.7 se muestran las características de las fibras Monomodo y Multimodo.

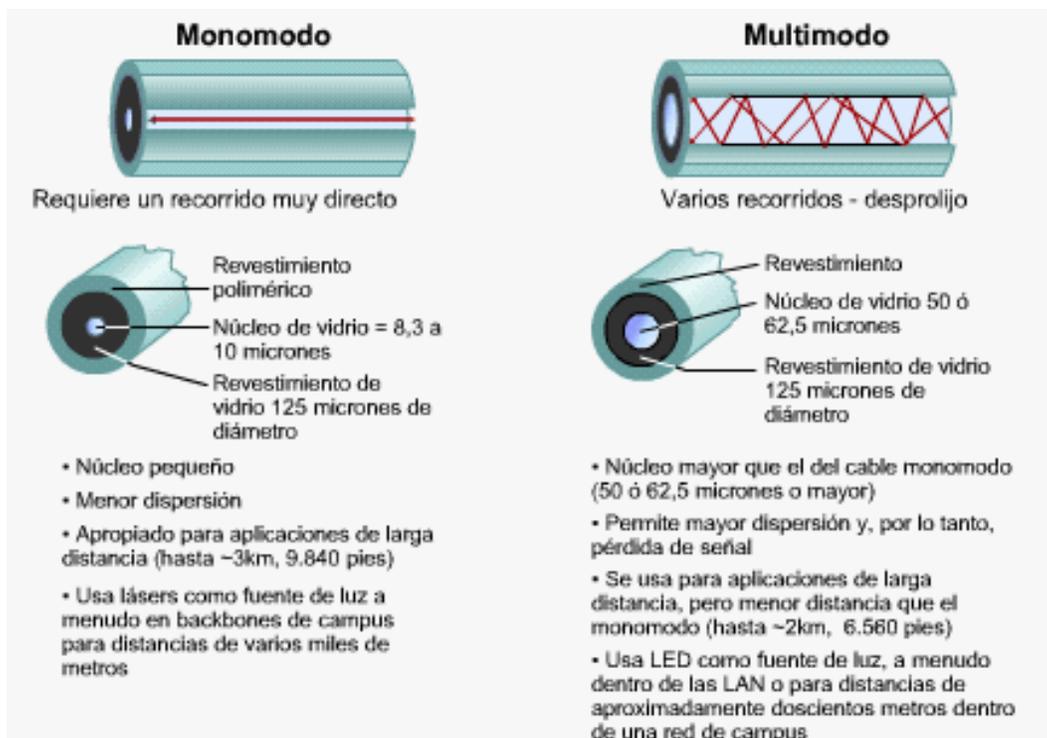


Figura 1.7 Características y diferencias entre las fibras Monomodo y Multimodo.

Cada cable de fibra óptica está compuesto de un número determinado de fibras de vidrio envueltas en revestimientos separados. Una fibra transporta los datos transmitidos desde un dispositivo "A" a un dispositivo "B". La otra transporta los datos desde el dispositivo B hacia el dispositivo A.

Las partes principales partes de un cable de fibra óptica son las siguientes: el núcleo, el revestimiento, un amortiguador (bufer), un material resistente (fibra de aramido) y un revestimiento exterior (envoltura) como se muestra en la figura 1.8 y 1.9.

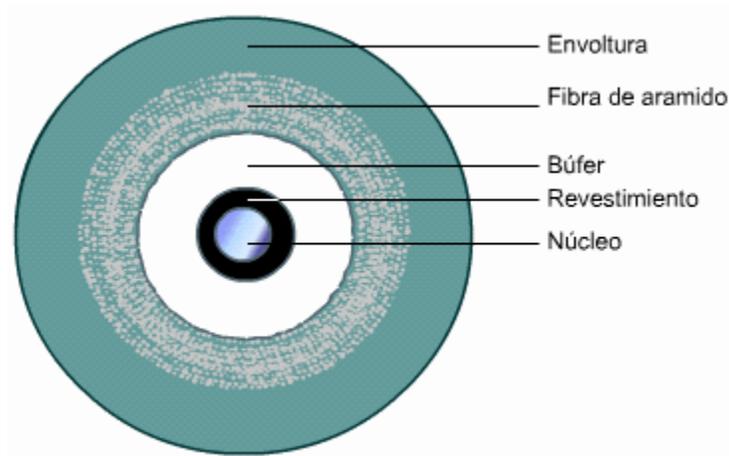


Figura 1.8 Partes de una fibra óptica vista frontal.

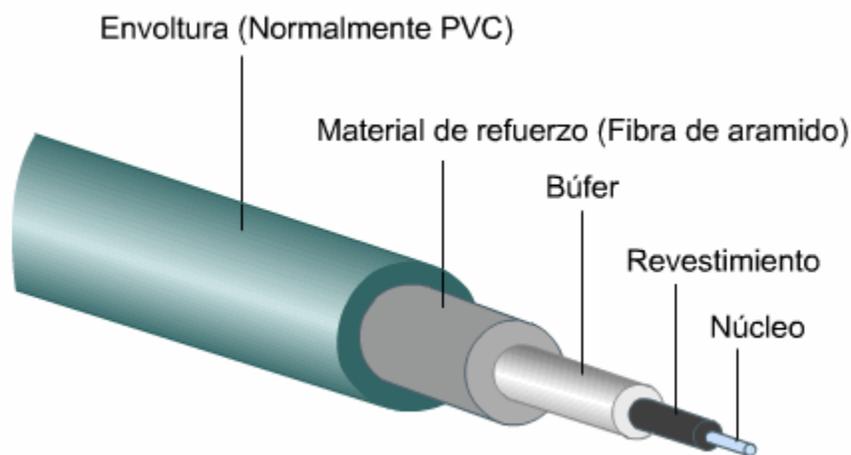


Figura 1.9 Partes de una fibra óptica vista lateral.

El núcleo parte central de la fibra óptica y se encarga de transmitir las señales de la luz en el centro de la fibra óptica. Todas las señales luminosas viajan a través del núcleo. El núcleo es en general vidrio fabricado de una combinación de dióxido de silicio (sílice) y otros elementos. La fibra multimodo usa un tipo de vidrio denominado vidrio de índice graduado para su núcleo.

El vidrio de la fibra óptica cuenta con un índice de refracción mucho menor hacia el borde externo del núcleo. De esta manera, el área externa del núcleo es ópticamente menos densa que el centro y la luz puede viajar más rápidamente en la parte externa del núcleo. Se utiliza este diseño porque un rayo de luz que sigue un modo que pasa directamente

por el centro del núcleo no viaja tanto como un rayo que sigue un modo que rebota en la fibra. Todos los rayos deberían llegar al extremo opuesto de la fibra al mismo tiempo. Entonces el receptor que se encuentra en el extremo de la fibra recibe un fuerte flash de luz y no un pulso largo y débil.

El núcleo está cubierto por un revestimiento el cual se encuentra fabricado con sílice en su mayor porcentaje pero con un índice de refracción menor que el del núcleo. Los rayos de luz que se transportan a través del núcleo de la fibra se reflejan sobre el límite entre el núcleo y el revestimiento a medida que se mueven a través de la fibra por reflexión total interna.

Las redes LAN utilizan con más frecuencia los cables de fibra óptica multimodo por las características que este ofrece. Un cable del tipo de esta fibra óptica multimodo utiliza una fibra óptica con núcleo de 62,5 ó 50 micrones y un revestimiento de 125 micrones de diámetro. A menudo recibe el nombre de fibra óptica de 62,5/125 ó 50/125 micrones. Un micrón es la millonésima parte de un metro (1 μ).

Para poder evitar que se dañe la fibra interna se utiliza un material resistente el cual cubre los tubos de la fibra evitando que el cable se estire cuando realizan la instalación del mismo y el material utilizado es en general Kevlar⁶ el mismo material que se utiliza para fabricar los chalecos a prueba de bala.

Por último tenemos al revestimiento exterior o final este elemento cubre al cable su función es proteger la fibra de la abrasión, solventes, de los roedores y demás contaminantes. El color del revestimiento exterior de la fibra multimodo es en general anaranjado, pero a veces es de otro color.

Los Diodos de Emisión de Luz Infrarroja (LED) o los Emisores de Láser de Superficie de Cavidad Vertical (VCSEL) son dos tipos de fuentes de luz utilizadas normalmente con fibra multimodo. Se puede utilizar cualquiera de los dos. Los LED son un poco más económicos de fabricar y no requieren tantas normas de seguridad como los láseres. Sin embargo, los LED no pueden transmitir luz por un cable a tanta distancia como el láser. La fibra multimodo (62,5/125) puede transportar datos a distancias de hasta 2000 metros (6.560 pies).

1.3.2 Clasificación por funcionalidad

Fibra monomodo

La fibra monomodo es una de las más utilizadas en enlaces de larga distancia y generalmente el revestimiento exterior de la fibra es de color amarillo. La mayor diferencia

⁶ El **Kevlar** poli-para-fenileno, un nylonlike polymer polímero, se puede hacer un proceso sólido, resistente, rígido, alto punto de fusión de fibras, cinco veces más fuerte que el acero por peso, se utiliza en los neumáticos radiales, el calor o materiales resistentes al fuego, ropa antibalas. Etc.

entre la fibra monomodo y la multimodo es que la monomodo permite que un solo modo de luz se propague a través del núcleo de menor diámetro de la fibra óptica. El núcleo de una fibra monomodo tiene de ocho a diez micrones de diámetro. Los más comunes son los núcleos de nueve micrones.

En los cables de fibra óptica aparece grabado 9/125 esto se refiere a que el núcleo de la fibra tiene un diámetro de 9 micrones y que el revestimiento que lo envuelve tiene 125 micrones de diámetro.

En una fibra monomodo se utiliza un láser infrarrojo como fuente de luz. El rayo de luz que el láser genera ingresa al núcleo en un ángulo de 90 grados, como consecuencia los rayos de luz que transportan datos en una fibra monomodo son básicamente transmitidos en línea recta directamente por el centro del núcleo, esto aumenta en gran medida tanto la velocidad como la distancia a la que se pueden transmitir los datos.

Por la forma de su composición interna la fibra monomodo transmite a velocidades mayores los datos con un ancho de banda mayor y recorren mayores distancias de tendido de cable que la fibra multimodo. La fibra monomodo puede transportar datos de LAN a una distancia de hasta más de 3000 metros. Aunque está distancia se considera un estándar, nuevas tecnologías han incrementado esta distancia y serán discutidas en un módulo posterior.

La fibra multimodo para transmitir su información utiliza LED sólo puede transportar datos hasta una distancia de 2000 metros. Las fibras monomodo para transmitir los datos utilizan laser transporta hasta 50 y 60 kilómetros.

Advertencia

La luz de láser que se utiliza con la fibra monomodo tiene una longitud de onda mayor que la de la luz visible. El láser es tan poderoso que puede causar graves daños a la vista.

Nunca se debe mirar directamente al interior del extremo de una fibra conectada a un dispositivo en su otro extremo.

Es muy peligroso mirar directamente hacia el interior del puerto de transmisión en una NIC, switch o router. Recuerde mantener las cubiertas protectoras en los extremos de la fibra e insertarlos en los puertos de fibra óptica de switches y routers. Tenga mucho cuidado.

La figura 1.10 compara los tamaños relativos del núcleo y el revestimiento para ambos tipos de fibra óptica en distintos cortes transversales. Como la fibra monomodo tiene un núcleo más refinado y de diámetro mucho menor tiene mayor ancho de banda y distancia de tendido de cable que la fibra multimodo. Sin embargo tiene mayores costos de fabricación.

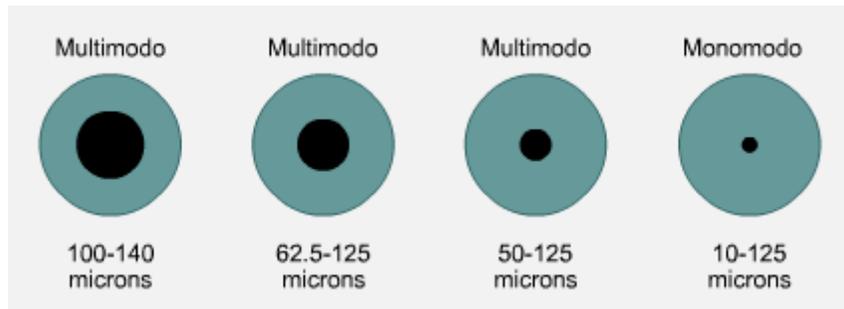


Figura 1.10 Tamaños relativos del núcleo y el revestimiento de la fibra óptica.

Multimodo de índice escalonado

Los materiales del núcleo y el revestimiento tienen diferentes índices de refracción pero uniforme en cada material, como se muestra en la figura 1.11.

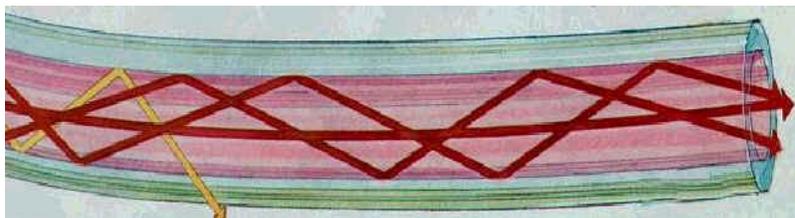


Figura 1.11 Multimodo índice escalonado.

Multimodo de índice gradual

El índice de refracción disminuye gradualmente desde el centro del núcleo hasta el revestimiento, como se muestra en la figura 1.12.

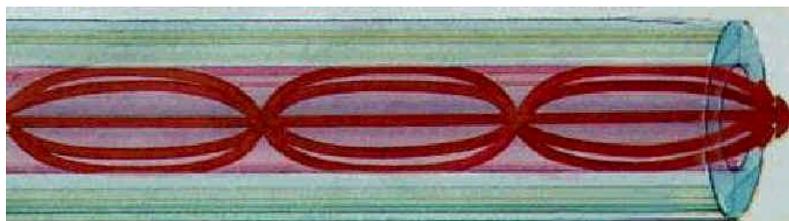


Figura 1.12 Multimodo índice gradual.

Monomodo de índice escalonado

El diámetro del núcleo se reduce al tamaño de una sola longitud de onda (3 a 10 μm) a fin de que toda la luz se propague sin dispersarse, como se muestra en la figura 1.13.

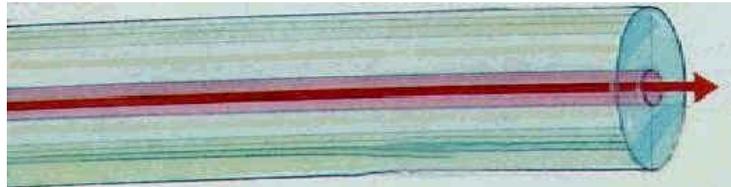


Figura 1.13 Monomodo índice escalonado.

1.4 Índice de refracción

$$n \cdot \text{sen}(\alpha) = n' \cdot \text{sen}(\alpha')$$

Para explicar esta fórmula podemos ver que el índice (n_1) de refracción del primer medio puede ser cualquiera, por el seno del ángulo (sen) con el que incide la luz en el segundo medio cualquiera que sea, es igual al índice (n_2) del segundo medio por el seno del ángulo con el que sale propagada la luz en el segundo medio. Lo que podemos ver con esta la fórmula de esta ley es que dados dos medios con índices n y n' si el haz de luz incide con un ángulo mayor que un cierto ángulo límite (que se determina con la anterior ecuación) el haz siempre se reflejara en la superficie de separación entre ambos medios. De esta forma se puede guiar la luz de forma controlada tal y como se ve en la figura 1.17b, y podemos observar de forma esquemática como se guía la luz dentro de la fibra óptica.

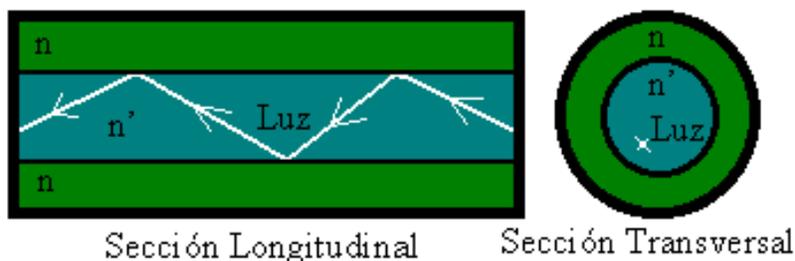


Figura 1.17b Como viaja la luz controlada dentro de una fibra óptica.

Si vemos la figura anterior observamos como un material (cualquiera) envolvente con índice n y un material interior con índice n' . De forma que se consigue guiar la luz por el

cable de fibra óptica. Por lo tanto en un cable de este tipo en el que los materiales son mucho más económicos que los convencionales de cobre en telefonía, de hecho son materiales ópticos mucho más ligeros (fibra óptica lo dice el nombre) y además los cables son mucho más finos, de modo que pueden ir muchos más cables en el espacio donde antes solo iba un cable de cobre.

Debido a los materiales que utilizan en la fabricación de la fibra óptica, se puede guiar la luz con mejores resultados en varios aspectos. A esto le podemos añadir que en la fibra óptica la señal no se pierde tan fácil y no sufre de atenuaciones tan grandes como en el cobre ya que en las fibras no se pierde información por refracción o dispersión de luz consiguiéndose así buenos rendimientos. En el cobre sin embargo las señales se ven atenuadas por la resistencia del material a la propagación de las ondas electromagnéticas de forma mayor. Además se pueden emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguirlas lo que en telefonía se llama unir o multiplexar diferentes conversaciones eléctricas. También se puede usar la fibra óptica para transmitir luz.

Una de las condiciones más importantes para que la fibra óptica pueda confinar la luz en el núcleo y guiarla es:

$$n_1 > n_2$$

A continuación en este capítulo vamos a explicar y describir los mecanismos de propagación se usará la óptica geométrica. Se basa en que la luz se considera como rayos angostos, donde la reflexión ocurre en la frontera de dos materiales de índices de refracción diferentes.

En el vacío las ondas electromagnéticas se propagan con la velocidad de la luz 299.792.456 km/seg.

En el aire se puede aproximar a:

$$c = 300,000 \text{ km/seg.}$$

Si se tiene un material con distinto índice de refracción al del aire, su velocidad será ligeramente distinta a la de la luz dependiente de n

Relación que puede escribirse “ $n=c/v$ “

Donde:

c = es la velocidad de la luz (3.000.000.000 m/s) en el aire

v = es la velocidad de la luz en un material específico.

n = índice de refracción

Cuando un rayo incide en la frontera entre dos medios con diferentes índices de refracción el rayo incidente será refractado con distinto ángulo, según la ley de refracción de Snell.

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

De donde

$$n_2 \text{sen } \theta_2 = n_1 \text{sen } \theta_1$$

n_1 = índice de refracción del material 1 (adimensional)

n_2 = índice de refracción del material 2 (adimensional)

θ_1 = es el ángulo de incidencia (grados)

θ_2 = es el ángulo de refracción (grados)

v_1 = velocidad en el material 1

v_2 = velocidad en el material 2

La representación de la ley de Snell se muestra en la figura 1.18 que se encuentra a continuación.

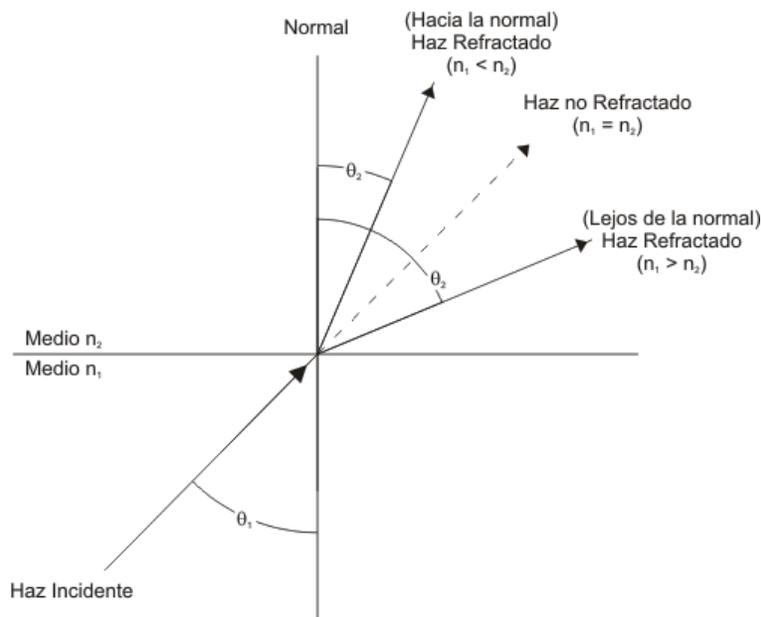


Figura 1.18 Muestra el haz Refractado en el cambio de medio.

El límite entre los dos medios, el rayo incidente se refracta hacia la normal o lejos de ella dependiendo si n_1 es menor o mayor que n_2 .

Esto es sencillo de explicar si un rayo entra de un medio menos denso (índice refractivo más bajo) a otro más denso (índice refractivo más alto) ($n_1 < n_2$), el rayo se refracta con un ángulo menor con respecto a la perpendicular de la frontera.

En el caso contrario cuando un rayo incide de un medio más denso hacia otro menos denso, el rayo se refracta con un ángulo mayor con respecto a la perpendicular de la frontera.

Ángulo crítico

Este ángulo se presenta en el caso que los rayos se alejen de la normal cuando entran en un medio menos denso, el ángulo de incidencia, denominado ángulo crítico, resulta cuando el rayo refractado forma un ángulo de 90° con la normal, (superficie de separación entre ambos medios). Figura 1.19 Si el ángulo de incidencia se hace mayor que el ángulo crítico, los rayos de luz serán totalmente reflejados.

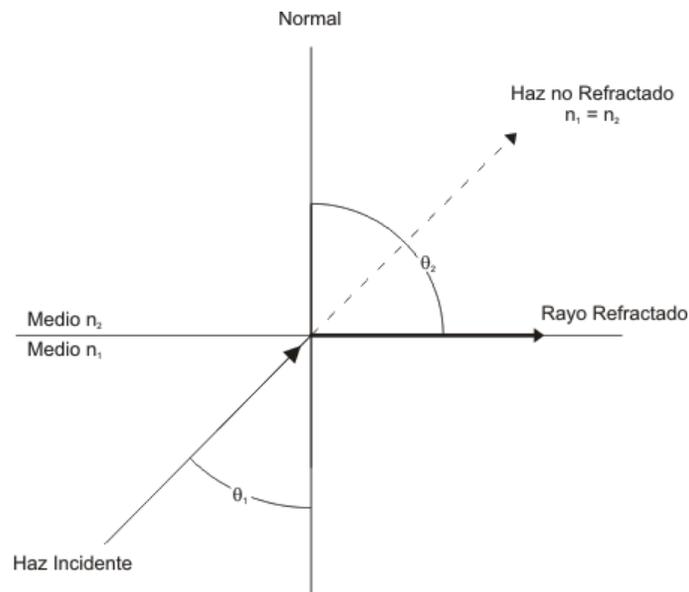


Figura 1.19 Ángulo crítico.

Por Snell

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$$

$$\text{Si } \theta_2 = 90^\circ$$

$$\theta_1 = \theta_c = \text{ángulo crítico}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

Entonces para $\theta_1 > \theta_c \Rightarrow$ reflexión total

Índices de refracción de varios materiales se indican en la siguiente relación.

| MEDIO | INDICE DE REFRACCION |
|-------|----------------------|
| Vacío | 1.0 |
| Aire | 1.0003 |
| Agua | 1.33 |

| | |
|-----------------|----------|
| Alcohol etílico | 1.36 |
| Cuarzo fundido | 1.46 |
| Fibra de vidrio | 1.5-1.9 |
| Diamante | 2.0-2.42 |
| Silicio | 3.4 |
| Galio Arsenuro | 3.6 |

El ángulo crítico considerando el aire y el vidrio será:

Para el aire $n_2 = 1$

Vidrio $n_1 = 1.5$

$$1.5 \operatorname{sen} \theta_1 = 1$$

$$\theta_1 = 41.8^\circ$$

Ejemplo:

Si el medio 1 es vidrio y el medio 2 alcohol etílico. Para un ángulo de incidencia de 30° , determine el ángulo de refracción.

De la tabla

$$n_1 (\text{vidrio}) = 1.5$$

$$n_2 (\text{alcohol etílico}) = 1.36$$

$$\frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen} \theta_1 = \operatorname{sen} \theta_2$$

$$\frac{1.5}{1.36} \operatorname{sen} 30 = 0.5514 = \operatorname{sen} \theta_2$$

$$\theta_2 = \operatorname{sen}^{-1} 0.5514 = 33.47^\circ$$

1.5 Evolución de los cables de fibra óptica en las telecomunicaciones

Cada día es más frecuente el uso la fibra óptica en las telecomunicaciones, debido a su magnífico desempeño y con el uso del laser evitando las interferencias y la gran capacidad de ancho de banda al transportar información de un lugar a otro sin importar la distancia. En las redes de locales, hoy funcionan muchas redes de fibra para comunicación de larga distancia incluso entre continentes o para comunicar países. Una de las características por lo cual son utilizados estos cables es la distancia que puede recorrer la luz antes de necesitar ser regenerada o de un repetidor. Con las mejoras a los cables de fibra óptica las distancias entre repetidores o regeneradores son de unos 90 km. En comparación con los medios guiados por cobre que son de unos 2.5 km.

Su aplicación cada vez con más frecuencia en enlaces de cualquier tipo y el éxito de la fibra ahora es utilizada en redes LAN. En estas redes conectan estaciones de trabajo o impresoras, hubs, servidores. Con esta configuración aumenta la productividad de los equipos y empleados y pueden incorporar nuevas estaciones de trabajo sin problema alguno.

Los cables que unieron los continentes hace años son telegráficos estos son submarinos fueron instalados en hace muchos años. Les han sucedido los cables coaxiales, para realizar conversaciones telefónicas.

Los primeros cables que cruzaron los océanos fueron de telégrafos y en 1954 un cable coaxial que unió al Atlántico, por el cual pasaron menos de 50 llamadas telefónicas. Desde ese tiempo las fibras ópticas se han posesionado dentro de las comunicaciones como uno de los mejores medios de transmisión con solo dos fibras de vidrio tan delgado como un cabello, que transportan la comunicación por medio de luz (laser) pueden llegar a pasar 500,000 llamadas simultáneamente entre dos continentes, es decir a una distancia de 6.000 a 10.000 km.

Las fibras se fabrican de materiales que abundan en la naturaleza uno de estos es el sílice suficientemente puro para transportar la luz a grandes distancias se ha ido abriendo camino desde finales de los años 60. El fundamento: la luz enviada por el interior de la fibra viaja por el centro del núcleo y se refleja en el vidrio cuando choca en el interior, por este motivo la luz siempre es guiada en el interior de la fibra hasta llegar al otro extremo, no importando que el cable tenga curvas o dobles, sin embargo no fue hasta mediados de los años setenta donde realizaron una serie de investigaciones y los resultados indicaban que sí se podía confinar un haz de luz en una fibra de vidrio y flexible.

Pero con todos los avances de la fibra en las comunicaciones se tenía un problema por el cual no se lograba el mejor desempeño debido a que las fibras absorbían parte de la luz que era emitida por el laser. Para la comunicación práctica la fibra óptica debe transmitir señales luminosas por muchos kilómetros. El vidrio común tiene problemas ya que su haz luminoso es de solo algunos metros. Se han desarrollado aleaciones para crear nuevos vidrios muy puros y mejores transparencias que la del vidrio normal, la concretización de esta solución requirió de nuevas técnicas y de tiempo así como de innovaciones tecnológicas. En cuanto a los emisores de laser igualmente se han realizado cambios, se

han tenido que desarrollar láser tan pequeño como los diodos-láser y dispositivos de recepción (fotodiodos). Durante mucho tiempo las telecomunicaciones a larga distancia eran los enlaces de radio por satélite, con el paso del tiempo estos enlaces fueron la mejor opción hasta que en los años 80's la gran mayoría de enlaces son de fibra óptica, en la actualidad la mayor parte de las telecomunicaciones entre continentes se realizan a por medio de cables de fibra óptica submarinos los cuales trabajan a grandes profundidades sin problema y son los responsables de comunicar a todo el mundo. De este modo las fibras ópticas se convirtieron en el medio de transmisión más usado en todo el mundo y las diferentes redes y han dejado a un lado a los cables coaxiales. Y para las comunicaciones esta avance se ve reflejado en los 0.4 segundos de retraso que tenían antes las transmisiones vía satélite, que se observaba principalmente en una transmisión entre continentes que llegaba las imágenes desfasadas.

Características técnicas

La fibra es el medio más utilizado en las comunicaciones y en la transmisión de voz, datos, video de forma digital o análoga. Las ondas electromagnéticas en el interior de la fibra viajan a velocidades similares a las de la luz.

La capacidad enviar y recibir la información a través de la fibra óptica tiene tres características principales:

- 1) Del diseño geométrico de la fibra puede ser monomodo o multimodo.
- 2) De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración. (Diseño óptico), puede ser de silicio, carbón, etc.
- 3) De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.

El tamaño reducido del cable es una gran ventaja sobre otros medios existentes. Un cable de 10 fibras ópticas cuenta con un diámetro aproximado de 8 o 12 mm. Y proporciona mucho más información que un coaxial.

El peso del cable no se compara con el peso de los cables de cobre ya que es muy inferior, convirtiendo esto en su fácil manejo e instalación.

El sílice es uno de los materiales con que se elabora la fibra óptica y tiene características muy interesantes por las cuales es ampliamente seleccionado, referente a la temperatura se funde a 600C. La F.O. presenta un funcionamiento uniforme desde -550 C a +125C sin degradación de sus características, una gran cantidad de fibras ópticas se fabrican de arena o sílice compuesto abundante en la tierra y muy económico si lo comparamos con el cobre. Con 100 kilos de vidrio fabricado a base de arena se puede obtener aproximadamente 45 kilómetros de fibra óptica.

La fibra es un conducto muy delgado como si fuera una manguera por donde pasas el agua, el material del cual está compuesto es vidrio o de plástico con diámetro que va desde los 8 a 62 micras, (una micra es una millonésima parte del metro) de diámetro interior o núcleo y de 125 micras de diámetro exterior, la cubierta que rodea y protege al núcleo es un forro o funda de plástico llamado tubo holgado y sirve para proteger del agua

y otros materiales, tienen otras protecciones mecánicas que la protegen del entorno de los roedores y aplastamiento, ver figura 1.20.



Figura 1.20 Cable de fibra óptica.

Características mecánicas

Las características como elemento de tracción de la fibra óptica es un componente resistente ubicado en el interior de un cable y está formado por una agregación de varias de ellas no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa. Casi es común encontrar la fibra óptica instalada en la intemperie donde hay elementos agresivos y requiere de una protección eficiente y evitar que los agentes o contaminantes lleguen al núcleo. Con el paso del tiempo se han realizado investigaciones sobre componentes optoelectrónicos y fibras ópticas y han logrado mejoras al funcionamiento de los sistemas y calidad. Es necesario contar con cubiertas y protecciones de mayor eficiencia y logren proteger a la fibra. Para lograr un 100% de la protección no solo es proteger sino también cuidar la curvatura y micro curvatura del cable, la resistencia a golpes aplastamientos y las características de físicas como puede ser el envejecimiento o deterioro, las micro-curvaturas y tensiones se determinan por medio de las pruebas de:

Tensión: Esta característica es cuando el cable de fibra se estira o contrae y pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen micro curvaturas.

Compresión: Es el esfuerzo que sufre el cable de forma transversal.

Impacto: Es la resistencia con que cuenta el cable y las protecciones del cable óptico.

Enrollamiento: Existe siempre un límite el cual depende del diámetro y por norma es enrollar con un radio de 10 veces su diámetro del cable, pero la existencia del forro exterior no deja que se doble más de lo permitido.

Torsión: Es el esfuerzo lateral y de tracción.

Térmicas: Estas limitaciones se refieren a las altas temperaturas que sea expuesto el cable y no afectar la operación de la fibra ya que está fabricada de vidrio o a partir de materiales sintéticos.

1.6 Ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión

Medios de transmisión

El medio de transmisión hablando de telecomunicaciones es el conducto o canal por donde se va a lograr la conexión de dos puntos A y B o entre dos terminales en un sistema. Las transmisiones se logran normalmente utilizando ondas electromagnéticas que viajan a través del canal, tienen diferente longitud de onda pero el mismo principio.

No siempre el canal es un medio físico, puede ser también por medio de las ondas electromagnéticas y estas viajan en el vacío.

Los medios de transmisión más comunes y más utilizados en las redes de comunicaciones se enlistan a continuación, el cable UTP par trenzado de cobre, el cable coaxial, el cable de fibra óptica, medio inalámbrico (utilizando el espectro electromagnético).

Características de los medios de comunicación

Los medios de transmisión tienen varias características vamos a ver algunas de las más fundamentales como la distorsión al enviar el mensaje, la velocidad de transmisión en bps, el ancho de banda, en función de la naturaleza del medio las características y la calidad de la transmisión se verán afectadas, el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda en comunicaciones es indicado por los bits por segundo, kilobits por segundo o megabits por segundo Bps, Kbps, Mbps.

El ancho de banda se puede identificar como la cantidad de datos o paquetes que se pueden enviar en un cierto tiempo. Si tenemos una línea normal de 256 kbps. de ancho de banda puede enviar 256000 bits por segundo. Esto se refiere a la tasa de transferencia máxima permitida en ese canal, esto es un ejemplo de ancho de banda estrecho y un ancho de banda ancha es un E1 (2.048 Mbps) que puede ser utilizada como salida a internet por una empresa.

Cuando se transmiten datos por el modo de banda base estos son entregados directamente del emisor al receptor sin que intervenga ningún proceso entre la generación de la señal y su entrega al destino final.

En transmisiones de datos no es posible mandar datos unidos a una señal de sincronismo. Ya que el receptor del mensaje se sincroniza por medio de las transiciones de pulsos recibidos. Pero si se tiene una larga secuencia de ceros o de unos, la señal se

mantiene constante durante un tiempo bastante largo en la línea y el receptor no sabe identificar el principio y fin de cada bit. Este inconveniente se resuelve con la codificación. En transmisiones en banda base puede producirse una deformación por interferencia entre símbolos, la cual es debido a la superposición parcial de señales que corresponde a cada bit, en muchos casos las redes LAN usan un medio de transmisión compartido. El cable que conecta los equipos lleva una señal a la vez y todos los sistemas se turnan para usarlo. Este tipo de red es llamado Banda Base. Para que una red en banda base sea eficiente en los equipos, los datos enviados en cada transmisión por cada sistema se subdividen en partes más pequeñas que se llaman paquetes. Si se pudiera observar un cable de transmisión en banda base y examinar la forma en que viajan las señales, se veía una sucesión de paquetes generados por varios sistemas y destinados a otros sistemas. Cuando un equipo transmite un mensaje de correo electrónico por ejemplo, este mensaje se puede dividir en varios paquetes y el equipo transmite cada paquete por separado como se muestra en la figura 1.23. Si cuando todos los paquetes que constituyen una transmisión de datos cualquiera que sea al llegar a su destino todos los paquetes, los equipos receptores unen las piezas para formar el mensaje de correo electrónico original. Esta es la base de una conmutación de paquetes.

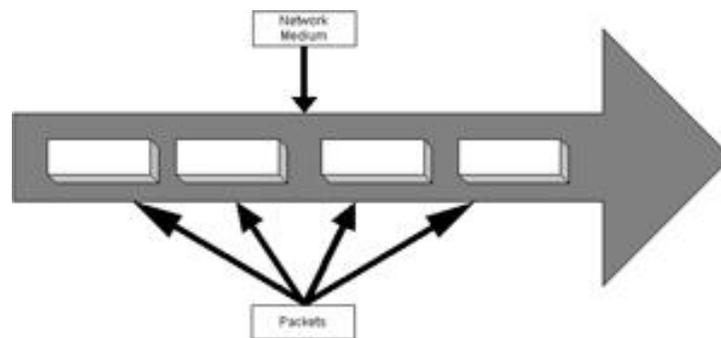


Figura 1.23 Forma de dividir y enviar paquetes de datos por la red.

1.6.1 Ancho de Banda

En las telecomunicaciones se conoce como ancho de banda a la transmisión de datos en donde son enviados al mismo tiempo varios paquetes por un medio cualquiera que sea, con el objeto de hacer más rápida la velocidad de transmisión efectiva. En ingeniería de redes este el ancho de banda se le llama cuando dos o más señales viajan en un mismo medio de transmisión.

Hay servicios de telefonía y datos que ofrecen más velocidad en servicios de línea de abonado digital (Digital Subscriber Line, DSL) se consideran de banda ancha por la información se envía sobre un canal y la voz por otro canal, pero compartiendo el mismo par de cables. Los módems que trabajan a velocidades iguales o mayores a 600 bps también se consideran de banda ancha, pues obtienen velocidades de transmisión efectiva mayores usando muchos canales en donde la velocidad de cada canal se limita a 600 baudios. Este método de transmisión contrasta con la transmisión en banda base, en donde un tipo de señal usa todo el ancho de banda del medio de transmisión, es una tecnología con la cual utilizando módems permite que el tráfico del canal sea a una velocidad extraordinaria por medio de una línea telefónica normal como de cualquier

hogar. Otro beneficio utilizando esta tecnología es poder realizar una conversación por teléfono y al mismo tiempo navegar por Internet.

Si se tiene una red LAN de conmutación de paquetes se puede cambiar a una red de conmutación de circuitos, la cual consiste en donde dos sistemas o redes que necesitan establecer una comunicación por medio de una ruta o red que los conecta (denominada circuito) antes de transmitir la información. Para hacer que la conmutación de circuitos sea eficiente, las compañías de telecomunicaciones o carriers usan redes de banda ancha. Al contrario de una banda base, en la banda ancha se pueden llevar varias señales al mismo tiempo en un solo cable. Esta tecnología se está utilizando en México con la llegada del "Triple Play" donde la misma compañía brinda el servicio de T.V por cable, servicio de telefonía e Internet, se instala un solo cable dentro del hogar del usuario, pero ese único cable lleva las señales para los diferentes servicios y docenas de canales simultáneamente. Si se tiene más de un televisor en el hogar con esta tecnología se puede ver programas distintos en cada uno poder hablar por teléfono y estar conectado en internet simultáneamente. Las tecnologías de banda ancha no son muy utilizadas en las redes de área local, pero son cada vez más utilizadas como solución en redes de área amplia.

Comunicaciones Half-Duplex y Full Duplex

Si dos host o computadoras se comunican en una local, la información se envía normalmente en un solo sentido a la vez, dado que las redes en que usan banda base por las redes LAN admiten solo una señal. Esto se denomina comunicación half-duplex. En cambio dos sistemas que se pueden comunicar al mismo tiempo de modo bidireccional en ambas direcciones, se le llama de modo full-duplex. El ejemplo más claro de una comunicación de red full-duplex es, una llamada telefónica ya que ambas partes pueden hablar simultáneamente durante una llamada telefónica y cada usuario o persona que está participando en la conversación puede oír a la otra a la vez. El ejemplo de un sistema half-duplex es la radio, en el cual solo una persona puede transmitir a la vez y la otra parte esperar a que finalice el primero comúnmente dicen "cambio" para indicar que ha terminado de hablar y espera a oír el mensaje y se convierte ahora en receptor, como se ve en la figura 1.24.

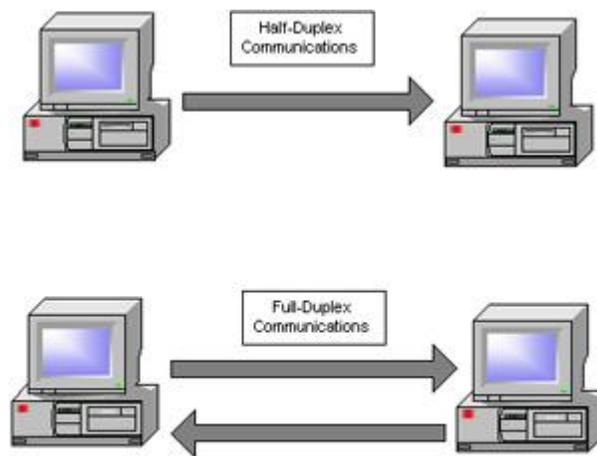


Figura 1.24 Forma de transmitir en Half-Duplex y Full-Duplex.

1.6.2 Medios de Transmisión en las Telecomunicaciones

Todas las redes están conectadas por un cable y otras por una red inalámbrica, que es el medio de transmisión por donde pasa la información de los equipos. Hay una gran variedad de cables de acuerdo a las necesidades y tamaños de las diferentes redes, desde las más pequeñas hasta los corporativos más grandes.

Medios de transmisión guiados

Estos se refieren a los cables de diferentes fabricantes que deben cubrir ciertas características y normas establecidas por organismos internacionales estos cables se pueden agrupar en tres grupos principales que conectan la mayoría de las redes:

Cable coaxial

Cable de par trenzado (apantallado y no apantallado).

Cable de fibra óptica.

Cable de par trenzado

Este cable es de los más usados en las redes LAN y consta de 8 hilos de cobre aislados cada uno del otro por una cubierta plástica y trenzados por pares. Debido a que puede haber acoples entre pares, estos se trenza con pasos diferentes. La utilización del trenzado tiende a disminuir la interferencia electromagnética, este medio o cable es el más utilizado por economía y rendimiento es utilizado en telefonía y datos algunos de sus inconvenientes son baja velocidad de transmisión y la distancia de solo 100 metros de alcance. Se utilizan en velocidades menores a 250 KHz. Aproximadamente.

Es un medio que tiene problemas con las interferencias de campos magnéticos y ruido, por este problema se trenza el cable para evitar las interferencias los hilos del cable se trenzan con su mismo par y se recubre casi siempre con una malla externa para evitar las interferencias principalmente electromagnéticas externas.

Componentes del cable de par trenzado

El cable cuenta con 8 hilos como lo describimos por ser norma internacional 564-A y tiene otros componentes o materiales que se complementan para poder lograr su función principal que es la de transmitir datos, son necesarios unos componentes adicionales para realizar la instalación completa del sistema. Al igual que otros cables necesita de conectores y hardware para su correcta instalación.

Elementos de conexión

El cable UTP se remata en sus extremos con conectores tipo telefónicos RJ-45 (por estándar) para conectar a un equipo de comunicaciones. Este conector es parecido a los conectores telefónicos RJ-11(usado en casa). A simple vista los conectores RJ-11 y RJ-45 parecen idénticos pero existen diferencias importantes entre ellos, el conector RJ-45 contiene ocho conexiones de cable, mientras que el RJ-11 sólo contiene cuatro, como se ve en la figura 1.25. Existe una serie de componentes que ayudan a organizar las grandes instalaciones UTP y a facilitar su manejo.



Figura 1.25 Conector RJ-11 y RJ-45 para cableado estructurado.

Todos los cables de par trenzado tiene las mismas características de fabricación cada proveedor tiene ciertos detalles que los distinguen uno del otro e introduce algunas tecnologías adicionales mientras los estándares de fabricación se lo permitan. El cable está fabricado de un alambre de cobre interno que es el conductor electrolítico recocido, de tipo circular normalmente calibre 24, cubierto por una capa de polietileno de color dependiendo del número que le corresponda.

Los paneles de acoplamiento entre la red LAN y los equipos activos existen en diferentes versiones y van en múltiplos de 12 puertos existen diferentes versiones que admiten hasta 96 puertos y alcanzan velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps.

Clavijas. Este aditamento es donde el usuario conecta su estación de trabajo a la red y hay conexiones de RJ-45 dobles o simples, normalmente se usan dobles una para voz y otra para datos y se rematan en regletas de conexiones y en las salidas de los usuarios en placas de pared, permiten dos o más salidas.

Los datos se deben transmitir a largas distancias y a altas velocidades, el cable UTP por estándar se puede utilizar hasta 100 mts. Máximo se puede utilizar un cable con mayor distancia pero esta fuera de normatividad.

El cable de Par Trenzado (UTP) está constituido por 4 pares de dos alambres de cobre calibre 24 y están aislados y trenzados de forma helicoidal, están diferenciados por un color diferente cada par como en la figura 1.26.



Figura 1.26 Cable UTP par trenzado de cobre.

La razón por la cual los hilos del cable de cobre se trenzan es para evitar interferencias y puedan realizar su función primordial de transmitir datos, si dos alambres paralelos constituyen una antena simple. Cuando se trenzan los alambres, las ondas de diferentes vueltas se eliminan por lo tanto la radiación del cable tiene menos calidad. De esta forma el trenzado del cable permite reducir la interferencia al cruzar el campo magnético exterior como de pares cercanos dentro del mismo cable.

Un cable de par trenzado está formado por un grupo de pares trenzados, normalmente cuatro, recubiertos por un material aislante.

Cada par es identificado por un color y cada color tiene un número de par, que va del 1 al 4 como se muestra en la siguiente asignación:

- Par 1: Blanco-Azul/Azul
- Par 2: Blanco-Naranja/Naranja
- Par 3: Blanco-Verde/Verde
- Par 4: Blanco-Marrón/Marrón

Los cables de pares de UTP se apantallan. (se les cubre con malla) De acuerdo con la forma en que se realiza este procedimiento para cubrir los hilos de cobre podemos distinguir varios tipos de clasificaciones de cables de par trenzado, éstos se denominan mediante las siglas UTP, STP y FTP.

UTP es como se les llama a los cables de par trenzado sin pantalla, suelen ser los más comunes dentro de los trenzados, no tienen ningún tipo de malla. Su impedancia es de 100 ohms. Es el más sensible a las interferencias, los pares están recubiertos de una malla de teflón que no es conductora. Este cable es bastante flexible.

STP es como se les llama a los cables de par trenzado con pantalla individualmente, cada par es cubierto en una malla conductora y una segunda cubierta que envuelve a los 4 pares. Poseen gran inmunidad al ruido, pero una rigidez máxima.

FTP estos cables están fabricados de forma que los pares se cubren con una malla conductora general en forma trenzada. Con esta cubierta mejora la protección frente a interferencias, logrando una rigidez media.

En los cables UTP hay diferentes categorías hasta el momento son: 1-5, 5e, 6 y 7 esto es en función del número de vueltas por metro que posea su trenzado del número de pares que tenga el cable, y de los materiales utilizados, los estándares de cableado estructurado las dos últimas están todavía en proceso de definición.

Categoría 3: soporta velocidades de transmisión hasta 10 Mbits/seg. Utilizado para telefonía de voz, 10Base-T Ethernet y Token ring a 4 Mbits/seg.

Categoría 4: soporta velocidades hasta 16 Mbits/seg. Es aceptado para Token Ring a 16 Mbits/seg.

Categoría 5: hasta 100 Mbits/seg. Utilizado para Ethernet 100Base-TX.

Categoría 5e: hasta 622 Mbits/seg. Utilizado para Gigabit Ethernet.

Categoría 6: soporta velocidades hasta 1000 Mbits/seg.

El cable UTP o de Par Trenzado se remata con un conector RJ-45 para terminar el extremo del cable y conectar los distintos equipos de telecomunicaciones o de hardware que componen la red. Actualmente de los ocho cables sólo cuatro se emplean para la transmisión de los datos. Se conectan a las terminales del conector RJ45 uno a uno con el cable los 8 hilos en datos solo trabajan 1, 2 (para transmitir), 3 y 6 (para recibir).

Cable Coaxial

Este cable cuenta con un conductor central de cobre separado de otro conductor que son separados por un polietileno aislante. El cable está cubierto por una capa aislante que es la funda del cable, como se ve en la figura 1.27.



Figura 1.27 Composición del Cable Coaxial.

Este cable tiene más ventajas sobre el cable de par trenzado y dependiendo de las características del enlace que se quiera diseñar es el tipo de cable, algunas ventajas de este cable son: Se puede utilizar a más larga distancia con velocidades de transmisión superiores, menos interferencias y permite conectar más estaciones, el cable coaxial es más resistente a interferencias y atenuación que el cable de par trenzado. Se suele utilizar para televisión, telefonía a larga distancia, redes de área local, conexión de periféricos a corta distancia, etc. Se utiliza para transmitir señales digitales o analógicas. Tiene algunos inconvenientes como son: ruido térmico, atenuación, ruido de intermodulación. Para señales analógicas se requiere un amplificador que levante la señal cada pocos kilómetros y para señales digitales un regenerador en cada kilómetro.

Hace 10 años el cable coaxial era el más utilizado en las instalaciones de redes. Las dos importantes razones para la instalar este cable: era muy económico, ligero, flexible así como sencillo de manejar.

El núcleo de conductor y la malla que rodea deben estar separados uno del otro. No deben tocarse entre ambos, ya que puede producirse un cortocircuito y el ruido o las señales que se encuentren perdidas en la malla circularían por el hilo de cobre. Un cortocircuito eléctrico sucede si los dos hilos conductores se juntan o si un conductor y una tierra se ponen en contacto. Este contacto causa el corto circuito y un flujo directo de corriente puede dañar al equipo de comunicación. Con dispositivos electrónicos estos cortocircuitos se ven reflejados en la eficiencia de la transmisión de datos y a menudo casi no se detecta. Un cortocircuito de bajo voltaje normalmente causa fallas en el dispositivo y lo habitual es que se pierda información.

El cable coaxial suele ser más inmune a interferencias eléctricas y atenuación que no ocurre con el cable de par trenzado.

Fibra óptica

El medio de transmisión más utilizado es la fibra por las ventajas que ofrece sobre otros medios es más innovador dentro del grupo de los guiados y su uso está aumentando de tal forma exponencial en todo el mundo reemplazando el par trenzado y el cable coaxial en casi todos los campos. En estos días es común verlo instalado para servicios de la televisión por cable, redes de datos, internet y la telefonía. En este medio los datos se transmiten por medio de un rayo de luz que viaja dentro del núcleo de la fibra óptica, de ahí su nombre, es más difícil de controlar y manejar la luz pero tiene mayores ventajas sobre medios similares y muchas veces es elegido este medio como una muy buena elección al momento de ver la eficiencia y calidad de transmisión de la información, como se observa en la figura 1.28.

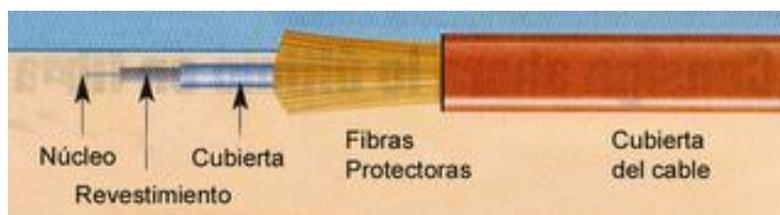


Figura 1.28 Composición del cable de fibra óptica.

En el cable de fibra óptica lo que viaja por ella es luz evitando interferencia magnética y así las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz. Esta es una forma relativamente segura de enviar datos debido a que, a diferencia de los cables de cobre que viajan las señales eléctricas y los datos, en los cables de fibra óptica viaja luz. Por esta situación el cable de fibra óptica no se puede cortar y unir fácilmente y así los datos no se pueden robar.

El cable de fibra óptica está diseñado para transmitir información y datos con gran Ancho de banda y con grandes capacidades de eficiencia debido a que no tiene problemas con la atenuación de la señal.

Medios no guiados

Los medios no guiados se refieren a que no necesitan un cable para poder transmitir información son un buen medio principalmente por las lograr cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección, su mayor logro se dio desde la conquista espacial a través de los satélites y su tecnología no para de cambiar. De manera general podemos definir las siguientes características de este tipo de medios: La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones.

Comunicaciones inalámbricas

Las señales inalámbricas son ondas electromagnéticas que pueden viajar a través de vacíos del espacio exterior a través de un medio. Como el aire. Esto hace de la comunicación inalámbrica una forma versátil de construir una red. Las transmisiones inalámbricas pueden cubrir grandes distancias utilizando señales de alta frecuencia. Cada frecuencia utiliza una señal diferente medida en hertzios para que sea diferente entre sí.

Cada tipo de comunicación inalámbrica de datos tiene sus ventajas y sus inconvenientes:

- **Infrarrojos (IR).** Tasa de datos muy alta y bajo costo, pero una distancia muy corta.
- **Banda estrecha.** Tasa de datos baja y costo medio. Requiere una licencia y cubre una distancia limitada.
- **Espectro disperso.** Costo medio y tasa de datos alta limitado a cubrir el campus.

Microondas

Para transmitir por medio de sistemas de microondas el medio utilizado en la transmisión es el aire o espacio aéreo. Los datos viajan de forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud. Se pueden direccionar varios canales a múltiples estaciones dentro de un enlace establecido, o pueden establecer enlaces punto a punto. Las estaciones remotas consisten en una antena en forma de plato y por medio de circuitos se interconectan la antena con la terminal donde va a recibir el enlace el usuario. Los sistemas de microondas terrestres son utilizados en lugares donde se tiene problemas para llegar con un cable y resuelve los problemas de transmisión de datos sin importar

cuales sean. Las microondas se encuentran en el espectro electromagnético y están situadas en el intervalo entre el metro hasta el milímetro su propagación puede dirigirse por el interior de tubos metálicos. Es en sí las ondas son de muy corta longitud.

Pueden mandarse señales a varias direcciones múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecer enlaces punto a punto.

Como todos los medios tiene sus ventajas y desventajas algunas de sus características principales es que su ancho de banda va desde 3.000 a los 300 Mhz. aunque con algunos canales de mayor capacidad, entre 3.5 Ghz y 26 Ghz. Es usado como enlace entre una empresa y un centro de telecomunicaciones que funcione como nodo principal de conmutación del operador o como un enlace principal entre redes Lan.

Estructura de la microonda

Las estaciones emisoras donde se origina la transmisión del enlace consta de una antena tipo plato circular y de circuitos que se interconectan la antena igual tipo plato receptora con terminal del usuario.

Para que de la transmisión debe existir una línea de vista es decir que se logre ver ambas antenas y por lo tanto se puede realizar el enlace cuando se ve afectada es porque existen accidentes geográficos, edificios, bosques, mal tiempo, etc. El alcance promedio es de 30 km. En la tierra. Una de las ventajas más importantes es la facilidad de enviar miles de canales de voz a distancias de varios kilómetros a través de repetidoras, a la vez que puede transmitir los datos en su forma natural.

En las M.O. de satélites, las antenas emisoras, repetidoras o receptoras pueden ser fijas (terrenas) o móviles (barcos, autos, etc.)

Microondas por satélite

Se envían las transmisiones al satélite quien las recibe y las amplifica o sea que les da más potencia para retransmitirlas en la dirección que se quiera tener comunicación adecuada. Para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra, el satélite debe ser geoestacionario.

Se suele utilizar este sistema para:

- Difusión de televisión.
- Transmisión telefónica a larga distancia.
- Redes privadas.

Las diferencias entre las ondas de radio y las microondas son:

- Las microondas son unidireccionales y las ondas de radio omnidireccionales.
- Las microondas son más sensibles a la atenuación producida por la lluvia.

- En las ondas de radio, al poder reflejarse estas ondas en el mar u otros objetos, pueden aparecer múltiples señales "hermanas".

1.6.3 Características principales de los medios de transmisión

Cable de par trenzado (UTP): 250 Khz. 10 Mbps 960 kbps. Apenas usados hoy en día. Interferencias con campos magnéticos, ruidos.

Cable coaxial: 400 MHz, 800 Mbps y 10 Mbps. Resistente a ruidos e interferencias electromagnéticas y atenuación.

Fibra óptica: frecuencia de 2 GHz, velocidades a 2 Gbps, ancho de banda 100 Mbps. Tamaño reducido y poco peso, inmune a ruidos e interferencias electromagnéticas, atenuación pequeña y Manipulación delicada.

Microondas satelital: frecuencia 100 MHz, velocidad de 275 Mbps, ancho de banda de 20 Mbps. Se requieren emisores y receptores.

Microondas terrestres: frecuencia de 50 GHz, velocidad de 500 Mbps. Corta distancia y atenuación fuerte, instalación difícil.

Láser: frecuencia de 100 Mhz, poca atenuación, requiere línea de vista entre emisor y receptor.

La tabla de la figura 1.29 muestra una comparación entre los medios guiados.

| | UTP | STP | Coaxial | Fibra Óptica |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| Tecnología ampliamente probada | Si | Si | Si | Si |
| Ancho de banda | Medio | Medio | Alto | Muy Alto |
| Hasta 1 Mhz | Si | Si | Si | Si |
| Hasta 10 Mhz | Si | Si | Si | Si |
| Hasta 20 Mhz | Si | Si | Si | Si |
| Hasta 100 Mhz | Si (*) | Si | Si | Si |
| Canales video | No | No | Si | Si |
| Canal Full Duplex | Si | Si | Si | Si |
| Distancias medias | 100 m 65 Mhz | 100 m 67 Mhz | 500 (Ethernet) | 2 km (Multi.) 100 km (Mono.) |
| Inmunidad Electromagnética | Limitada | Media | Media | Alta |
| Seguridad | Baja | Baja | Media | Alta |
| Coste | Bajo | Medio | Medio | Alto |

Figura 1.29 Tabla de comparación entre los medios guiados.

1.7 Tipos de cable de fibra óptica

Cable de fibra por su composición hay tres tipos disponibles actualmente:

1. Núcleo de la fibra de plástico y cubierta plástica
2. Núcleo de la fibra de vidrio con cubierta de plástico (frecuentemente llamada fibra PCS, El núcleo silicio cubierta de plástico)
3. Núcleo de de la fibra de vidrio y cubierta de vidrio (frecuentemente llamadas SCS, silicio cubierta de silicio)

Algunas ventajas de las fibras hechas de plástico tienen sobre las de vidrio son más flexibles y más fuertes, pesan menos por su material componente y su instalación es más fácil, pueden resistir más presión, son más baratas y pesan aproximadamente 65% menos que las de vidrio. En estas fibras hay desventajas en sus características por ejemplo la atenuación es más alta, no se propaga dentro de ellas la luz tan eficientemente como el vidrio. Por esta limitante las fibras de plástico se limitan a instalarse en distancias relativamente cortas, como puede ser dentro de un solo edificio. En cambio las fibras que tienen núcleos de vidrio tienen su atenuación es muy baja. Sin embargo las fibras PCS son mejores que las fibras SCS, tienen mejores características. Una de las más importantes es que, son menos afectadas por la radiación y por lo tanto recomendadas en aplicaciones militares. Desafortunadamente las fibras SCS son más frágiles y más sensibles a la atenuación cuando se exponen a la radiación.

Cable de fibra óptica con estructura holgada

Este cable consta de diferentes tubos de fibra en el centro tiene un elemento que le da resistencia y se utiliza como refuerzo y rodeado de una cubierta protectora. El rasgo que distingue a este cable esta en los tubos de fibra. Cada tubo tiene un diámetro de dos a tres milímetros aproximadamente y, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente dentro de él. Los tubos pueden ser huecos sin gel o pueden tener gel dentro de ellos el cual es resistente al agua que impide que ésta entre en la fibra o que la humedad dañe la fibra como se muestra en la figura 1.30. El tubo holgado aísla la fibra de los golpes que pueda recibir el cable y las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

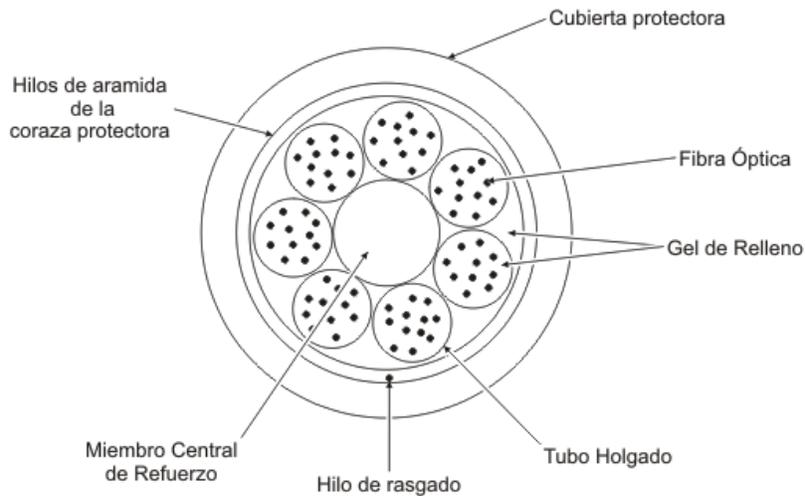


Figura 1.30 Cable de fibra óptica de estructura holgada.

Cable con tubo Holgado

Este cable igual que el anterior contiene un elemento de refuerzo central que puede ser acero Kevlar o un material similar. Este componente del cable proporciona un refuerzo y soporte durante la instalación o tendido así como en las posiciones de instalación permanente, ver figura 1.31. Debería sujetarse por norma con seguridad a la polea cuando estén realizando las operaciones de tendido del cable y a los herrajes de sujeción apropiados que hay en los cierres de empalmes o distribuidores de conexión terminal. La cubierta o protección final del cable se hace entre otros materiales de polietileno de color negro para exteriores, de armadura o coraza de acero goma o hilo de aramida y para la instalación del cable en interiores como interiores. En la parte de la cubierta está secuencialmente numerada cada metro o puede ser cada pie dependiendo del fabricante.

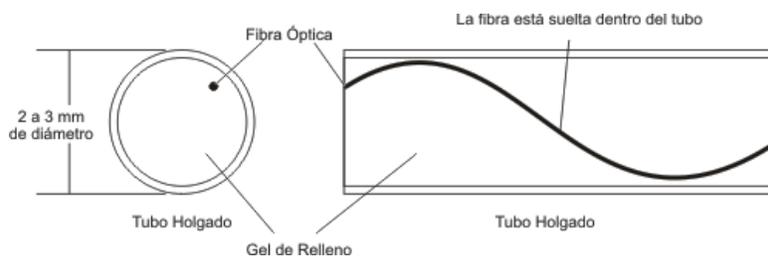


Figura 1.31 Tubo holgado de cable fibra óptica.

Los cables de estructura holgada son diseñados para usarse en la mayoría de las instalaciones exteriores, puede ser en tendido aéreo, en tubos o conductos y en instalaciones subterráneas. El cable de estructura holgada no es recomendable utilizarlo en instalaciones o en recorridos muy verticales, porque puede existir la posibilidad de que el gel interno se mueva de su posición original o que las fibras se muevan.

Cable dieléctrico para instalar en tubo, grapado a la pared o adosado a un fijador.

Especialmente indicado para instalar en zonas con diferencias elevadas de potencial eléctrico, como se observa en la figura 1.32.

Estructura

Núcleo óptico:



Protecciones mecánicas:

- 5 Cubierta termoplástica
- 6 Refuerzo compuesto por hilados de aramida
- 7 Cubierta termoplástica

Figura 1.32 Cable de fibra óptica dieléctrico.

Cable de estructura ajustada

Este cable está diseñado con varias fibras con protección secundaria, evitando se dañe fácilmente y que rodea al miembro central de tracción mecánica y todo ello cubierto de una protección exterior en ocasiones de aluminio. La protección secundaria de la fibra consiste en un plástico de color la cual cubre la fibra y tienen 900 µm (micrómetros) de diámetro que rodea al recubrimiento de 250 µm de la fibra óptica, ver figura 1.33.

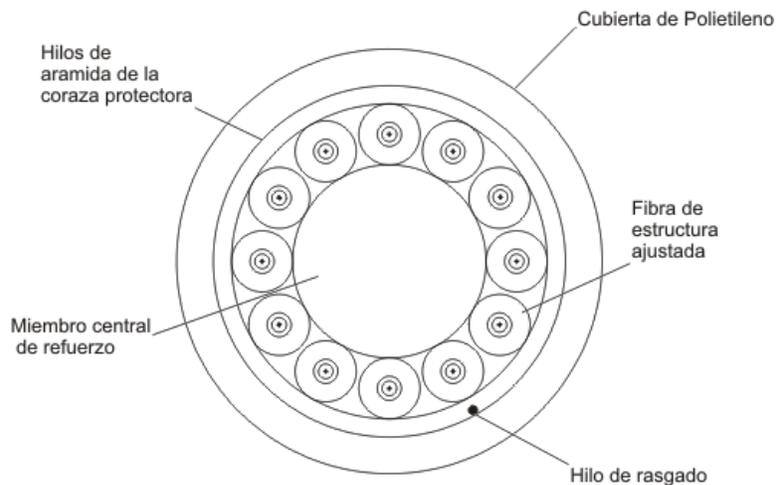


Figura 1.33 Cable de fibra óptica de estructura ajustada.

Existen fibras con una protección secundaria que proporcionan a cada fibra individualmente una protección especial frente al entorno así como un soporte físico. Esto ofrece que las fibras puedan ser conectadas directamente (conector instalado directamente en el cable de la fibra, conectorización), sin la protección que ofrece una bandeja dentro de una caja de empalmes. Para algunas instalaciones esto puede reducir el costo de la instalación y disminuir los empalmes de una ruta de cable de fibra. Debido a la fabricación y diseño ajustado de este cable, es más sensible a las cargas de estiramiento o tracción, debe estar más protegido y se pueden ver incrementadas las atenuaciones por micro curvaturas.

Por una parte un cable de estructura ajustada es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada. En primer lugar es un cable que se ha diseñado para instalaciones dentro de fábricas y de los edificios. También se puede instalar en ductos verticales con gran longitud que los otros cables de estructura holgada, debido a su estructura individual de que dispone cada fibra.

Cable blindado

Cuenta con una protección tipo coraza o armadura de acero o de aluminio debajo de la cubierta de polietileno. Esto hace a este cable ser más resistente al aplastamiento y propiedades de protección contra roedores y otros agentes como pueden ser corrosivos. El uso de este cable es en aplicaciones de enterramiento directo o para instalaciones en entornos de industrias donde circula maquinaria pesada, ver la figura 1.34 y 1.35. El cable se encuentra disponible generalmente en estructura holgada aunque también hay cables de estructura ajustada.

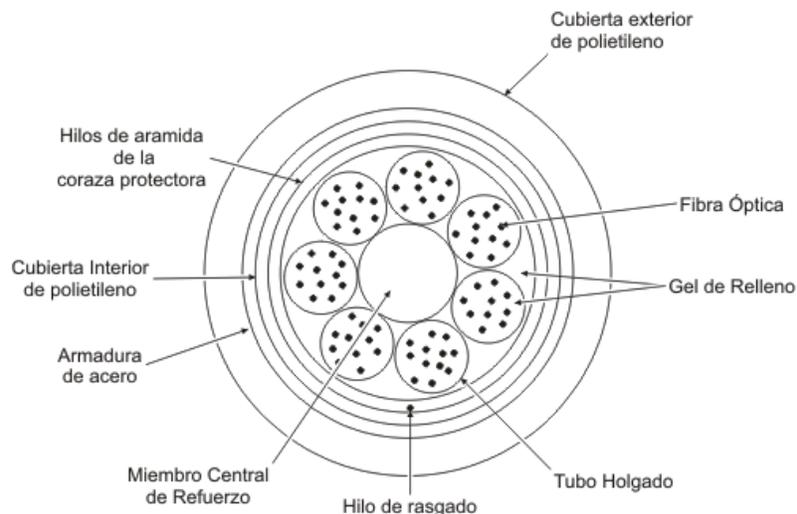


Figura 1.34 Cable de fibra óptica con armadura o blindado.



Figura 1.35 Cable de fibra óptica con armadura o blindado vista lateral.

Existen también otros cables de fibra óptica para las siguientes aplicaciones especiales:

Cable aéreo auto-portante

También llamado auto-soportado o figura "8", es un cable de estructura holgada diseñado para ser utilizado en estructuras aéreas cuenta con una guía de acero la cual esta fija al cable, no requiere un fijador corno soporte. Se puede sujetar el cable directamente a la estructura del poste se utilizan abrazaderas especiales, o a la estructura donde se vaya a instalar, como se muestra en la figura 1.36. El cable se sujeta con tensión mecánica a lo largo del tendido y a cierta altura dependiendo de la zona.



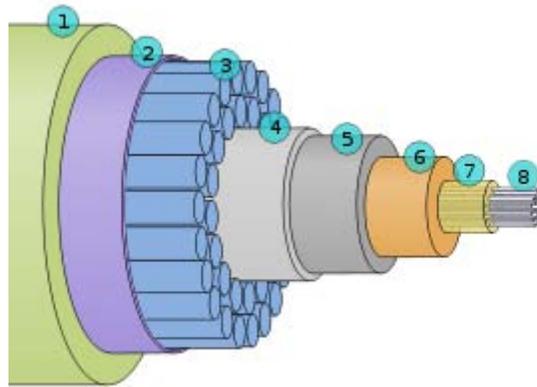
Figura 1.36 Cable de fibra óptica autoportado.

Cable submarino

Hay diferentes tipos de cables submarinos aquí se describe al de fibra óptica, se denomina cable submarino al constituido por conductores de fibras ópticas, este cable tiene características para ser instalado sobre el lecho marino y destinado principalmente para servicios de telecomunicación, transmisión de voz, datos y video, su estructura es diferente a los anteriores y se muestra en la figura 1.37.

Aunque existen también cables instalados en el mar y son destinados al transporte de energía eléctrica, estos cables cubren distancias muy cortas a comparación con los cables de fibra óptica. En lo relativo a la instalación de cables de telecomunicación los primeros cables que cruzaron los océanos, destinados al servicio telegráfico, estaban formados por hilos de cobre y fueron recubiertos por materiales aislantes denominado gutapercha sistema desarrollado en 1847 por el alemán Werner von Siemens.

Adoptando este sistema se logró hacer funcionar en 1852, el primer cable submarino que unía el Reino Unido y Francia el cual fue sumergido bajo las aguas del Canal de la Mancha.



1. Polietileno.
2. Cinta de mylar.
3. Alambres de acero trenzado.
4. Barrera de aluminio resistente al agua.
5. Policarbonato.
6. Tubo de cobre o aluminio.
7. Vaselina.
8. Fibras ópticas.

Figura 1.37 Cable de fibra óptica submarino.

La fabricación y diseño de este cable de estructura holgada, soporta permanecer sumergido en el agua a grandes profundidades. Actualmente muchos sistemas de comunicaciones y empresas o gobiernos usan los cables submarinos para unir los continentes están conectados por cables submarinos de fibra óptica transoceánicos, como los mostrados en las figuras 1.38 y 1.39.

Las tecnologías de navegación y barcos de épocas pasadas no eran lo suficientemente adecuadas para extender el cable óptico sobre el fondo marino, por lo que pasaron varios años antes que se lograra la instalación exitosa de un cable submarino de este tipo.

Fue hasta 1866 cuando finalmente entre Europa y América fue unido por un cable telegráfico. La primer comunicación en esos años se realizó entre la Reina de Inglaterra y el Presidente de los EEUU.



Figura 1.38 Cable de fibra óptica submarino transoceánico.

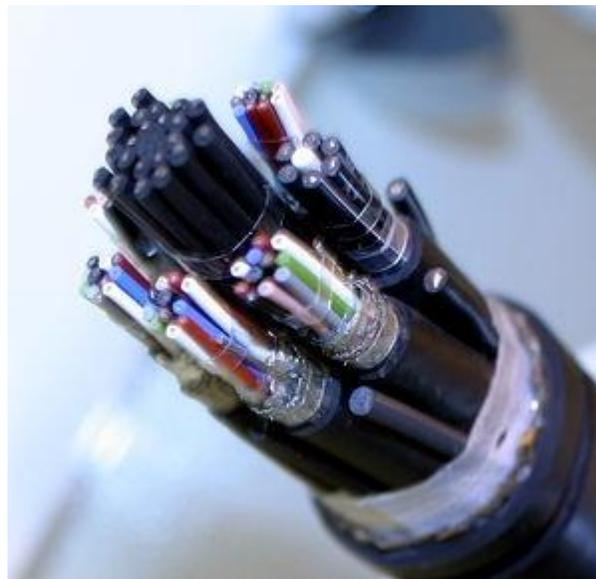


Figura 1.39 Cable de fibra óptica submarino transoceánico.

Cable compuesto tierra-óptico (OPGW)

Este cable igual que los otros tienen características que lo hacen diferente, es un cable de tierra que dentro de un tubo en el núcleo central del cable tiene las fibras ópticas

insertadas, las fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por pesados cables a tierra, son hilos de acero, aluminio. Este cable es utilizado por las compañías eléctricas para suministrar comunicaciones en sus torres de alta tensión a lo largo de las rutas de las líneas entre las ciudades, ver figura 1.40.

En México esto lo podemos ver en Comisión Federal de Electricidad quién tiene la red más amplia y que recorre todo el territorio nacional de norte a sur y está presente en todos los estados de la república y en la mayoría de los hogares mexicanos.

La instalación de este cable lo podemos ver en la figura 1.41 sobre las torres de de CFE y es una opción para llegar a lugares remotos o de difícil acceso.



Figura 1.40 Cable de fibra óptica OPGW.

Los cables OPGW MONOCORONA, son los más utilizados en este tipo de instalaciones por su diseño se adapta perfectamente a la infraestructura ya instalada de C.F.E. y para las necesidades más habituales de instalación logrando óptimos resultados, aquí lo difícil es la instalación del cable sobre las torres y el mantenimiento del cable y los empalmes del cable de fibra óptica.

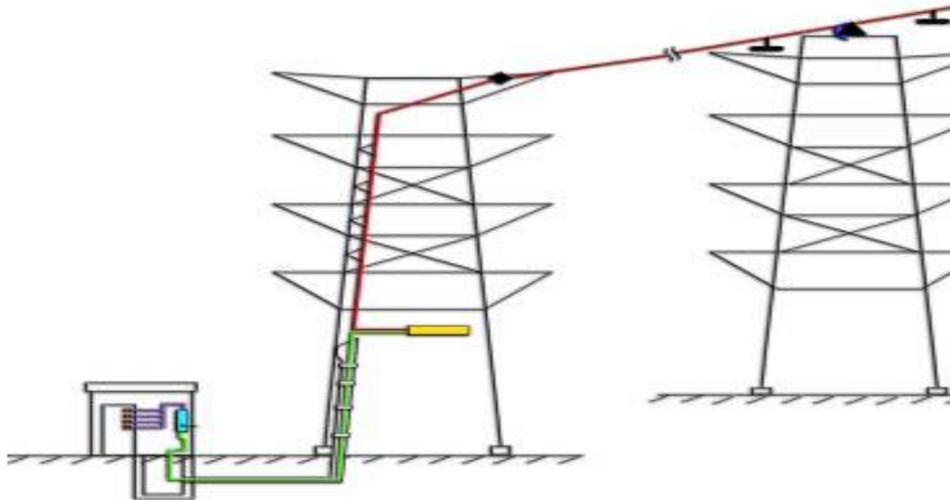


Figura 1.41 Cable de fibra óptica OPGW instalado sobre las torres de alta tensión de CFE en México.

1.7.1 Selección de un cable de fibra óptica para un enlace de comunicaciones

Para elegir un cable de fibra óptica se deben tomar en cuenta las condiciones y aplicaciones en las cuales se va a desempeñar, esta decisión debe ser evaluada por el área de sistemas e ingeniería de las empresas, el aumento en la utilización de este cable de fibra en cualquier tipo de instalaciones ahora es más fácil poder comprar o seleccionar el más apropiado sin ser un experto en la materia, con las claves que tienen los catálogos de estos cables ópticos que se encuentran en el mercado.

Para los responsables o encargados de adquirir o instalar el cable de fibra óptica se encuentran con opciones como son: número de fibras, tipo de fibra monomodo o multimodo, cable para interior o exterior si va a estar a la intemperie, contra roedores, si es cable dieléctrico, anti-flama, son algunos de las preguntas o características que se toman en cuenta al comprar el cable adecuadamente y ajustarse precisamente a lo necesario para la instalación.

Los cables suministrados en formatos estándar por los diferentes fabricantes suelen estar contruidos con fibras del tipo incluido en la primera fila de la tabla 1, por lo que cualquier otro tipo deberá ser indicado expresamente.

Fibra óptica Multimodo: Utilizada habitualmente en redes locales (LAN), de vigilancia o seguridad. Su definición consta de tres partes:

MM (Siglas correspondientes a la denominación MultiMode).

Relación núcleo/revestimiento (Normalmente 50/125 ó 62,5/125).

Tipo de fibra: OM1, OM2 u OM3 según la tabla siguiente:

Las redes de seguridad (control industrial y vídeo banda base) utilizan fibras MM (tipos OM1 u OM2 indistintamente), de 62,5/125 o 50/125 en función de los requerimientos de distancia.

La tabla 1.42 resume las principales características de ambos tipos de estructuras y las diferencias entre ambas.

| Estructura holgada | Estructura ajustada |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Varias fibras por tubo • Con gel hidrófugo • Menor flexibilidad • Acabado laborioso (Fusión) • Densidad de fibras alta | <ul style="list-style-type: none"> • Una fibra por buffer • Sin gel hidrófugo • Gran flexibilidad • Acabado sencillo y sólido (Conectorización) • Densidad de fibras baja |
| Aplicación tipo: Telecomunicaciones, Uso exterior en comunicaciones de tráfico | Aplicación tipo: Redes LAN, Seguridad, CCTV, Comunicaciones industriales |

Figura 1.42 Cuadro comparativo de las fibras de estructura Holgada y Ajustada.

Los elementos de protección:

Las cubiertas son aquellas partes del cable, que en contacto con su entorno conforman una barrera frente a posibles agresiones de agentes externos. Construidas generalmente con diferentes materiales plásticos, cuyas características se resumen en la tabla 4, toman la forma de cubierta única en los cables llamados “de interior” y de cubiertas interior (próxima al núcleo óptico) y exterior (en contacto con el medio) separadas por una armadura. Esta doble cubierta tiene como misión el mantener la protección del núcleo en el caso de la destrucción de la primera; como puede suceder en el caso de ataque de roedores o corte con un objeto punzocortante accidental.

Las armaduras:

Su misión dentro del cable, consiste en proporcionar una protección suplementaria frente a determinadas agresiones, como pueden ser el aplastamiento, los ataques de los roedores, el fuego, etc. Consisten generalmente en elementos (varillas, hilaturas, trenzas ó láminas) de acero, o fibra de vidrio situadas entre las dos cubiertas (si existen) o bajo la cubierta exterior en los cables de esta estructura. Las armaduras metálicas, quizás más eficaces como protección contra los roedores, presentan el inconveniente de suprimir una

de las ventajas buscadas en un enlace de fibra óptica, su característica de enlace dieléctrico. Las armaduras dieléctricas suelen ser de varios tipos:

- Varillas de fibra de vidrio: muy sólidas, proporcionan una alta rigidez al cable.
- Hilaturas de fibra de vidrio: mantienen la flexibilidad, presentan un efecto disuasorio frente a los roedores, pero su eficacia disminuye en las curvas del tendido, por desplazamiento.
- Trenza de fibra de vidrio: Añade a las ventajas anteriores (dielectricidad y efecto disuasorio) una protección permanente y en algunos cables (como el tipo CDAD de OPTRAL) constituye una barrera frente al fuego.

Una vez tomadas en cuenta las consideraciones anteriores, queda un importante punto por analizar: ¿Cómo se trasladan todas estas características a la denominación de los cables de fibra óptica, para una fácil y rápida identificación?

La identificación de los cables de fibra óptica:

Designación de los cables conforme DIN-VDE 0888.

Denominación de un cable óptico según DIN-VDE 0888

La figura de la tabla 1.43, describe la composición del cable óptico de fuera a dentro, permitiendo su fácil identificación. Así un cable tipo J-K(ZN)H12G50/125OM3 se correspondería con:

- J: Cable de interior.
- K- Estructura ajustada.
- ZN: Elementos de tracción no metálicos.
- H: Cubierta LSZH (Cero halógenos).
- 12: 12 fibras.
- G: Multimodo.
- 50/125 OM3.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| <p>1) J = Interior (Indoor) A = Exterior (Exterior)</p> <p>2) V = Semi-Tight Buffer K = Tight Buffer W = Loose (1 fibre) D = Loose (Multi-Fibre)</p> <p>3) S = Elemento Central Metálico</p> <p>4) Q = Núcleo óptico bloqueante al agua con materiales hinchables F = Núcleo óptico relleno de gel</p> <p>5) (ZN) = Elementos de Tracción No Metálicos (ZN)B = Elementos de Tracción No Metálicos resistente a roedores</p> <p>6) Y = Cubierta PVC H = Cubierta OH 2Y = Cubierta PE</p> <p>7) (SR) = Armadura Acero Corrugado</p> <p>8) Y = Cubierta PVC H = Cubierta OH 2Y = Cubierta PE</p> <p>9) Numero Fibras. Tubos x Fibras</p> <p>10) Tipo Fibra. E = Monomodo / G = Multimodo</p> <p>11) Núcleo / Revestimiento</p> <p>12) Parámetros Fibras. Atenuación y Ancho de Banda</p> | | | | | | | | | | | |

Figura 1.43 Tabla que muestra la composición de la etiqueta un cable óptico.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, al definir o localizar un cable de fibra óptica para una aplicación concreta, no parece ser suficiente con citar la aplicación genérica (por ej. “interior/exterior” o “antirroedores-antihumedad”), sino que es preciso identificar los diferentes componentes de su estructura (núcleo óptico, cubierta, armadura) para así poder estar seguros de emplear el material adecuado y obtener los resultados buscados. Generalmente una falta de uniformidad en los elementos comparados puede llegar a confusión.

Un cable con “armadura metálica y cubierta para exterior, de 24 fibras ópticas MM 50/125” puede corresponderse con:

Un cable tipo SP-124×50 OM1: monocubierta, armadura de acero, monotubo, 8 fibras de 50/125 OM1 (aptas para Gigabit a 1300 nm).

Un cable de tipo PESP-R 24 x 50 OM3: Cable de doble cubierta, armadura de acero, multitubo de 50/125 OM3 (apto para 10Giga a 300 m.).

Un cable tipo CDAM 24 x 50 OM2: Cable de estructura ajustada, doble cubierta, armadura de trenza de fibra de acero, 24 fibras 50/125 OM2 (apto para Gigabit a 850 nm).

Evidentemente, los precios no serán los mismos, pero las prestaciones tampoco, y el riesgo de cometer error existe. Por ello, parece lógico deducir, que para la correcta identificación de un cable óptico es preciso recabar los siguientes datos:

- Núcleo óptico: Tipo y número de fibras, tipo de estructura (Holgada o ajustada), tipo de elemento de tracción (Elemento central o periférico).
- Cubiertas: Número (Simple o doble) y tipo (Generalmente PE o LSZH. Casos especiales PUR o NBR).
- Armaduras: Dieléctrica (Varillas, hilaturas o trenza) ó metálica (Chapa corrugada de acero o trenzado).
- En general: Características mecánicas requeridas por el proyecto o tipo de instalación. (Resistencia a la tracción, radio de curvatura, etc.).

Una vez localizados estos datos, conoceremos y podremos solicitar el cable más adecuado y con las características entre las alternativas de la gran variedad entre los diferentes tipos de cable de fibra óptica.

1.8 Transmisión y recepción de datos, voz y video por medio de una red

Concepto de una red

La red más simple conecta dos computadoras, permitiéndoles compartir archivos e impresoras. Una red mucho más compleja conecta todas las computadoras de una empresa o compañía en el mundo. Para compartir impresoras basta con un conmutador pero si se desea compartir eficientemente archivos y ejecutar aplicaciones de red hace falta tarjetas de interfaz de red (NIC, NetWare Interface Cards) y cables para conectar los sistemas, como se muestra en la figura 1.44. Aunque se pueden utilizar diversos sistemas de interconexión vía los puertos series y paralelos estos sistemas baratos no ofrecen la velocidad e integridad que necesita un sistema operativo de red seguro y con altas prestaciones que permita manejar muchos usuarios y recursos.

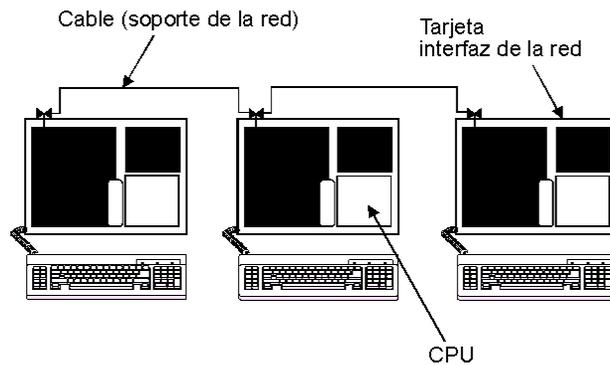


Figura 1.44 Muestra los componentes típicos de un sistema de Red.

Una vez instalada la conexión se ha de instalar el sistema operativo de red (NOS, Network Operating System). Hay dos tipos básicos de sistemas operativos de red: punto a punto y con servidor dedicado.

Punto a Punto: Este es un tipo de sistema operativo que le permite a los usuarios compartir los recursos de sus computadoras y acceder a los recursos compartidos de las otras computadoras. Microsoft Windows for Workgroups, Novell Lite son sistemas operativos punto a punto.

Con Servidor Dedicado: Es un sistema operativo con servidor dedicado, como es NetWare de Novell, una o más computadoras se reservan como servidores de archivos no pudiendo ser utilizados para nada más.

Componentes de una red

Una red de computadoras está conectada tanto por hardware como por software. El hardware incluye tanto las tarjetas de interfaz de red como los cables que las unen y el software incluye los controladores (programas que se utilizan para gestionar los dispositivos) y el sistema operativo de red que gestiona la red, como se muestra en la figura 1.45.

A continuación se listan los componentes:

- Estaciones de trabajo.
- Placas de interfaz de red (NIC).
- Recursos periféricos y compartidos.

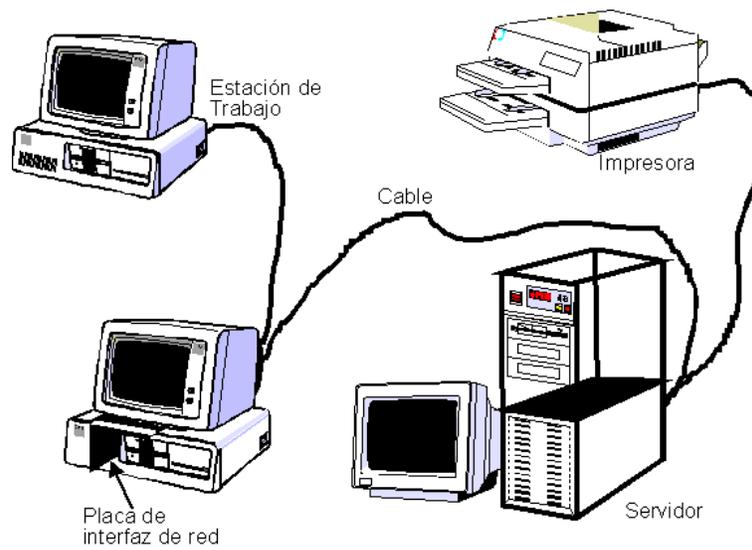


Figura 1.45 Componentes de una Red.

Servidor: este ejecuta el sistema operativo de red y ofrece los servicios de red a las estaciones de trabajo.

Estaciones de Trabajo: Cuando una computadora se conecta a una red la primera se convierte en un nodo de la última y se puede tratar como una estación de trabajo o cliente. Las estaciones de trabajos pueden ser computadoras personales con el DOS, Macintosh, Unix, OS/2 o estaciones de trabajos sin discos.

Tarjetas o Placas de Interfaz de Red: Toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectara a la parte trasera de la tarjeta.

Sistema de Cableado: El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre si el servidor y las estaciones de trabajo.

Recursos y Periféricos Compartidos: Entre los recursos compartidos se incluyen los dispositivos de almacenamiento ligados al servidor, las unidades de discos ópticos, las impresoras, los trazadores y el resto de equipos que puedan ser utilizados por cualquiera en la red.

Conexión de una red

Para realizar la conexión con una red son necesarias las tarjetas de interfaz de red y el cable (a menos que se utilice un sistema de comunicación sin cable). Existen distintos tipos de tarjetas de interfaz y de esquemas de cableados.

Tarjeta de interfaz de red (NIC)

Hay tarjetas de interfaz de red disponibles de diversos fabricantes. Se pueden elegir entre distintos tipos, según se desee configurar o cablear la red. Los tres tipos más usuales son ArcNet, Ethernet y Token Ring. Las diferencias entre estos distintos tipos de red se encuentran en el método y velocidad de comunicación, así como el precio.

En los primeros tiempos de la informática en red (hace unos años) el cableado estaba más estandarizado que ahora. ArcNet y Ethernet usaban cable coaxial y Token Ring usaba par trenzado. Actualmente se pueden adquirir tarjetas de interfaz de red que admitan diversos medios, lo que hace mucho más fácil la planificación y configuración de las redes.

En la actualidad las decisiones se toman en función del costo, distancia del cableado y topología. En la actualidad existen diversas topologías de redes como lo vimos en el capítulo anterior.

1.8.1 Arquitectura de la red y sus características

La arquitectura de una red viene definida por su topología, el método de acceso a la red y los protocolos de comunicación. Antes de que cualquier estación de trabajo pueda utilizar el sistema de cableado, debe definirse con cualquier otro nodo de la red.

Separación de funciones. Dado que las redes separa los usuarios y los productos que se venden evolucionan con el tipo, debe haber una forma de hacer que las funciones mejoradas se adapten a la última. Mediante la arquitectura de red el sistema se diseña con alto grado de modularidad, de manera que los cambios se puedan hacer por pasos con un mínimo de perturbaciones.

Amplia conectividad. El objetivo de la mayoría de las redes es proveer conexión óptima entre cualquier cantidad de nodos, teniendo en consideración los niveles de seguridad que se puedan requerir.

Recursos compartidos. Mediante las arquitecturas de red se pueden compartir recursos tales como impresoras, bases de datos y con esto a su vez se consigue que la operación de la red sea más eficiente y económica.

Administración de la red. Dentro de la arquitectura se debe permitir que el usuario defina, opere, cambie, proteja y de mantenimiento a la red.

Facilidad de uso. Mediante la arquitectura de red los diseñadores pueden centrar su atención en las interfaces primarias de la red y por tanto hacerlas amigables para el usuario.

Normalización. Con la arquitectura de red se alimenta a quienes desarrollan y venden software a utilizar hardware y software normalizados. Mientras mayor es la normalización mayor es la colectividad y menor el costo.

Administración de datos. En las arquitecturas de red se toma en cuenta la administración de los datos y la necesidad de interconectar los diferentes sistemas de administración de bases de datos.

Interfaces. En las arquitecturas también se definen las interfaces como de persona a red, de persona y de programa a programa. De esta manera la arquitectura combina los protocolos apropiados (los cuales se escriben como programas de computadora) y otros paquetes apropiados de software para producir una red funcional.

Aplicaciones. En las arquitecturas de red se separan las funciones que se requieren para operar una red a partir de las aplicaciones comerciales de la organización. Se obtiene más eficiencia cuando los programadores del negocio no necesitan considerar la operación.

Protocolo de comunicación

Los protocolos de comunicación son las reglas y procedimientos utilizados en una red para establecer la comunicación entre los nodos que disponen de acceso a la red. Los protocolos gestionan dos niveles de comunicación distintos. Las reglas de alto nivel definen como se comunican las aplicaciones, mientras que las de bajo nivel definen como se transmiten las señales por el cable.

Razones para instalar una red de computadoras

Instalar una red de computadoras puede ofrecer muchas ventajas para su trabajo. Estas son algunas ventajas ofrecidas al instalar una red de computadoras.

- Compartición de programas y archivos.
- Compartición de los recursos de la red.
- Compartición de bases de datos.
- Expansión económica de una base de Pc.
- Posibilidad de utilizar software de red.
- Uso del Correo Electrónico.
- Creación de grupos de trabajo.
- Gestión centralizada.
- Seguridad.
- Acceso a más de un sistema operativo.
- Mejoras en la organización de la empresa.
- Características de los sistemas operativos de la red

Los primeros Sistemas Operativos de red ofrecían algunas utilidades de gestión de archivos de seguridad simples. Pero la demanda de los usuarios se ha incrementado de forma que los modernos sistemas operativos de red ofrecen amplia variedad de servicios. Estos son algunos de ellos.

- Adaptadores y cables de red.
- Nomenclatura global.
- Servicios de archivos y directorios.
- Sistema tolerante a fallos.
- Disk Caching (Optimización de acceso al disco).
- Sistema de control de transacciones (TTS, Transaction Tracking System).
- Seguridad en la conexión.
- Bridges (Puentes) y Routers.
- Gateways (Pasarelas).
- Servidores Especiales.
- Herramientas software de administración.
- Protocolos de comunicación.

Hace unos cuantos años parecía como si la mayor parte de los fabricantes de ordenadores y software fueran a seguir las especificaciones de la Organización internacional para el estándar (International Organization for Standardization, OSI). OSI define como los fabricantes pueden crear productos que funcionen con los productos de otros vendedores si la necesidad de controladores especiales o equipamientos opcional. Su objetivo es la apertura. El único problema para implantar el modelo ISO/OSI fue que muchas compañías ya habían desarrollado métodos para interconectar sus hardware y software con otros sistemas. Aunque pidieron un soporte futuro para los estándares OSI, sus propios métodos estaban a menudo tan atrincherados que el acercamiento hacia OSI era lento o inexistente. Novell y otras compañías de redes expandieron sus propios estándares para ofrecer soporte a otros sistemas y relegaron los sistemas abiertos a un segundo plano. Sin embargo los estándares OSI ofrecen un modo útil para comparar la interconexión de redes entre varios vendedores. En el modelo OSI hay varios niveles de hardware y el software. Podemos examinar lo que hace cada nivel de la jerarquía para ver como los sistemas se comunican por LAN.

Los protocolos de comunicaciones definen las reglas para la transmisión y recepción de la información entre los nodos de la red, de modo que para que dos nodos se puedan comunicar entre si es necesario que ambos empleen la misma configuración de protocolos.

Entre los protocolos propios de una red de área local podemos distinguir dos principales grupos. Por un lado están los protocolos de los niveles físicos y de enlace, niveles 1 y 2 del modelo OSI que definen las funciones asociadas con el uso del medio de transmisión: envío de los datos a nivel de bits, trama y el modo de acceso de los nodos al medio. Estos protocolos vienen determinados por el tipo de red (Ethernet, Token Ring, etc.). El segundo grupo de protocolos se refiere a aquellos que realizan las funciones de los niveles de red y transporte niveles 3 y 4 de OSI, es decir los que se encargan básicamente del encaminamiento de la información y garantizar una comunicación extremo a extremo libre de errores.

Estos protocolos transmiten la información a través de la red en pequeños segmentos llamados paquetes. Si un ordenador quiere transmitir un fichero grande a otro, el fichero es dividido en paquetes en el origen y vueltos a ensamblar en el ordenador destino. Cada protocolo define su propio formato de los paquetes en el que se especifica el origen, destino, longitud y tipo del paquete, así como la información redundante para el control de errores.

Los protocolos de los niveles 1 y 2 dependen del tipo de red, mientras que para los niveles 3 y 4 hay diferentes alternativas, siendo TCP/IP la configuración más extendida. Lo que la convierte en un estándar de facto. Por su parte los protocolos OSI representan una solución técnica muy potente y flexible, pero que actualmente está escasamente implantada en entornos de red de área local.

1.8.2 Modelo Open System Interconnection

El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI (Open System Interconnection) es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización lanzado en 1984. Es decir es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones, ver figura 1.46.



Figura 1.46 Modelo OSI muestra las 7 capas.

Capa física (Nivel 1)

Es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico como a la forma en la que se transmite la información.

Sus principales funciones se pueden resumir como:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas/electromagnéticas del medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.
- Garantizar la conexión (aunque no la fiabilidad de ésta).

Capa de enlace de datos (Nivel 2)

Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

Capa de red (Nivel 3)

El objetivo de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aún cuando ambos no estén conectados directamente. Los dispositivos que facilitan tal tarea se denominan encaminadores, aunque es más frecuente encontrar el nombre inglés routers y en ocasiones enrutadores. Los routers trabajan en esta capa, aunque pueden actuar como switch de nivel 2 en determinados casos, dependiendo de la función que se le asigne. Los firewalls actúan sobre esta capa principalmente, para descartar direcciones de máquinas no válidas o no aceptadas por el administrador.

En este nivel se realiza el direccionamiento lógico y la determinación de la ruta de los datos hasta su receptor final.

Capa de transporte (Nivel 4)

Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando. La PDU de la capa 4 se llama Segmento o Datagrama, dependiendo de si corresponde a UDP o TCP. Sus protocolos son TCP y UDP; el primero orientado a conexión y el otro sin conexión.

Capa de sesión (Nivel 5)

Esta capa es la que se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole.

Por lo tanto el servicio provisto por esta capa es la capacidad de asegurar que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción. En muchos casos los servicios de la capa de sesión son parcial o totalmente prescindibles.

Capa de presentación (Nivel 6)

El objetivo es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres los datos lleguen de manera reconocible.

Esta capa es la primera en trabajar más el contenido de la comunicación que el cómo se establece la misma. En ella se tratan aspectos tales como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas.

Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. En pocas palabras es un traductor.

Capa de aplicación (Nivel 7)

Ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (POP y SMTP), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP). Hay tantos protocolos como aplicaciones distintas y puesto que continuamente se desarrollan nuevas aplicaciones el número de protocolos crece sin parar.

Cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente.

Unidades de datos

El intercambio de información entre dos capas OSI consiste en que cada capa en el sistema fuente le agrega información de control a los datos y cada capa en el sistema de destino analiza y remueve la información de control de los datos como sigue:

Si un ordenador (host A) desea enviar datos a otro (host B), en primer término los datos deben empaquetarse a través de un proceso denominado encapsulamiento, es decir a medida que los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI, reciben encabezados, información final y otros tipos de información, ver figura 1.47.

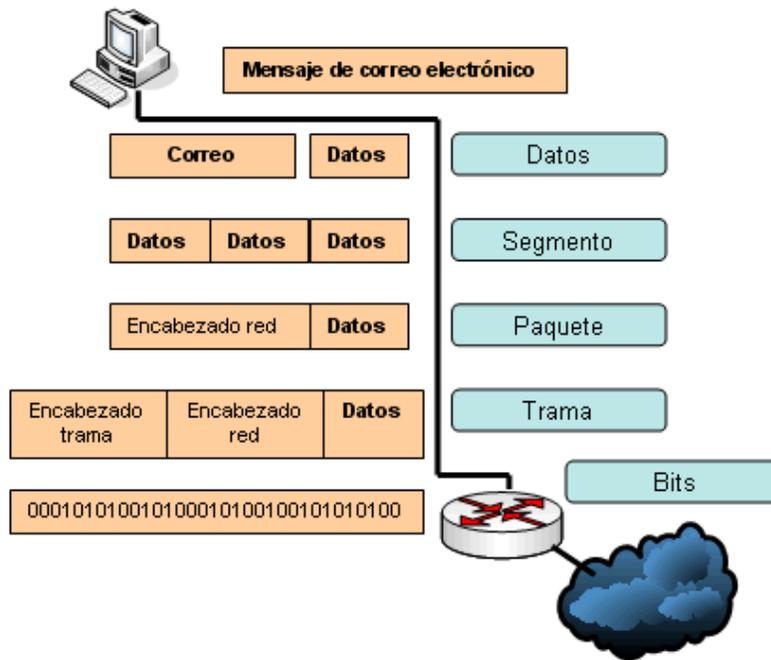


Figura 1.47 Formato de los datos.

Estos datos reciben una serie de nombres y formatos específicos en función de la capa en la que se encuentren, debido a como se describió anteriormente la adhesión de una serie de encabezados e información final. Los formatos de información son los que muestra la figura 1.48.

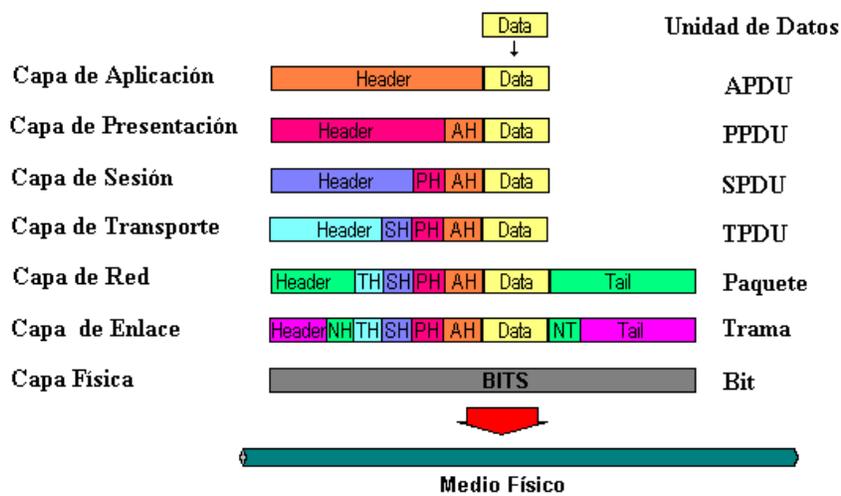


Figura 1.48 Formato de información.

1.8.3 Direccionamiento Protocolo de Internet y enrutamiento

Quizás los aspectos más complejos de IP son el direccionamiento y el enrutamiento. El direccionamiento se refiere a la forma como se asigna una dirección IP y como se dividen y se agrupan subredes de equipos.

El enrutamiento consiste en encontrar un camino que conecte una red con otra y aunque es llevado a cabo por todos los equipos, es realizado principalmente por enrutadores, que no son más que computadores especializados en recibir y enviar paquetes por diferentes interfaces de red, así como proporcionar opciones de seguridad, redundancia de caminos y eficiencia en la utilización de los recursos.

Dirección IP

Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo de Internet (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC que es un número físico que es asignado a la tarjeta o dispositivo de red (viene impuesta por el fabricante), mientras que la dirección IP se puede cambiar.

Es habitual que un usuario que se conecta desde su hogar a Internet utilice una dirección IP. Esta dirección puede cambiar al reconectar, a esta forma de asignación de dirección IP se denomina una dirección IP dinámica (normalmente se abrevia como IP dinámica).

Los sitios de Internet que por su naturaleza necesitan estar permanentemente conectados, generalmente tienen una dirección IP fija (se aplica la misma reducción por IP fija o IP estática); es decir, no cambia con el tiempo. Los servidores de correo, DNS⁷, ftp públicos, servidores web, necesariamente deben contar con una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se facilita su ubicación. Las máquinas tienen una gran facilidad para manipular y jerarquizar la información numérica y son altamente eficientes para hacerlo y ubicar direcciones IP. Sin embargo los seres humanos debemos utilizar otra notación más fácil de recordar y utilizar; tal es el caso URLs y resolución de nombres de dominio DNS.

Existe un protocolo para asignar direcciones IP dinámicas llamado DHCP⁸ (Dynamic Host Configuration Protocol).

⁷ **DNS**, Domain Name System (sistema de nombre de dominio) es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras. Su función más importante, es traducir (resolver) nombres inteligibles para los humanos en identificadores binarios (IP) asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos mundialmente.

⁸ **DHCP**, Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de configuración dinámica de host) es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un

Enrutamiento

En comunicaciones el encaminamiento (a veces conocido como ruteo o enrutamiento) es el mecanismo por el que en una red los paquetes de información se hacen llegar desde su origen a su destino final, siguiendo un camino o ruta a través de la red. En una red grande o en un conjunto de redes interconectadas el camino a seguir hasta llegar al destino final puede suponer transitar por muchos nodos intermedios.

Asociado al encaminamiento existe el concepto de métrica, que es una medida de lo "bueno" que es usar un camino determinado. La métrica puede estar asociada a distintas magnitudes: distancia, costo, retardo de transmisión, número de saltos, etc., o incluso a una combinación de varias magnitudes. Si la métrica es el retardo, es mejor un camino cuyo retardo total sea menor que el de otro. Lo ideal en una red es conseguir el encaminamiento óptimo: tener caminos de distancia (o coste, o retardo, o la magnitud que sea, según la métrica) mínimos. Típicamente el encaminamiento es una función implantada en la capa 3 (capa de red) del modelo de referencia OSI.

Direcciones IPv4

Las direcciones IP se pueden expresar como números de notación decimal: se dividen los 32 bits de la dirección en cuatro octetos. El valor decimal de cada octeto puede ser entre 0 y 255 [el número binario de 8 bits más alto es 11111111 y esos bits, de derecha a izquierda, tienen valores decimales de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 128, lo que suma 256 en total, 255 más la 0 (0000 0000)].

En la expresión de direcciones IPv4 en decimal se separa cada octeto por un carácter único ".". Cada uno de estos octetos puede estar comprendido entre 0 y 255, salvo algunas excepciones. Los ceros iniciales, si los hubiera, se pueden obviar (010.128.001.255 sería 10.128.1.255).

Hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir de parte de la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN): clase A, clase B y clase C. En la actualidad, ICANN reserva las direcciones de clase A para los gobiernos de todo el mundo (aunque en el pasado se le hayan otorgado a empresas de gran envergadura como, por ejemplo, Hewlett Packard) y las direcciones de clase B para las medianas empresas. Se otorgan direcciones de clase C para todos los demás solicitantes. Cada clase de red permite una cantidad fija de equipos (hosts).

- En una red de clase A, se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es $2^{24} - 2$ (las direcciones reservadas

servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres.

de broadcast [últimos octetos a 255] y de red [últimos octetos a 0]), es decir, 16 777 214 hosts. (Uso red militar norte-americana).

- En una red de clase B, se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es $2^{16} - 2$, o 65 534 hosts. (Uso universidades y grandes compañías).
- En una red de clase C, se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es $2^8 - 2$, ó 254 hosts. (Uso de compañías medias y pequeñas además de pequeños proveedores de internet).

La tabla de la figura 1.49 muestra un resumen de estas clases A, B, y C de las IP's de las redes.

| Clase | Rango | N° de Redes | N° de Host | Máscara de Red | Broadcast ID |
|-------|-----------------------------|-------------|------------|----------------|---------------|
| A | 1.0.0.0 - 127.255.255.255 | 126 | 16.777.214 | 255.0.0.0 | x.255.255.255 |
| B | 128.0.0.0 - 191.255.255.255 | 16.382 | 65.534 | 255.255.0.0 | x.x.255.255 |
| C | 192.0.0.0 - 223.255.255.255 | 2.097.150 | 254 | 255.255.255.0 | x.x.x.255 |
| D | 224.0.0.0 - 239.255.255.255 | | | | |
| E | 240.0.0.0 - 255.255.255.255 | | | | |

Figura 1.49 Clases y rangos de las IP's.

- La dirección 0.0.0.0 es utilizada por las máquinas cuando están arrancando o no se les ha asignado dirección.
- La dirección que tiene su parte de host a cero sirve para definir la red en la que se ubica. Se denomina dirección de red.
- La dirección que tiene su parte de host a unos sirve para comunicar con todos los hosts de la red en la que se ubica. Se denomina dirección de broadcast.

- Las direcciones 127.x.x.x se reservan para pruebas de retroalimentación. Se denomina dirección de bucle local o loopback.

Hay ciertas direcciones en cada clase de dirección IP que no están asignadas y que se denominan direcciones privadas. Las direcciones privadas pueden ser utilizadas por los hosts que usan traducción de dirección de red (NAT⁹) para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En una misma red no pueden existir dos direcciones iguales, pero sí se pueden repetir en dos redes privadas que no tengan conexión entre sí o que se conecten a través del protocolo NAT.

Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP)

Internet es una red TCP/IP, pero hay otras redes TCP/IP. Uno puede montarse una red TCP/IP en su casa con 2 ordenadores y asignar a cada uno su dirección IP. En este caso se trata de direcciones IP privadas, mientras que las direcciones IP en internet son públicas. Puesto que no puede haber 2 ordenadores con la misma dirección IP, las direcciones públicas de internet normalmente se reparten en grupos para cada subred privada, por organismos "centrales" coordinados entre sí. Algunos grupos determinados de direcciones están pensados para establecer redes TCP/IP privadas, de forma que puede haber redes independientes pero que tengan las mismas direcciones IP.

Varias redes TCP/IP pueden unirse entre sí para formar una más grande de varias maneras. Una es por ejemplo, poner un ordenador que haga de puente, con un programa "proxy". Otra manera es con un aparato "router" dedicado a esta labor. En estos casos, ¿Que pasa con las direcciones IP de las subredes? ¿Podemos garantizar que no va a ver direcciones repetidas al unir las dos?

La respuesta a esta pregunta depende de la forma de unión entre ambas redes. Se puede unir una red con otra asegurándose de que las direcciones de los ordenadores de ambas no coinciden, o bien asegurando en el punto de unión que los paquetes de datos que pasan de una red a la otra cambien sus direcciones de origen y/o destino al atravesar la barrera de la forma adecuada, para que no haya confusiones. Este segundo caso es el más común, pero plantea ciertos inconvenientes que se están resolviendo en estos momentos en varias partes del mundo de varias formas diferentes.

Pero vayamos a la comunicación en sí: Los ordenadores son parecidos a las personas. Y las personas no pueden establecer varias comunicaciones a la vez. Imagina hablar con otra persona en dos idiomas diferentes a la vez y sobre temas distintos: No puedes, los ordenadores sí pueden, por medio del truco de dividir el tiempo en partes (segmentos) y dedicar cada parte de tiempo a cada una de las comunicaciones abiertas.

⁹ **NAT Network Address Translation (Traducción de Dirección de Red)** es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles. Si el número de direcciones privadas es muy grande puede usarse solo una parte de direcciones públicas para salir a Internet desde la red privada.

Los humanos también podemos hacer lo mismo: Si estás hablando con la persona 1 y te llama la persona 2, paras un momento de hablar con la primera, atiendes a la segunda, luego vuelves con la primera y si es necesario de nuevo con la segunda.

Incluso puedes hablar con la misma persona dos conversaciones "a la vez", pues puedes ir saltando de un tema de conversación a otro y volviendo de nuevo al primero, de forma que es como si dos comunicaciones diferentes tuvieran lugar "simultáneamente".

En el caso de los ordenadores estos cambios de conversación se realizan (como siempre) a toda velocidad, de forma que el resultado parece que fuera como si los ordenadores pudieran mantener varias comunicaciones a la vez. Las partes de tiempo que usan los ordenadores, no son partes del tiempo, sino trocitos. (Incluso sería mejor llamarlos trocitos, pues son minúsculos).

Así se pueden abrir varias comunicaciones "simultaneas" entre los dos mismos ordenadores. En este caso las direcciones IP de origen y destino son las mismas para ambas comunicaciones y es necesario para que las dos comunicaciones no se confundan una con la otra (o si son varias igual), introducir un dato más en cada paquete de datos TCP/IP que indique a que comunicación corresponde.

Este dato se llama puerto, e identifica el tipo de comunicación y/o protocolo (idioma) en que hablan ambos extremos. La verdad es que sería mejor haberlo llamado "canal", pero el caso es que el concepto de puerto también se refiere a la "oreja o boca que escucha o habla" (en el caso de los ordenadores, un puerto identifica al programa que lo escucha o habla por el). Los puertos son conceptos definidos para distinguir, por tanto unas comunicaciones de otras a la vez que identifican al programa responsable de cada una. Cada ordenador dispone de miles de puertos disponibles, sin que por ello necesite más recursos físicos: Los puertos TCP/IP son "virtuales".

Cuando una persona abre un programa que inicia una comunicación TCP/IP, este programa se llama cliente, mientras que el programa que haya en el otro extremo de la comunicación (en el ordenador que recibe la llamada) se llama servidor. Ambos identifican a cada comunicación por el puerto, pero en el caso de un programa servidor el puerto es fijo (el servidor abre este puerto en modo "escucha" y espera que alguien se conecte a el), mientras que en el caso del cliente el puerto se numera arbitrariamente (por ejemplo con un contador) en el momento de abrir la comunicación.

Diversos programas TCP/IP pueden ejecutarse simultáneamente en Internet (por ejemplo, pueden abrirse diferentes navegadores de manera simultánea o navegar por páginas HTML mientras se descarga un archivo de un FTP). Cada uno de estos programas funciona con un protocolo. A veces el equipo debe poder distinguir las diferentes fuentes de datos.

Por lo tanto, para facilitar este proceso a cada una de estas aplicaciones puede serle asignada una dirección única en equipo, codificada en 16 bits: un puerto (por consiguiente, la combinación de dirección IP + puerto es una dirección única en el mundo denominada socket).

De esta manera, la dirección IP sirve para identificar de manera única un equipo en la red mientras que el número de puerto especifica la aplicación a la que se dirigen los datos. Así, cuando el equipo recibe información que va dirigida a un puerto, los datos se envían a la aplicación relacionada. Si se trata de una solicitud enviada a la aplicación, la aplicación se denomina aplicación servidor. Si se trata de una respuesta, entonces hablamos de una aplicación cliente.

Si estas abriendo una página web, mientras descargas el correo electrónico, tendrás dos comunicaciones abiertas: Una va por el puerto 80 (web) y la otra por el 21 (email). Ambas pueden ser con el mismo ordenador en el otro extremo de la comunicación, o bien con ordenadores distintos. Estos números de puerto son los del "lado servidor" y están estandarizados, para que cuando un programa cliente llame a un servidor, sepa a que puerto de éste debe conectarse. Otros puertos son: 23 Telnet, 25 SMTP, Existen miles de puertos en cada virtuales en cada ordenador o PC (codificados en 16 bits, es decir que se cuenta con 65536 posibilidades).

El organismo central que asigna números de puerto para cada programa o aplicación se llama IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Cualquiera que escriba programas de ordenador, puede solicitar a este organismo central la asignación de un número de puerto propio, de forma que diferentes fabricantes de programas informáticos no usen el mismo para usos distintos.

Así que resumiendo: Cada ordenador tiene una dirección IP diferente para cada red a la que pertenece. Si pertenece a 2 redes tendrá dos direcciones, una para cada red. Toda comunicación se trocea en paquetes que contienen la dirección de origen, destino y además un puerto que indica el idioma y/o el "número de comunicación" para evitar que unas comunicaciones se mezclen con otras, como se observa en la figura 1.50.

Y esto es todo: Más simple imposible. Puesto que no se hace ninguna suposición sobre la forma de transporte de los datos, ni sobre el contenido de estos y la información añadida a la propia comunicación (remitente, destinatario y número de comunicación), es la mínima posible la comunicación TCP/IP es óptima, en la figura 1.51 se ve cómo funcionan las direcciones IP y están relacionadas con las MAC10 de los equipos.

¹⁰ **MAC** Media Access Control (control de acceso al medio) es un identificador de 48 bits divididos en 6 bloques hexadecimales que corresponde de forma única a una ethernet de red. Se conoce también como la dirección física en cuanto a identificar dispositivos de red. Es individual, cada dispositivo tiene su propia dirección MAC determinada y configurada por el fabricante los primeros 24 bits y el IEEE asigna los últimos 24 bits.

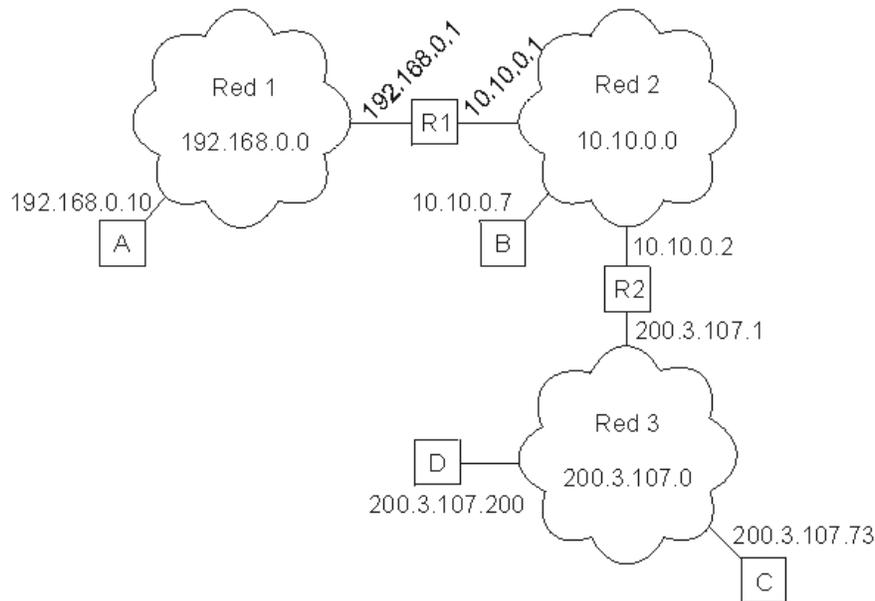


Figura 1.50 ejemplo de configuración y direccionamiento IP.

| Host | Dirección física | Dirección IP | Red |
|------|-------------------|---------------|-------|
| A | 00-60-52-0B-B7-7D | 192.168.0.10 | Red 1 |
| R1 | 00-E0-4C-AB-9A-FF | 192.168.0.1 | |
| B | A3-BB-05-17-29-D0 | 10.10.0.1 | Red 2 |
| | 00-E0-4C-33-79-AF | 10.10.0.7 | |
| R2 | B2-42-52-12-37-BE | 10.10.0.2 | |
| C | 00-E0-89-AB-12-92 | 200.3.107.1 | Red 3 |
| | A3-BB-08-10-DA-DB | 200.3.107.73 | |
| | D | 200.3.107.200 | |
| | B2-AB-31-07-12-93 | 200.3.107.200 | |

Figura 1.51 Tabla de resumen de equipos MAC y direcciones IP de los equipos del ejemplo anterior.

1.8.4 Voz sobre Protocolo de Internet

La Voz sobre I.P. o Internet Protocol es la tecnología que permite la transmisión de fragmentos auditivos a través de Internet.

Mientras la transmisión de datos e información ha sido hasta hoy en día la aplicación más prevaleciente en sistemas de información, el traslado de Voz sobre esta misma infraestructura ha generado grandes expectativas por el ahorro de recursos que ésta representa.

La tecnología telefónica utilizada en muchas regiones llamada Circuit-Switched implica la apertura de un canal digital permanente de punta-a-punta para establecerse la comunicación, mismo mecanismo que se traduce en un alto consumo de recursos, ya que una conversación no es llevada simultáneamente por ambas partes además de poseer una serie de silencios, ante estas deficiencias, nace la Voz sobre IP que tiene como su base la tecnología denominada Packet Switched en la que típicamente eran encapsulados datos para ser distribuidos a lo largo de un medio compartido.

Protocolos de Voz sobre Internet Protocol

Hoy en día existen dos protocolos para transmitir voz sobre I.P, ambos definen la manera en que dispositivos de este tipo deben establecer comunicación entre sí, además de incluir especificaciones para codecs¹¹ de audio -- codificador-decodificador -- para convertir una señal auditiva a una digitalizada compresada y viceversa.

Código H.323

Es el estándar creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que se compone por un protocolo sumamente complejo y extenso, el cual además de incluir la voz sobre I.P, ofrece especificaciones para vídeo-conferencias y aplicaciones en tiempo real, entre otras variantes.

Session Initiation Protocol (SIP).

Fue desarrollado por la IETF (Internet Engineering Task Force) específicamente para telefonía IP, que a su vez toma ventaja de otros protocolos existentes para manejar parte del proceso de conversión, situación que no se aplica en H.323 ya que define sus propios protocolos bases.

Voz sobre I.P en aplicaciones.

El potencial ahorro de recursos, al poder reutilizar infraestructura existente para datos, Internet en sí y transmitir voz sobre ella, ha producido una serie de aplicaciones y productos diseñados para tomar ventaja de esta tecnología.

¹¹ **Códec** es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos o una señal de voz. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal (para la transmisión, el almacenaje o el cifrado) y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones.

En forma de equipos especializados para actuar como PBX ("Private Branch Exchange") o conmutadores, software para instalarse en servidores de datos o en aplicaciones tipo "Messenger" para uso personal en PC, el uso de Voz sobre IP es amplio. Algunos desarrollos basados en Voz sobre IP son los siguientes:

- Asterisk : Es un software libre de Voz sobre IP para PBX : <http://www.asterisk.org/>
- Skype: Una aplicación estilo "Messenger" para PC que emplea Voz sobre IP. <http://www.skype.com/>
- Vonage : Es un proveedor de servicios para telefonía basado exclusivamente en Voz sobre IP : <http://www.vonage.com/>

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes, en lugar de enviarla en forma digital o analógica, a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como una compañía telefónica convencional o PSTN (sigla de Public Switched Telephone Network, Red Telefónica Pública Conmutada).

Los Protocolos que se usan para enviar las señales de voz sobre la red IP se conocen como protocolos de Voz sobre IP o protocolos IP. Estos pueden verse como aplicaciones comerciales de la "Red experimental de Protocolo de Voz" (1973), inventada por ARPANET.

El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo las redes de área local (LAN).

Es muy importante diferenciar entre Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía sobre IP.

VoIP es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en definitiva la tecnología que permite comunicar voz sobre el protocolo IP.

Ventajas

La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente la cual pueden usar para VoIP sin un costo adicional. Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

El desarrollo de codecs para VoIP (aLaw, G.729, G.723, etc.) ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos de cada vez menor tamaño. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda muy reducidos. Junto con el

avance permanente de las conexiones ADSL en el mercado residencial, éste tipo de comunicaciones, están siendo muy populares para llamadas internacionales.

Hay dos tipos de servicio de PSTN a VoIP: "Discado Entrante Directo" (Direct Inward Dialling: DID) y "Números de acceso". DID conecta a quien hace la llamada directamente al usuario VoIP mientras que los Números de Acceso requieren que este introduzca el número de extensión del usuario de VoIP. Los Números de acceso son usualmente cobrados como una llamada local para quien hizo la llamada desde la PSTN y gratis para el usuario de VoIP.

Estos precios pueden llegar a ser hasta 50 veces más económicos que los precios de operadores locales.

Funcionalidad

VoIP puede facilitar tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono VoIP en un viaje y en cualquier sitio conectado a Internet se podría recibir llamadas.

Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario VoIP.

Los agentes de Call center usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.

Algunos paquetes de VoIP incluyen los servicios extra por los que PSTN¹² (Red Publica Telefónica Conmutada) normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de 3 a la vez, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamada.

Móvil

Los usuarios de VoIP pueden viajar a cualquier lugar en el mundo y seguir haciendo y recibiendo llamadas de la siguiente forma:

Los suscriptores de los servicios de las líneas telefónicas pueden hacer y recibir llamadas locales fuera de su localidad. Por ejemplo, si un usuario tiene un número

¹² **PSTN** La red telefónica pública conmutada (Public Switched Telephone Network) es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar y establece así un circuito con el receptor de la llamada, garantiza la calidad del servicio (QoS) al dedicar el circuito a la llamada hasta que se cuelga el teléfono.

telefónico en la ciudad de Nueva York y está viajando por Europa y alguien llama a su número telefónico, esta se recibirá en Europa. Además si una llamada es hecha de Europa a Nueva York, esta será cobrada como llamada local, por supuesto el usuario de viaje por Europa debe tener una conexión a Internet disponible.

Los usuarios de Mensajería Instantánea basada en servicios de VoIP pueden también viajar a cualquier lugar del mundo y hacer y recibir llamadas telefónicas.

Los teléfonos VoIP pueden integrarse con otros servicios disponibles en Internet, incluyendo videoconferencias, intercambio de datos y mensajes con otros servicios en paralelo con la conversación, audio conferencias, administración de libros de direcciones e intercambio de información con otros (amigos, compañeros, etc).

Repercusión en el comercio

La Voz sobre IP está abaratando las comunicaciones internacionales y mejorando por tanto la comunicación entre proveedores y clientes, o entre delegaciones del mismo grupo.

Asimismo la voz sobre IP se está integrando, a través de aplicaciones específicas, en portales web. De esta forma los usuarios pueden solicitar una llamada de X empresa o programar una llamada para una hora en concreto, que se efectuará a través de un operador de Voz IP normalmente.

Por su estructura el estándar proporciona las siguientes ventajas:

Permite controlar el tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan las siguientes ventajas adicionales:

Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.

Es independiente del hardware utilizado.

Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.

Permite la integración de Vídeo y TPV.

VoIP no es un servicio, es una tecnología.

En muchos países del mundo, IP ha generado múltiples discordias, entre lo territorial y lo legal sobre esta tecnología, está claro y debe quedar en claro que la tecnología de VoIP no es un servicio como tal, sino una tecnología que usa el Protocolo de Internet (IP) a

través de la cual se comprimen y descomprimen de manera altamente eficiente paquetes de datos o datagramas, para permitir la comunicación de dos o más clientes a través de una red como la red de Internet. Con esta tecnología pueden prestarse servicios de Telefonía o Videoconferencia, entre otros.

Arquitectura de red de VoIP

El propio Estándar define tres elementos fundamentales en su estructura:

Terminales: son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

Gatekeepers: son el centro de toda la organización VoIP y serían el sustituto para las actuales centrales. Normalmente implementadas en software, en caso de existir todas las comunicaciones pasarían por él.

Gateways: se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario.

Con estos tres elementos, la estructura de la red VoIP podría ser la conexión de dos delegaciones de una misma empresa. La ventaja es inmediata: todas las comunicaciones entre las delegaciones son completamente gratuitas. Este mismo esquema se podría aplicar para proveedores, con el consiguiente ahorro que esto conlleva.

Protocolos de VoIP: son los lenguajes que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

Por orden de antigüedad (de más antiguo a más nuevo):

H.323 - Protocolo definido por la ITU-T;

SIP - Protocolo definido por la IETF;

Megaco (También conocido como H.248) y MGCP - Protocolos de control;

Skinny Client Control Protocol - Protocolo propiedad de Cisco;

MiNet - Protocolo propiedad de Mitel;

CorNet-IP - Protocolo propiedad de Siemens;

IAX - Protocolo original para la comunicación entre PBXs Asterisk (Es un estándar para los demás sistemas de comunicaciones de datos, actualmente está en su versión 2, IAX2);

Skype - Protocolo propietario peer-to-peer utilizado en la aplicación Skype;

IAX2 - Protocolo para la comunicación entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX;

Jingle - Protocolo abierto utilizado en tecnología Jabber;

MGCP- Protocolo propietario de Cisco;

weSIP- Protocolo licencia gratuita de VozTelecom.

Como hemos visto VoIP presenta una gran cantidad de ventajas, tanto para las empresas como para los usuarios comunes. La pregunta sería ¿por qué no se ha implantado aún esta tecnología? A continuación analizaremos los aparentes motivos, por los que VoIP aún no se ha impuesto a las telefonías convencionales.

Parámetros de la VoIP

Este es el principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas las aplicaciones de IP. Garantizar la calidad de servicio sobre Internet, que solo soporta "mejor esfuerzo" (best effort) y puede tener limitaciones de ancho de banda en la ruta, actualmente no es posible; por eso, se presentan diversos problemas en cuanto a garantizar la calidad del servicio.

En base a la topología que se muestra a continuación:

Considerando que todos los equipos presentes en dicha topología cumplen la RFC 1191. Determina el número de segmentos que se generan al mandar un paquete TCP con 1500 bytes de datos desde la máquina 'A' a la máquina 'E':

Número, tipo y código de paquetes ICMP.

Indica la MTU del camino de camino completo.

La MTU del camino completo es la MTU¹³ más pequeña de toda la red, la subred que contiene la MTU más pequeña es la que existe entre la máquina B y D que es de 500 bytes, como se muestra en la figura 1.52.

¹³ **MTU** es la unidad máxima de transferencia (Maximum Transfer Unit) es un término de redes de computadoras que expresa el tamaño en bytes de la unidad de datos más grande que puede

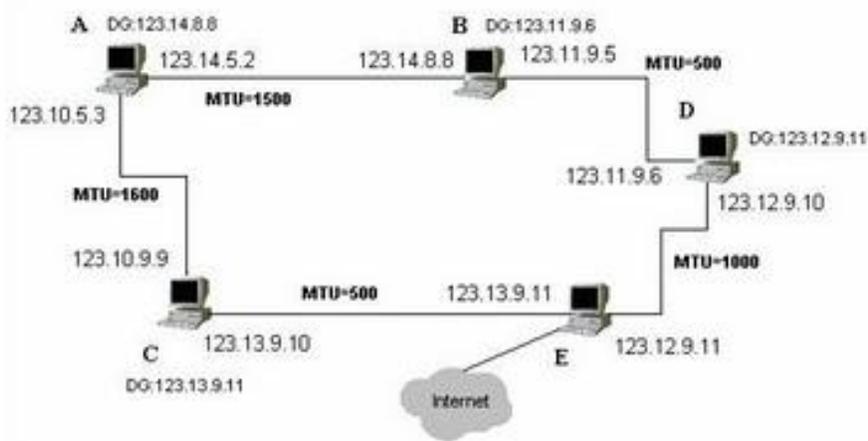


Figura 1.52 Ejemplo de MTU camino completo de la red.

Una vez determinada la MTU del camino, mostrar la longitud total de cada paquete TCP construido en la fragmentación al mandar un paquete TCP original con 1500 bytes de datos.

Indicar la estructura (cabeceras incluidas) de la trama Ethernet en la que se encapsulan los paquetes.

Protocolo de Control de Transmisión

TCP es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, (es decir, el protocolo IP). Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6 (para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP). TCP es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión.

Las principales características del protocolo TCP son las siguientes:

enviarse usando un Protocolo de Internet. Los datagramas pueden pasar por varios tipos de redes con diferentes tamaños aceptables antes de llegar a su destino. Por tanto, para que un datagrama llegue sin fragmentación al destino, ha de ser menor o igual que el mínimo MTU de las redes por las que pase.

- Permite colocar los datagramas nuevamente en orden cuando vienen del protocolo IP.
- Permite que el monitoreo del flujo de los datos y así evita la saturación de la red.
- Permite que los datos se formen en segmentos de longitud variada para "entregarlos" al protocolo IP.
- Permite multiplexar los datos, es decir, que la información que viene de diferentes fuentes (por ejemplo, aplicaciones) en la misma línea pueda circular simultáneamente.
- Permite comenzar y finalizar la comunicación amablemente.

El objetivo de TCP

Con el uso del protocolo TCP, las aplicaciones pueden comunicarse en forma segura (gracias al sistema de acuse de recibo del protocolo TCP) independientemente de las capas inferiores. Esto significa que los routers (que funcionan en la capa de Internet) sólo tienen que enviar los datos en forma de datagramas, sin preocuparse con el monitoreo de datos porque esta función la cumple la capa de transporte (o más específicamente el protocolo TCP).

Durante una comunicación usando el protocolo TCP, las dos máquinas deben establecer una conexión. La máquina emisora (la que solicita la conexión) se llama cliente, y la máquina receptora se llama servidor. Por eso es que decimos que estamos en un entorno Cliente-Servidor.

Las máquinas de dicho entorno se comunican en modo en línea, es decir, que la comunicación se realiza en ambas direcciones.

Para posibilitar la comunicación y que funcionen bien todos los controles que la acompañan, los datos se agrupan; es decir, que se agrega un encabezado a los paquetes de datos que permitirán sincronizar las transmisiones y garantizar su recepción.

Otra función del TCP es la capacidad de controlar la velocidad de los datos usando su capacidad para emitir mensajes de tamaño variable. Estos mensajes se llaman segmentos.

Longitud total de cada paquete TCP construido en la fragmentación al mandar un paquete TCP original con 1500 bytes de datos, 8 bits es el equivalente a 1 Byte, a continuación se muestra en la figura 1.53 como se fragmenta.

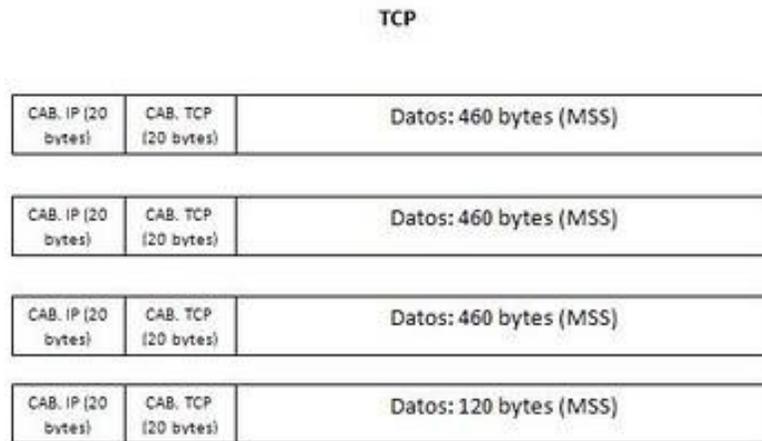


Figura 1.53 Forma de dividir un mensaje de datos en paquetes TCP.

A continuación se muestra el tamaño de la capacidad de almacenamiento aproximada en Byte.

| | |
|--------|--|
| 1 B | Una letra. |
| 10 B | Una o dos palabras. |
| 100 B | Una o dos frases |
| 1 kB | Una historia muy corta. |
| 10 kB | Una página de enciclopedia (tal vez con un dibujo simple). |
| 100 kB | Una fotografía de resolución mediana. |
| 1 MB | Una novela. |
| 10 MB | Dos copias de la obra completa de Shakespeare. |
| 100 MB | 1 metro de libros en estantería. |
| 1 GB | Una furgoneta llena de páginas con texto. |

CAPÍTULO 2

INTERCONEXIÓN Y MANTENIMIENTO A LA RED DE MCM TELECOM

2.1 Triple Play en México

Podemos decir que el desarrollo tecnológico enfocándonos en el Triple Play en México ha conseguido integrar ó hacer converger Voz, Video y Datos mediante los protocolos de comunicación de las redes IP y algunos otros protocolos auxiliares.

Con la digitalización de los medios antes mencionados, se ha conseguido transmitir la señal por un mismo canal y al hablar de digitalización nos estamos refiriendo a que la Voz, el Video y los Datos son convertidos en paquetes que pueden ser fácilmente identificados por los equipos de transmisión y Recepción (Módems¹), en los cuales cada paquete cuenta con la prioridad y la calidad de servicio de transmisión que la señal requiere, evitando la perdida parcial o total del mismo.

El avance que actualmente se tiene en México sobre este tema ya es alentador y en todos los casos se han realizado mediante alianzas entre operadores de telecomunicaciones en México, Telmex sigue siendo el proveedores de telecomunicación más grande de México. Se contempla que en breve también entre en la pelea del Triple Play la Comisión Federal de Electricidad (CFE), quien solo podrá ser proveedor de los Carriers esto es, arrendará su infraestructura a las Operadoras que quieran ofrecer el servicio, pero que no cuentan con una red por la cual lo puedan llegar al usuario Final.

Desarrollo

Hace algunos años sólo se contemplaba como un sueño el poder manejar la telefonía, Internet y televisión de paga por un sólo medio de comunicación (la Convergencia de Medios), aunque ya existen estos servicios en la gran mayoría de los países todavía son manejados por separado, pero hoy en día esta integración ya es una realidad, el llamado Triple Play, pero sin duda tiene sus complicaciones.

Con la digitalización de las llamadas telefónicas, se integra la tecnología digital al mundo de las telecomunicaciones, la voz es captada por un convertidor que la transforma en señal de ceros y unos código binario (datos) que viajan a través del cable, para que

¹ Un **módem** es un dispositivo que sirve para enviar una señal llamada moduladora mediante otra señal llamada portadora. Se han usado módems desde los años 60, principalmente debido a que la transmisión directa de las señales electrónicas inteligibles, a largas distancias, no es eficiente, por ejemplo, para transmitir señales de audio por el aire, se requerirían antenas de gran tamaño para su correcta recepción. Beltrao, A. Redes de computadoras y protocolos. P 85.

posteriormente del otro extremo vuelvan a ser convertidos en la voz que la originó inicialmente, para esto lo único que se requiere comprender es que a través de los cables, en lugar de viajar impulsos eléctricos sujetos a las condiciones del medio, ahora viajan ceros y unos que por la velocidad a la que lo hacen y son interpretados resulta algo instantáneo que a fin de cuentas nos ofrece una mejor calidad en el servicio, la facilidad de transmitirla por una gran variedad de medios y tener una mayor cobertura.

Como un ejemplo de esta tecnología digital, podemos mencionar la nueva televisión en alta definición la cual maneja el mismo concepto de ceros y unos, con el fin de recibir una imagen sin problemas y libre de errores.

Por contraparte IPTV se vale de una red de paquetes para ser transportada, por lo que podríamos considerar a IPTV un servicio en capa de aplicación en el modelo OSI. La difusión de contenidos de TV en redes IP se vale de técnicas de multidifusión, que hoy pueden ser implementadas en redes IP.

Las conexiones a Internet desde que se hacían con rudimentarios módems análogos (aparato que convertía los datos entre computadoras) hasta los más modernos enlaces de banda ancha, comparten su procesamiento binario esto es el envío de datos. Así han seguido la telefonía celular la televisión por satélite y recientemente, también el servicio de televisión por cable, como se muestra en la figura 2.1.

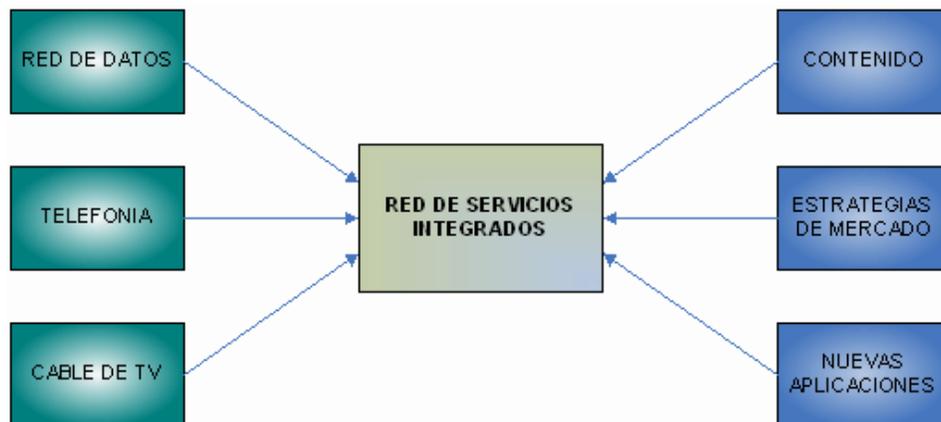


Figura 2.1 Tendencia de las comunicaciones

Para poder ofrecer los tres servicios en México hay que cumplir con tres requisitos para que se le otorgue el permiso de contar con portabilidad numérica, interconexión e interoperabilidad de redes.

Esta tendencia de Integración es el futuro de las Redes en donde:

Conexión, desconexión, transferencia de llamadas, llamada en espera, identificador de llamadas, etc.

Procesamiento básico de llamadas

Correo de Voz

Aplicaciones de Mensajes

Remarcación automática

Directorios

Presencia

Recepción automática

Privacidad

Centros de contacto

Aplicaciones avanzadas de procesamiento de llamadas

La VOZ Integra:

Video sobre demanda

Televisión por cable

Videoconferencias

Multimedia Interactiva

El VIDEO Integra:

Servicio de Internet

Hospedaje de páginas

Transacciones

Cualquier operación de cómputo en forma distribuida

Los DATOS Integran:

La Tendencia de los proveedores de esta tecnología está orientado a ofrecer servicios cada vez más confiables y económicamente mas atractivos, lo cual tendría un gran beneficio para el consumidor final y a su vez estos proveedores obtendrían:

- Aumentar la penetración en mercado
- Mejorar la retención de sus clientes
- Incrementar sus ingresos por usuario
- Y por último aumentar la rentabilidad de sus empresas.

2.1.1 Evolución de las redes a nivel mundial

En la figura 2.2 podemos ver la evolución que se ha tenido en el mundo de las Redes, aquí podemos ver como el Protocolo de comunicación IP prevalece como el protocolo que puede hacer posible la transmisión en las Redes de Nueva Generación.

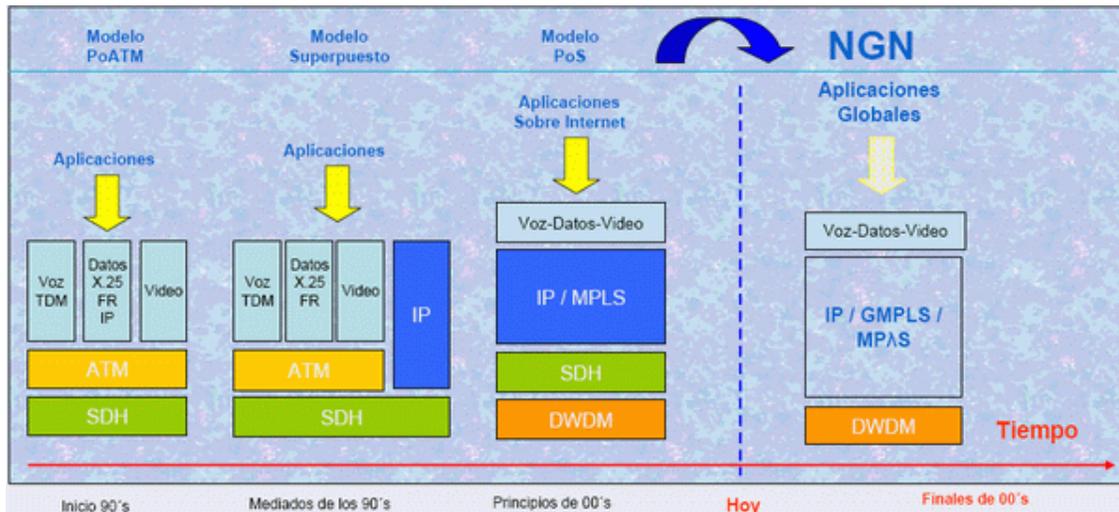


Figura 2.2 Evolución en el mundo de las redes.

Inicio de los 90's: Todo se manejaba en forma separada

Medios de los 90's: El protocolo IP es más efectivo que TDM²

Se tiene un crecimiento importante de las aplicaciones de IP

Transmisión Masiva de Voz, Datos y Video

Principio de 00's: Se tienen los beneficios de MPLS

Comienzan las redes de transporte basadas en DWDM³

Es el estallido del Internet.

Hoy en día: Es la etapa de convergencia de Redes, tecnológicas y Servicios

Aplicaciones Globales Móvil / Fijo

² La **multiplexación por división de tiempo** (TDM) es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de trasmisión. De Prycker, M. "Asynchronous Transfer Mode solution for Broadband ISDN", 112.

³ **Multiplexación por división de longitud de onda** (WDM, Wavelength Division Multiplexing) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED. El dispositivo que une las señales se conoce como multiplexor mientras que el que las separa es un demultiplexor. Con el tipo adecuado de fibra puede disponerse un dispositivo que realice ambas funciones a la vez. Ibidem, 155.

"El uso de protocolos MPLS (Multi Protocol Level Switching), unida a la gran capacidad soportada por las redes ópticas basadas en DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), se muestra como una combinación ideal para afrontar el reto de las futuras redes convergentes. Esta combinación se refleja en lo que se ha dado en llamar MPLS (Multi-Protocol Lambda⁴ Switching), o más comúnmente, GMPLS (Generalized Multi-Protocol Level Switching)".

En síntesis, GMPLS es una evolución del MPLS, que tiene el objetivo de ser utilizado no sólo por dispositivos de conmutación de paquetes. GMPLS puede verse por tanto, como un integrador de las arquitecturas ópticas, de datos como tal su desarrollo necesita de mejoras de la señalización y de los protocolos de encaminamiento IP; actualmente existentes para extenderlos al entorno óptico.

Multiprotocol Label Switching

MPLS Por sus siglas en inglés (Multiprotocol Label Switching) Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas, es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF y definido en el RFC 3031. Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

Es una nueva tecnología de conmutación creada para proporcionar circuitos virtuales en las redes IP, sobre las que introduce una serie de mejoras:

- Redes privadas virtuales.
- Ingeniería de tráfico.
- Mecanismos de protección frente a fallos.
- Características básicas y funcionamiento

La tecnología MPLS ofrece un servicio orientado a conexión:

- Mantiene un «estado» de la comunicación entre dos nodos.
- Mantiene circuitos virtuales

Arquitectura MPLS

Elementos

⁴ La letra lambda (λ) es usada en comunicaciones como símbolo para representar, la longitud de onda de una señal. Bates R. J. "Wireless Networked Communications", 68.

- LER (Label Edge Router): elemento que inicia o termina el túnel (pone y quita cabeceras). Es decir el elemento de entrada/salida a la red MPLS. Un router de entrada se conoce como Ingress Router y uno de salida como Egress Router. Ambos se suelen denominar Edge Label Switch Router ya que se encuentran en los extremos de la red MPLS.
- LSR (Label Switching Router): elemento que conmuta etiquetas.
- LSP (Label Switched Path): nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC), es decir del túnel MPLS establecido entre los extremos. A tener en cuenta que un LSP es unidireccional.
- LDP (Label Distribution Protocol): un protocolo para la distribución de etiquetas MPLS entre los equipos de la red.
- FEC (Forwarding Equivalence Class): nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta. Subconjunto de paquetes tratados del mismo modo por el conmutador.

La figura 2.3 muestra la Cabecera MPLS



Figura 2.3 Cabecera MPLS.

Donde:

- Label (20 bits): Es la identificación de la etiqueta.
- Exp (3 bits): Llamado también bits experimentales, también aparece como QoS en otros textos, afecta al encolado y descarte de paquetes.
- S (1 bit): Del inglés stack, sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay mas etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía.
- TTL (8 bits): Time-to-Live, misma funcionalidad que en IP, se decrementa en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

Synchronous Digital Hierarchy

SDH (Jerarquía Digital Sincrónica) es:

- Un estándar internacional para redes ópticas de telecomunicaciones de alta capacidad.
- Un sistema de transporte digital sincrónico diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica y flexible para redes de telecomunicaciones.

En los últimos años, los desarrollos realizados en fibras ópticas y semiconductores que se han aplicado a la transmisión de señales, han provocado por un lado una notable evolución técnica y económica y por otro la transición de analógica a digital.

La clave para satisfacer los requerimientos crecientes de flexibilidad en las redes de comunicaciones es la utilización de la técnica de multiplexado sincrónico, a diferencia del asincrónico (o plesiócrono) actual.

DWDM es el acrónimo en inglés, de Dense wavelength Division Multiplexing, que significa Multiplexación por división en longitudes de onda densas. DWDM es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda de (1550 nm).

DWDM es un método de multiplexación muy similar a la Multiplexación por división de frecuencia que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales. Se trata de una técnica de transmisión muy atractiva para las operadoras de telecomunicaciones ya que les permite aumentar su capacidad sin tender más cables ni abrir zanjas. Para transmitir mediante DWDM es necesario dos dispositivos complementarios: un multiplexador en lado transmisor y un demultiplexador en el lado receptor. A diferencia del CWDM, en DWDM se consigue mayor números de canales ópticos reduciendo la dispersión cromática de cada canal mediante el uso de un láser de mayor calidad, fibras de baja dispersión o mediante el uso de módulos DCM "Dispersion Compensation Modules". De esta manera es posible combinar más canales reduciendo el espacio entre ellos. Actualmente se pueden conseguir 40, 80 o 160 canales ópticos separados entre si 100 GHz, 50 GHz o 25 GHz respectivamente.

2.1.2 Triple Play en la República Mexicana

El Triple Play en México ya es una realidad, actualmente se cuenta con este Servicio en algunas ciudades de la República como son, Tijuana (Cablemas en alianza con Axtel ofrecen este servicio), en Querétaro (Proporcionado por Maxcom en alianza con Megacable), Toluca (Maxcom en alianza con Cablenet) y en Guadalajara (Megacable en alianza con Bestel), en Monterrey Yoo es una estrategia de mercadotecnia con la que, por primera vez en la historia de las telecomunicaciones en México, cuatro firmas de cable (Cablevisión, Cablemás, Megacable y Cablevisión Monterrey) se unen para ofrecer un producto con un precio unificado y para ganarle terreno a Telmex, en la CD. De México es donde hay más competencia del Triple Play Telmex, Cablevisión, Maxcom, Axtel por mencionar algunas y se espera que la expansión llegue a otras ciudades de México, en

donde solo falta que entre en vigor el Acuerdo de Convergencia, que es el marco regulatorio tanto legal como técnico para esta modalidad.

Tanto los operadores de cable como los de telefonía están apostando fuertemente a este mercado, tratando de proporcionar el servicio lo antes posible y acaparar el mayor número de Usuarios Finales.

Pero también, es cierto que los clientes obtendrán un ahorro hasta del 25 %, dependiendo del número de servicios contratados, de la plazas en las que ya esta operando, el 15% de sus clientes tienen Triple Play, y el 32 % cuenta con el Doble Play, ya sea Teléfono e Internet, ó Teléfono y Televisión, como se ve en la figura 2.4.

| RED DE CABLE "TRIPLE PLAY" | | COMPETENCIA | |
|-------------------------------|-----|-------------|--------|
| TV de Paga | 220 | 300 | CABLE |
| Internet | 200 | 250 | DSL |
| Teléfono | 150 | 180 | TELMEX |
| TOTAL | 570 | 730 | TOTAL |

Figura 2.4 Esquema comparativo de los servicios ofrecidos aproximados.

Comparativo de las tarifas entre México y Estados Unidos

De acuerdo con un comparativo hecho por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel) sobre las tarifas del servicio triple play (telefonía, internet y televisión de paga en un paquete) entre los países que conforman el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), hay ofertas comerciales en México más baratas que las de Estados Unidos y Canadá.

En esta lista el servicio más caro es ofrecido en Estados Unidos por BellSouth, con un costo de 117.6 dólares al mes, mientras que el más barato es el que tiene Maxcom en Puebla, por 60.5 dólares mensuales.

Este paquete incluye renta básica, llamadas locales y de larga distancia nacional ilimitada, servicio de televisión restringida e internet de banda ancha para usuarios residenciales.

La entrada de Comisión Federal de Electricidad en el Triple Play

La CFE (Comisión Federal de Electricidad) quien ya esta en pruebas para poder entregar los servicios de Triple Play por medio de su infraestructura. Muchas de las empresas de cable ó telefonía que quieran ofrecer sus servicios de Triple Play, ya no tendrán que depender de las instalaciones de Teléfonos de México (TELMEX) para llagar a sus clientes.

La CFE no podrá directamente ofrecer los servicios de Triple Play, se limitará únicamente a arrendar su capacidad instalada a cualquier operador con el que se establezca algún acuerdo.

La Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) autorizó ya una concesión para que la CFE pueda transmitir señales a través de su red eléctrica a toda la República, sólo se esta en espera de que la SCT entregue la concesión.

No perdamos de vista que la CFE cuenta con una red eléctrica de 46,668 Kilómetros y atiende a 22.8 Millones de Clientes y una cobertura del 98% de los hogares Mexicanos, con esto se convertiría en el mayor proveedor de telecomunicaciones en el País, como se mencionó anteriormente, no pretende ser el proveedor de Internet para los usuarios finales, únicamente sería el "Carrier de Carriers" una empresa que renta su infraestructura existente.

Las Pruebas que esta llevando a cabo la CFE se están realizando con tecnología Power Line Comunication (PLC⁵), en donde estos sistemas permiten la transmisión de Voz, Video y Datos a través de las líneas Eléctricas. Así un usuario para poder accesar a Internet, Video ó Voz tendría que conectarse o enchufarse a un contacto eléctrico con la ayuda de un Modem Especial, como se muestra en la figura 2.5.

⁵ **Power Line Communications, PLC** se puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha. Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones (CINIT) de Mexico, 20 de Octubre de 2010, http://es.wikipedia.org/wiki/Power_Line_Communications

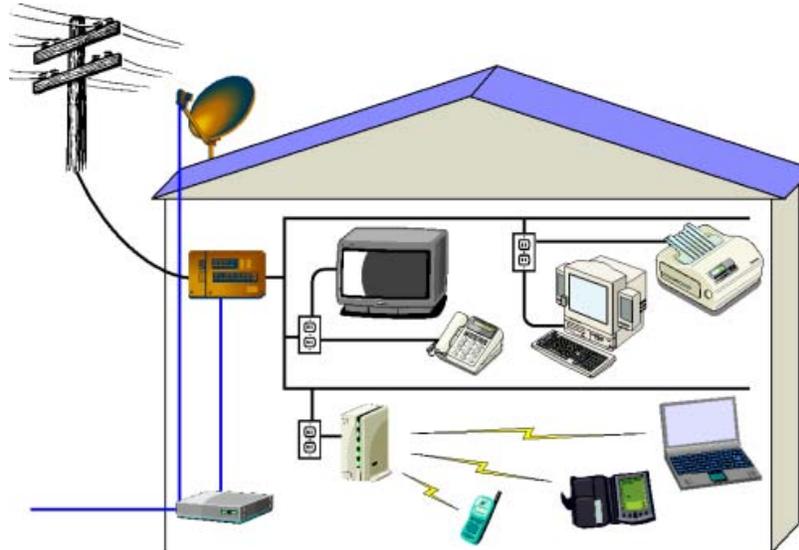


Figura 2.5 Muestra como sería la transmisión de Voz, Video y Datos a través de las líneas Eléctricas mediante el sistema PLC.

Hay varios aparatos de información, tales como televisores, computadoras de escritorio, teléfonos y así sucesivamente en una casa. Las comunicaciones por líneas de alimentación son una de las técnicas para conectar estos dispositivos en la casa.

Sin embargo, la línea de alimentación no es originalmente para el uso de comunicación, hay varios problemas técnicos para las comunicaciones a través de la línea eléctrica. Una de ellas es convivir con la comunicación inalámbrica existente y los sistemas de transmisión de energía. Además el ruido de los aparatos eléctricos puede llevar al deterioro de la calidad de la comunicación de línea de alimentación. Por lo tanto la característica de la línea de alimentación no se aclara como un medio de transmisión.

Por lo tanto estos problemas se están estudiando y realizando pruebas con el mecanismo para inducir la emisión radiada de las comunicaciones en la línea de alimentación y el mecanismo para eliminar el ruido mediante línea de energía.

PLC la tecnología que permite la transmisión de voz y datos a través de la red eléctrica existente. Este sistema posibilita actualmente la transmisión de información a velocidades de hasta 135 Mbps.

La red eléctrica es la más extensa del mundo, está formada por miles de kilómetros de cable, llega a más de 3.000 millones de personas y ofrece servicios incluso a aquellos lugares donde no hay teléfono. Utilizar esa extensa red para la transmisión de voz y

datos. Conectarse a Internet a gran velocidad y usar la línea telefónica en cualquier enchufe es una realidad tangible por medio de esta Tecnología.

En la actualidad, esta tecnología nos ofrece una alternativa a la banda ancha, ya que las PLC utilizan una infraestructura ya desplegada, como son los cables eléctricos. Basta un simple enchufe para estar conectado. Además ofrece una alta velocidad, suministra servicios múltiples con la misma plataforma y permite disponer de conexión permanente.

Adicionalmente al utilizar los cables eléctricos, como medio de transmisión, la instalación eléctrica domiciliaria se comporta como una red de datos en donde cada enchufe es un potencial punto de conexión al mundo de la Internet

Se espera que CFE entre en función con Triple Play este año, ya tiene pruebas exitosas realizadas en Morelia, Estado de México y Monterrey en un circuito cerrado, principalmente en localidades en donde se encuentran ubicados empleados de la empresa eléctrica.

En el ámbito legal también se esta librando una batalla en el cual la Ley Federal de Telecomunicaciones no ha sido capaz de evitar conductas anticompetitivas, al mismo tiempo que la Comisión Federal de Competencias (CFC) ha tenido un papel ineficaz para proteger la competencia desleal en algunas operadoras.

En otros países como Estado Unidos este recurso que quedó libre ha sido retomado por el gobierno para venderlo nuevamente, esto tiene beneficios para el país por que es un ingreso adicional y para el consumidor por que se crearán más y nuevos servicios de telecomunicaciones.

Conclusiones del sistema de PLC en México

Esta Nueva Generación de Redes también llamado Triple Play es algo que poco a poco nos va a ir envolviendo, obteniendo con esto las ventajas que esta tecnología traerá, ya que se podrá obtener ahorros considerables al contratar cualquiera de los servicios que maneja (Video, Telefonía ó Internet de banda ancha).

La tecnología del Triple Play es algo que ya está en funcionamiento en varios países del mundo e incluso en varios estados de la República Mexicana.

Como parte del avance tecnológico y en particular el avance de las redes bajo el Protocolo de comunicación IP, se han obtenido grandes avances hasta el punto en el que se puede entregar casi cualquier tipo medio de comunicación (TV de Paga, Radio, Telefonía e Internet), convergiendo en un mismo medio de transmisión "EL TRIPLE PLAY".

El Tiempo de espera para que los beneficios del Triple Play nos alcancen a todos, prácticamente ha terminado. Hablando en particular de México, ya inicio su incursión en esta tecnología y muy pronto se espera tener una de las tecnologías más avanzadas para la entrega de este servicio por medio de la infraestructura eléctrica, cosa que en otros países adelantados en el manejo del Triple Play no se ha podido lograr.

Esto nos demuestra que en el mundo de la Tecnología siempre hay algo nuevo del que podemos sacar provecho, el límite solo está en nuestra imaginación.

El mercado de las telecomunicaciones en México observa un gran dinamismo. No obstante, la gran crisis por la que atraviesa la economía mundial, el sector sigue creciendo. Si bien es cierto que el crecimiento observado es el menor en mucho tiempo, las acciones regulatorias implementadas por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), han contribuido a que el desarrollo del sector sea sostenido.

2.2 Operadores de Telecomunicaciones en México

Operadores de Telefonía Fija en México

1) Telmex es la compañía líder de telecomunicaciones en América Latina, perteneciente a Carlos Slim, con operaciones en México, Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Perú y Estados Unidos. Ha realizado inversiones sin precedente por unos 29 mil millones de dólares durante el periodo 1990-2005, para asegurar el crecimiento y la modernización de su infraestructura, desarrollando así una plataforma tecnológica 100% digital que opera una de las redes de fibra óptica más avanzadas a nivel mundial y que incluye conexiones vía cable submarino con 39 países. Ofrece paquetes de servicios de telefonía fija con llamadas de larga distancia ilimitadas y acceso a Internet desde \$599.00 Paquete Acerques con llamadas nacionales ilimitadas, 200 llamadas locales y acceso a Internet y \$999.00 por el paquete Todo México sin Límites con llamadas locales y nacionales ilimitadas, acceso a internet de 4gb. Estos paquetes son los que están permitiendo que Telmex siga siendo el más grande en México a pesar de la fuerte competencia que hay al haber surgido varias otras compañías de telefonía fija en México. Anteriormente, Telmex era la única compañía telefónica en México.

2) En Maxcom ofrecemos servicios de Telefonía local, Larga Distancia, Voz IP, Datos, Internet y Televisión a través de una infraestructura propia de vanguardia para crear soluciones de telecomunicación diseñadas para exceder las necesidades específicas de nuestros clientes y otorgarles mayores beneficios. Está entre las primeras tres compañías telefónicas de México.

3) Megacable es una empresa de servicios de cobertura nacional que va a la vanguardia en el ámbito de las telecomunicaciones. Es la número 1 en televisión por cable a escala nacional y la número 1 en el servicio de internet por cable en latinoamérica. Megacable cuenta con más de 750 mil suscriptores en el servicio de televisión por cable, más de 280 mil en Megared (Internet de Banda Ancha) y más de 20 mil en Megafón, nuestro servicio de telefonía. Actualmente están ganando una buena parte del mercado de la telefonía fija gracias a su paquete Yoo que incluye servicio de Teléfono, Televisión e Internet en la C.D. De Monterrey.

4) Cablevisión ofrece telefonía digital fija en el DF y zona metropolitana por medio del paquete y sus otros paquetes de servicio combos de televisión y teléfono fijo o televisión, teléfono e internet, cuanta con amplia cobertura en la C.D.

5) TELNOR Compañía Telefónica filial de Telmex que ofrece servicios de telefonía fija y acceso a Internet en Baja California Norte y Sur.

6) BESTEL De acuerdo con la información provista en su sitio web, Bestel está entre las 5 principales operadores de telecomunicaciones en México y recientemente se convirtió en filial del gigante de la televisión en México, Televisa. Cuentan con el servicio de telefonía local en las principales ciudades de México como: México D.F., Guadalajara, Monterrey, León y Puebla. Además ofrece el servicio de internet en las principales ciudades de México. La página web de Bestel no proporciona los precios ni la manera de contratar sus servicios de telefonía o internet, mucho menos la dirección o los teléfonos de sus sucursales para acudir a ellas y contratar una línea telefónica o el servicio de Internet.

7) Axtel se convirtió en la segunda compañía de telefonía fija en México al comprar a Avantel. Ofrecen servicio de telefonía fija local y larga distancia y acceso a Internet.

Operadores de Telefonía Móvil en México

1) Telcel es la empresa de telefonía celular líder en México con el mayor número de usuarios y la red de telefonía celular más grande del país. Cuentan con planes de renta

mensual y paquetes Amigo Kit que se manejan con tarjetas de prepago de 100, 200, 300 y 500 pesos. Tienen Amigo Kits desde \$299.00 pesos y promociones de mayor número de minutos en sus tarjetas amigo. En general es la compañía de telefonía celular más confiable en cuanto a cobertura. Muy recomendable para contratar celulares. El problema de Telcel y de todas la compañías de telefonía celular en México son los costos que genera hablar a celulares en tu recibo de telefonía fija con el famoso el que llama paga (044). Casi nadie quiere llamar a celulares a menos de que sea una emergencia por los altos costos que esto implica. Telcel ha tratado de contrarrestar este problema ofreciendo tarifas más bajas en Números Frecuentes de telcel a telcel y mensajes de texto gratis a familiares y amigos. Buen servicio y cobertura, confiable a la altura de cualquier compañía de telefonía celular del mundo y en ocasiones más confiable.

2) Nextel es la compañía más grande de México en telefonía móvil de negocios al contar con amplia cobertura y la gran ventaja de que los números son locales y por lo tanto las personas que te llaman no tienen que pagar nada más que la llamada local. Su servicio incluye la comunicación por radio (PTT) que representa una gran ventaja para ahorrar en llamadas. Cuentan con paquetes con minutos gratis en llamadas y radio ilimitado. El gran problema de Nextel son los requisitos que piden para contratar, ya que si uno no tiene tarjeta de crédito o está en el buró de crédito entonces hay que dejar un depósito. Aparte de estos pequeños inconvenientes, es una compañía muy recomendable para gente de negocios, ya que uno se puede ahorrar mucho dinero sabiendo utilizar el Nextel y sacándole todo el jugo que ofrece este magnífico servicio.

3) Movistar le pertenece a Telefónica Española y en México adquirió lo que era la Compañía de Telefonía Celular Pegaso. Es probablemente la segunda compañía de telefonía celular en México y también ofrece planes de renta fija y prepago. El problema con Movistar es la cobertura o quizás la percepción de mala cobertura que tenía Pegaso. Sólo se pueden recibir llamadas en el DF sin problema de cobertura y no en todas las zonas hay buena señal. Creo que Movistar ha solucionado muchos de estos problemas y ahora tiene una mejor red de telefonía celular en el país, pero es difícil quitarse esa mala imagen o percepción de mala cobertura.

4) Iusacell-Unefon es un proveedor de servicio PCS y celular inalámbrico en siete de las nueve regiones de México, incluyendo Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Tijuana, Acapulco, Puebla, León y Mérida. Las regiones de servicio de la compañía abarcan un total de aproximadamente 91 millones de POP, representando aproximadamente un 90% de la población total del país. Iusacell-Unefon está bajo la administración y control operacional de las filiales de Verizon Communications. Al

principio de la telefonía celular en México, Iusacell era la principal compañía, pero Telcel le comió el mandado con precio, cobertura y servicio. Ahora bajo una nueva administración, están tratando de llevarla nuevamente a los primeros lugares.

Operadores de Internet en México

1) El Principal Proveedor de Internet de Banda Ancha en México. Telmex es la compañía líder de telecomunicaciones en América Latina, con operaciones en México, Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Perú y Estados Unidos. Ha realizado inversiones sin precedente por unos 29 mil millones de dólares durante el periodo 1990-2005, para asegurar el crecimiento y la modernización de su infraestructura, desarrollando así una plataforma tecnológica 100% digital que opera una de las redes de fibra óptica más avanzadas a nivel mundial y que incluye conexiones vía cable submarino con 39 países.

Área de Cobertura: Todo México

2) E-GO Proveedor de internet de banda ancha portátil en México. E-go es internet portátil de alta velocidad, sin cables ni teléfonos. e-go es tu conexión a un internet más rápido, portátil y económico.

Área de Cobertura: Monterrey, México, D.F., Guadalajara, Toluca

3) CABLEVISION es una empresa mexicana filial del Grupo Televisa. Grupo Televisa es la compañía de medios de comunicación más grande en el mundo de habla hispana. Una de las principales participantes en la industria del entretenimiento. CABLEVISION, es líder en el mercado de servicios de televisión de paga e Internet de banda ancha dentro del D. F. y el área metropolitana. Proveedor de internet de banda ancha por medio de cable. También ofrece el servicio de telefonía fija

Área de Cobertura: Monterrey, México, D.F., Guadalajara, Toluca

4) Megacable Comunicaciones es una empresa de servicios de cobertura nacional a la vanguardia en el ámbito de las telecomunicaciones. Es la número 1 en televisión por cable a escala nacional y la número 1 en el servicio de internet por cable en Latinoamérica.

Megacable cuenta con más de 750 mil suscriptores en el servicio de televisión por cable, más de 280 mil en Megared (Internet de Banda Ancha) y más de 20 mil en Megafón, nuestro servicio de telefonía.

Área de Cobertura: Todo México

5) Telcel el servicio de Internet de Banda Ancha Móvil de Telcel le permite conectarse a Internet con velocidades de hasta 1.5Mbps a través de la red de Telcel, utilizando una laptop y una tarjeta de datos PCMCIA, Express Card o módem USB, lo que permite contar con una conexión de banda ancha completamente móvil.

Área de Cobertura: Todo México

6) Iusacell es un proveedor de servicio PCS⁶ y celular inalámbrico en siete de las nueve regiones de México, incluyendo Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Tijuana, Acapulco, Puebla, León y Mérida. Las regiones de servicio de la compañía abarcan un total de aproximadamente 91 millones de POP, representando aproximadamente un 90% de la población total del país. Iusacell está bajo la administración y control operacional de las filiales de Verizon Communications. Banda Ancha Móvil.

Área de Cobertura: Todo México

7) En Maxcom ofrecemos servicios de Datos, Internet y Televisión a través de una infraestructura propia de vanguardia para crear soluciones de telecomunicación diseñadas para exceder las necesidades específicas de nuestros clientes y otorgarles mayores beneficios.

8) Multimedios Redes Proveedor de Internet de banda ancha, televisión por cable y líneas digitales en el norte de México.

Área de Cobertura: Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas

2.3 Mantenimiento de la red de Fibra Óptica de MCM

Los empalmes de fibra óptica son uno de los elementos más importantes en la red de MCM o todas las redes, se utilizan para unir permanentemente las fibras ópticas en cable-cable para aplicaciones donde la distancia que ha de cubrir la línea de transmisión es mayor que los tramos de cable disponibles, o bien para unir pigtail⁷ con fibras ópticas de cables exterior para interconexiones en los equipos ópticos dentro de las centrales

⁶ EL término **PCS** (Personal Communications services) o Servicios Personales de Comunicación, es un servicio telefónico inalámbrico similar al servicio telefónico celular con un énfasis en el servicio personal y la movilidad.

⁷ El **pigatil** es la terminación de la fibra óptica durante todo su recorrido, es elemento utilizado para rematar la fibra en un distribuidor óptico y debe ser de la capacidad de las fibras que tenga cable. MEGACABLE COMUNICACIONES DE MEXICO, "MANUAL DE PLANTA EXTERNA", 1996, P. 188.

telefónicas. Los empalmes deben dar continuidad a la fibra óptica con la menor atenuación posible.

Para lo cual se requiere que los trabajos sean realizados por personal experimentado y equipo especial y calibrado.

La atenuación de los empalmes constituye un factor muy importante en el diseño de sistemas de fibra óptica, particularmente en enlaces de varios kilómetros.

Un requisito que debe cumplir el empalme es alinear de manera precisa los núcleos de las fibras por empalmar, de forma tal que la energía luminosa se propague con un mínimo de pérdidas.

Debido a que una bobina de cable de fibra óptica no llega a superar los 4Km de longitud, mientras que la distancia entre dos repetidoras o centrales puede ser de 30, 40 ó 60 Km, deben realizarse empalmes entre los tramos y entre cada final y los conectores.

Actualmente existen dos métodos para realizar un empalme:

- Empalme mecánico.
- Empalme por fusión (arco eléctrico).

Empalmes mecánicos

Los empalmes mecánicos suelen incluir un elemento de alineación de metal rígido, de vidrio o de cerámica, cuidadosamente fabricado dentro del cual se guían las dos fibras por medio de un canal común hasta quedar alineados los dos núcleos para posteriormente, con la aplicación de un pegamento especial, unir las fibras permanentemente.

Son empalmes rápidos, permanentes o temporales, que pueden usarse, por ejemplo para probar bobinas. Producen atenuaciones altas, del orden de 0.20 a 1dB.

Vienen rellenos con gel para mejorar la continuidad de la luz.

Pueden ser cilindros con un orificio central, o bandejitas cerradas con dos pequeñas llaves que nos permiten introducir las fibras.

A las fibras se les retira unos 3 cm del coating (color), se limpian con alcohol isopropílico, y luego se les practica un corte perfectamente recto a unos 5 o 6 mm, con un cortador (cutter o cleaver) especial, con filo de diamante.

Empalmes por fusión

El empalme por fusión consiste en la unión de dos fibra óptica utilizando un arco eléctrico para fundir sus extremos para que posteriormente, por medio de la tensión superficial, se produzca una unión casi invisible la cual debe estar libre de burbujas de aire y fisuras, son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles las fibras sin protección y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos. Ver figura 2.6.

Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB)



Figura 2.6 Empalmadora de fibra óptica utilizada para fusionar las fibras ópticas.

Procedimiento para realizar un empalme de fibra óptica por fusión:

Con una pinza especial (125 micrometros⁸) se pela unos 5 cm de coating (color)

Se limpia la fibra con un papel suave en alcohol isopropílico

⁸ El **micrómetro** o **micra** es la unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro. Su símbolo científico es μm . Un micrómetro, $1 \mu\text{m} = 0.000\,001 \text{ m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($1 \text{ m} = 1\,000\,000 \mu\text{m}$). Unidades de longitud, 19 de octubre de 2010, [http://es.wikipedia.org/wiki/Micrómetro_\(unidad_de_longitud\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Micrómetro_(unidad_de_longitud))

Se corta la fibra a unos 8 a 16mm con un cutter o cleaver, con hoja de diamante, apoyando la fibra dentro del canal, haciendo coincidir el fin del coating con la división correspondiente a la medida.

Una vez cortada, la fibra no se vuelve a limpiar ni tocar.

Repetir el procedimiento con la otra fibra.

En el display de la maquina empalmadora se verán las dos puntas, pudiéndose observar si el ángulo es perfectamente recto, sino fuera así la máquina no nos permitiría empalmar.

Presionando el botón de empalme, estando la empalmadora ajustada en automático, la misma procederá a alinear en los ejes "x" e "y", a acercar las puntas a la distancia adecuada.

Una vez cumplido esto, a través de un arco eléctrico dado entre dos electrodos, aplicará una corriente de prefusión durante el tiempo de prefusión y luego una corriente de fusión durante el tiempo. Luego hará una estimación del valor de atenuación resultante, ver figura 2.7.

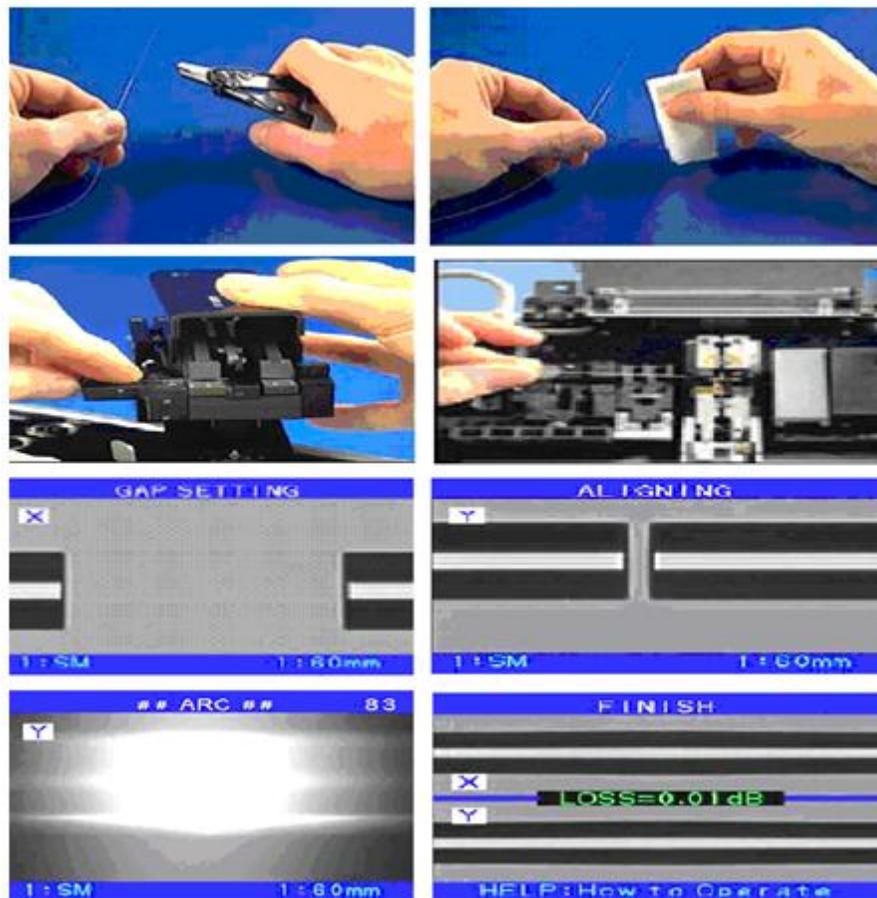


Figura 2.7 Proceso de empalme de una fibra por el método de fusión.

La atenuación en el empalme se puede ocasionar por efectos intrínsecos o extrínsecos.

La primera se debe a la variación de las características propias de la fibra como: diámetro del núcleo, apertura numérica, índice de refracción, que depende del proceso de fabricación y la segunda es ocasionada por la técnica de unión empleada, esto es: terminaciones defectuosas en el extremo de la fibra y por desalineamiento, los cuales pueden ser longitudinal (l), transversal (t), y angular (\emptyset). En donde el desalineamiento transversal es el más severo, es decir induce más atenuación.

Para la evaluación de la atenuación en un empalme se han desarrollado dos métodos: el primer método consiste en evaluar el acoplamiento de los haces de los campos modales, en el segundo las pérdidas se calculan evaluando el coeficiente de acoplamiento entre las fibras transmisora y receptora, siendo este último para la evaluación de empalmes por fusión de arco eléctrico.

Cierre o caja de empalme

Las fibras ópticas empalmadas y protegidas con manguitas termocontractiles en el caso de fusión, son alojadas en bandejas o charolas especiales y estas a su vez están contenidas en una caja o cierre fabricado a base de policarbonatos combinados de alta densidad y poliéster ignífugo, donde se sujeta el cable para dar protección mecánica a la parte preparada del cable (trazo).

Otras características del cierre de empalme son su hermeticidad, facilitar la continuidad de blindaje y conexión a tierra, así como ser reutilizable y de fácil acceso para intervenciones durante el mantenimiento preventivo o correctivo y cambios de la conformación de la red.

2.4 Red de fibra óptica de MCM local y larga distancia

Red de fibra óptica

Las redes de fibra óptica se emplean cada vez más en telecomunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia.

En las redes de comunicaciones por fibra óptica se emplean sistemas de emisión láser. Aunque en los primeros tiempos de la fibra óptica se utilizaron también emisores LED, están prácticamente en desuso.

Aplicaciones

Las redes de fibra óptica son ampliamente utilizadas para comunicación de larga distancia, proporcionando conexiones entre ciudades, países, transcontinentales y transoceánicas, ya que una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor o regenerador para recuperar su intensidad. En la actualidad los repetidores de los sistemas de transmisión por fibra óptica están separados entre sí unos 100 km. Frente a aproximadamente 1.5 km. En los sistemas eléctricos. Los amplificadores ópticos recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Una aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local, comúnmente abreviadas LAN, del idioma inglés Local Area Network. Las redes de área local están formadas por un conjunto de computadoras que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos, por ejemplo impresoras. Las computadoras de una red de área local están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros y suelen usarse en oficinas o campus universitarios. Una LAN permite la transferencia rápida y eficaz de información entre un grupo de usuarios y reduce los costos de explotación. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia o redes WAN y las centralitas particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, pero conectan entre sí computadoras separadas por distancias mayores, situadas en distintos lugares de datos de corta duración empleados por la mayoría de las aplicaciones informáticas. Al momento de conectar las WAN se realiza a través de sus interfaces seriales, para conectar router con pc a través de las interface ethernet.

2.4.1 Anillos de Fibra Óptica en la red de MCM

Una oficina central es un lugar donde clientes residenciales y comerciales se interconectan por medio de equipos de conmutación (de cómputo datos, telefonía e internet). Estos equipos pueden conectar tanto equipos locales como de larga distancia.

En MCM para lograr la provisión de diversidad en las rutas de transmisión se establecieron anillos interconectando las oficinas centrales tipo “Host”, utilizando las arquitecturas de anillos de dos ó cuatro fibras (“two-fiber bi-directional line switched ring” ó “four-fiber bi-directional line switched ring” BLSR). Estos tipos de arquitecturas nos permiten el uso más eficiente del ancho de banda, proveen la protección máxima para la supervivencia de la red y brindan mayor flexibilidad para el crecimiento de la misma.

Realizar los anillos de fibra óptica entre los nodos seleccionados con los nuevos equipos con arquitecturas de 2F ó 4F (BLSR), nos permiten una restauración automática “self-healing rings” (SHRs), en el caso de una avería en el cable de fibra óptica o del propio equipo. Estos anillos manejan una alta capacidad de tráfico simultáneo y proveen un 100% de supervivencia alrededor del mismo. Esta alternativa nos permite proveer diversidad y crecimiento inmediato en nuestra red.

El establecimiento de los anillos de cables de fibra óptica tiene varias ventajas:

Proveer diversidad de rutas de transmisión.

Con los anillos se logra establecer diversidad de rutas (dos o más) para lograr conexión desde un punto a otro. Esto hace que la red sea flexible y confiable debido a que en caso de una avería, la conexión se restablece por otra ruta. En muchos casos esto se realiza de forma automática, con un mínimo de interrupción de servicio inadvertido a nuestros clientes.

Proveer mayor ancho de banda para las demandas de nuevos servicios y aplicaciones.

Los anillos proveen mayor ancho de banda en nuestra red para la demanda de servicio. Esto incluye los servicios actuales y futuros.

Actualmente las nuevas aplicaciones en el campo de las computadoras requieren mayor velocidad para procesar los datos y más capacidad de transmisión. Estas son las razones que hacen necesario crear una red de transmisión que permita todas estas aplicaciones.

Utilizar nuevas tecnologías para crear una red de transmisión que permita la restauración automática.

Debido a la arquitectura de los anillos, se pueden implementar equipos con capacidad de restauración automática. Estos equipos se vigilan continuamente y en caso de una avería

en el cable de fibra óptica o del propio equipo, éste en ruta el tráfico por otro paso, de forma tal, que la interrupción en el servicio sea mínima.

De esta manera la red se torna más confiable según lo requieren nuestros clientes, servicios y aplicaciones actuales.

Servicios

Capacidad de transmisión de voz y datos.

Los anillos de fibra óptica permiten que nuestra compañía ofrezca servicios de transmisión de voz, datos o ambos. Los mismos pueden ser de carácter privado punto a punto, punto a multi-punto y servicios similares a los de cable TV y demanda de vídeo.

Capacidad de transmisión de canales de televisión de alta definición.

Debido a la implementación de nuevas tecnologías, los anillos permiten la transmisión de canales y enlaces a través del cable de fibra óptica de 144 hilos. Estos canales pueden ser con mayor calidad y estabilidad que los enlaces de Microondas o FSO.

Free Space Optics

El equipo FSO se utiliza para distancias desde 150 metros a 6 kilómetros y está disponible con una amplia gama de conexiones y velocidades. A diferencia de la radio o microondas, la zona requerida por el rayo es muy pequeña. Esto hace que el sistema de transmisión sea más seguro, no siendo posible utilizar mediciones en RF o analizadores de espectro para capturar una comunicación.

Empleando tanto LED o LÁSER, el equipo FSO puede trabajar a velocidades hasta 1 Gbps utilizando el aire como medio de transmisión sobre el cual la luz es transmitida. Se emplean los mismos conceptos que para los dispositivos que transmiten sobre fibra óptica, el resultado final de la transmisión es casi a la velocidad de la luz.

Un enlace FSO puede utilizarse en conjunto con multiplexores para el traspaso de tramas de voz, datos y video de forma simultánea. Dependiendo del tipo de servicios que se vayan a ampliar, la conexión al receptor se proporciona sobre cobre (para interfaces como E1, Ethernet o Fast Ethernet) o sobre fibra óptica (para servicios como ATM o SDH).

La principal restricción para los equipos FSO es tener una línea de visión clara. No debe haber obstrucción física entre los dos cabezales. El mayor obstáculo para los FSO son las condiciones climáticas. Las máximas distancias tienen que tener en cuenta la máxima cantidad de lluvia y la niebla que la zona pueda tener. La niebla está formada por finas gotas de lluvia, normalmente tienen un diámetro de unos pocos cientos de micras. Estas gotas se convierten en vapor y pueden alterar las características de transmisión. Para resolver los problemas relacionados con condiciones climáticas, hay que reducir la distancia entre los cabezales o ampliar la potencia del láser.

Empleando tanto LED o LÁSER, el equipo FSO puede trabajar a velocidades hasta 1 Gbps utilizando el aire como medio de transmisión sobre el cual la luz es transmitida. Se emplean los mismos conceptos que para los dispositivos que transmiten sobre fibra óptica, el resultado final de la transmisión es casi a la velocidad de la luz.

Red de fibra óptica Metropolitana en la ciudad de México

MCM cuenta con una red de fibra óptica en la ciudad de México compuesta por 8 anillos conocidos como CR (colector rings) y un Backbone llamado anillo principal que en total suman 255 kms. De un cable de fibra óptica de 144 hilos.

Los anillos son los siguientes:

En la figura 2.8 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Lomas.



Figura 2.8 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Lomas

En la figura 2.9 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Reforma

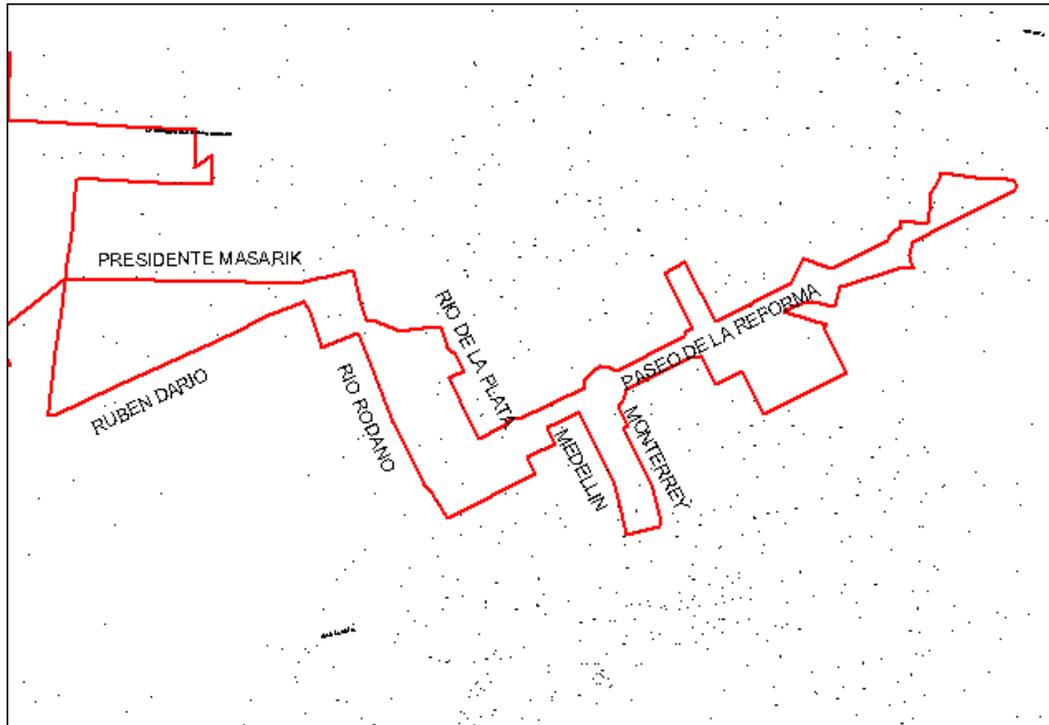


Figura 2.9 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Reforma.

En la figura 2.10 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Polanco

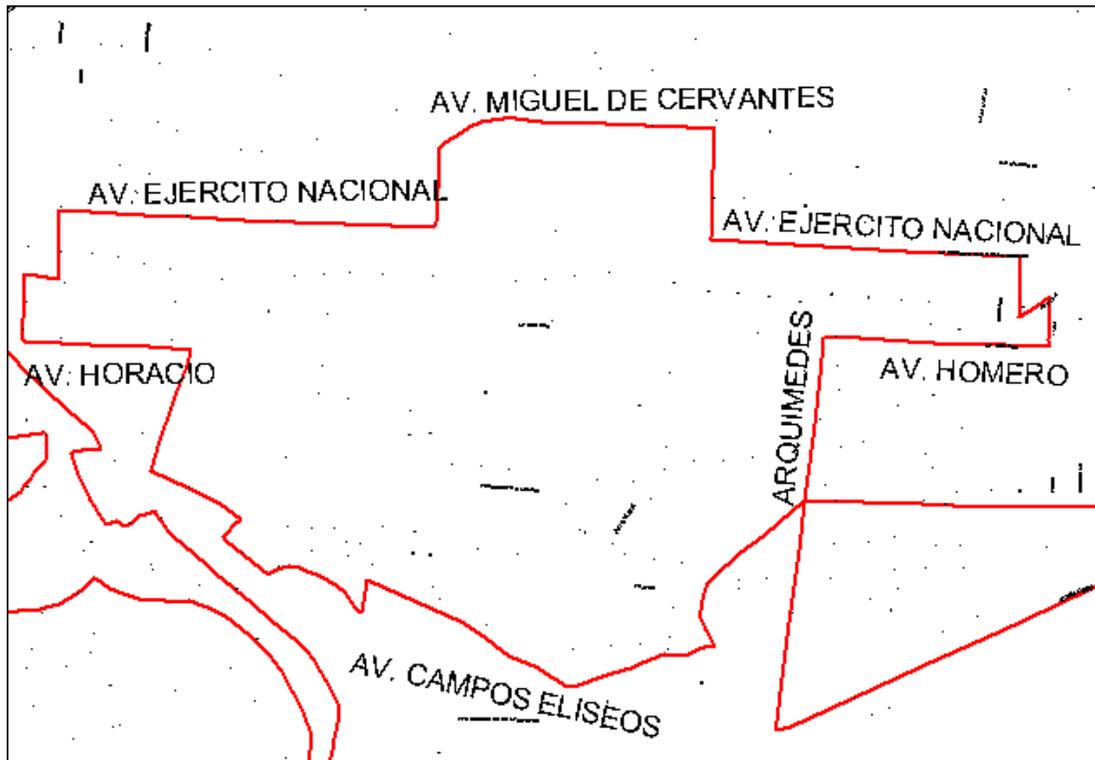


Figura 2.10 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Polanco.

En la figura 2.11 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Insurgentes

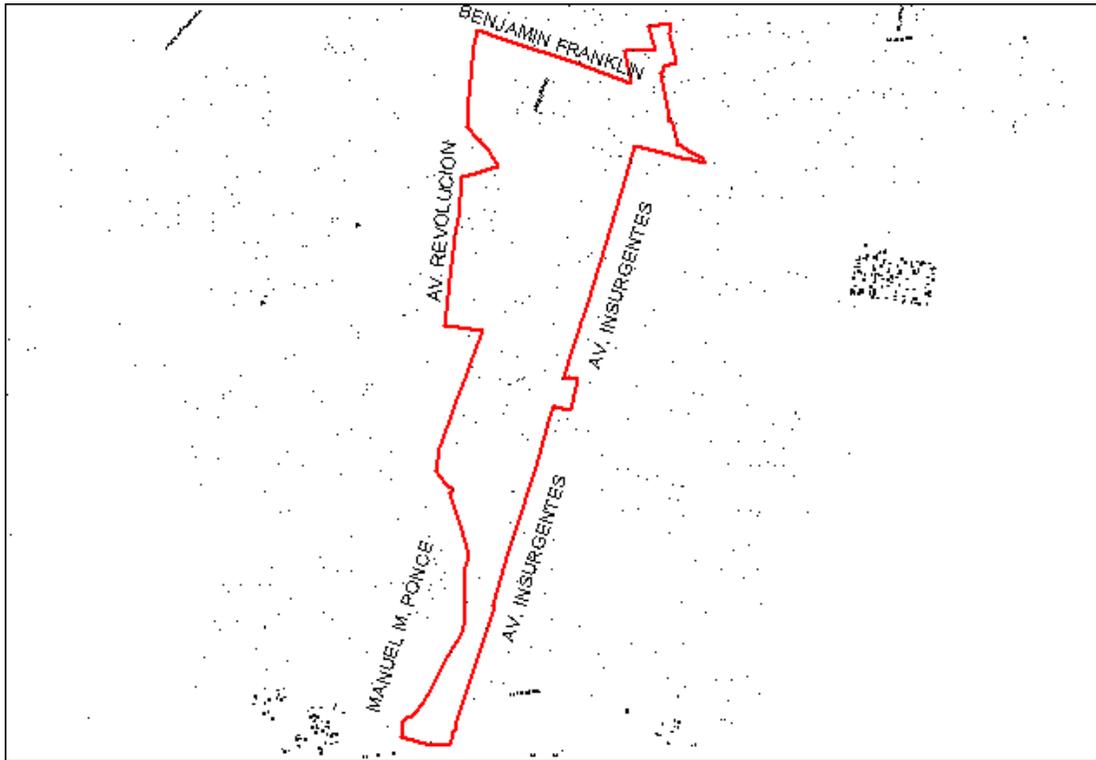


Figura 2.11 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Insurgentes.

En la figura 2.12 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Santa Fe

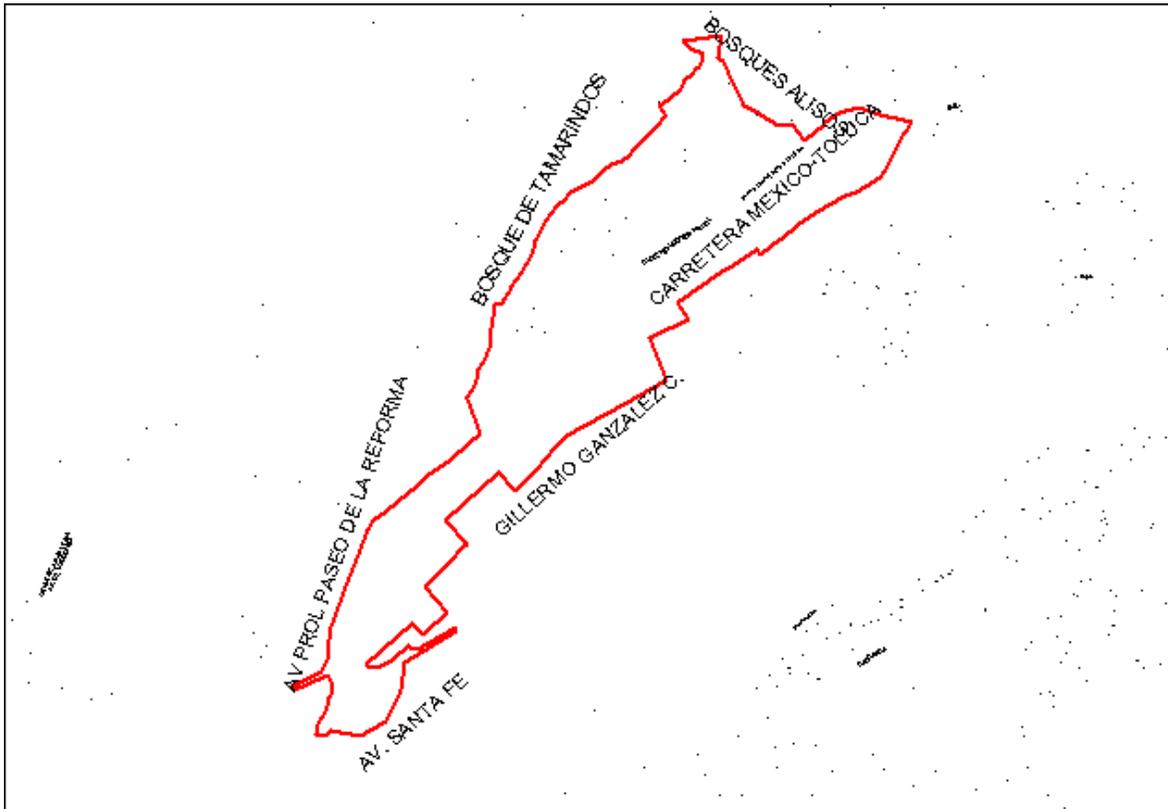


Figura 2.12 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Santa Fe.

En la figura 2.13 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Bosques



Figura 2.13 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Bosques.

En la figura 2.14 podemos observar el recorrido del cable de fibra óptica del Anillo Perisur

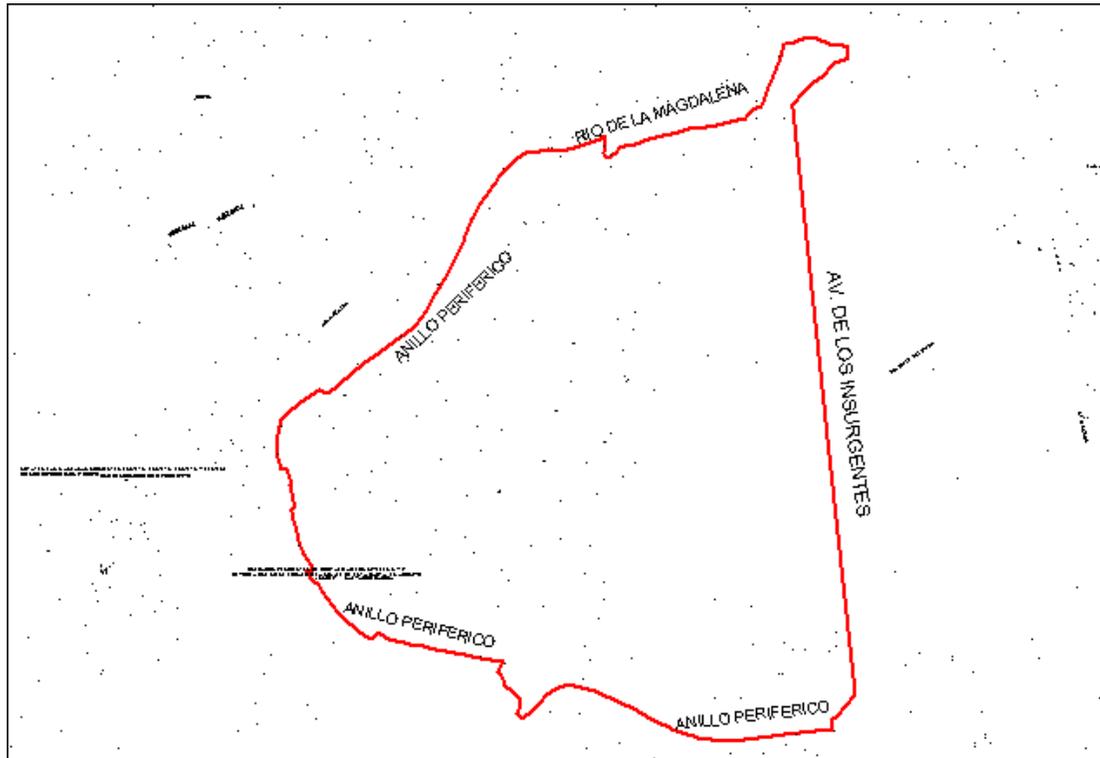


Figura 2.14 Ubicación del cable de fibra óptica en el anillo Perisur.

El backbone de fibra de MCM en la ciudad de México es conocido como el anillo principal que une los 8 anillos de fibra y con esta configuración se produce una redundancia o protección en todos los anillos y backbone, como se observa en la figura 2.15.

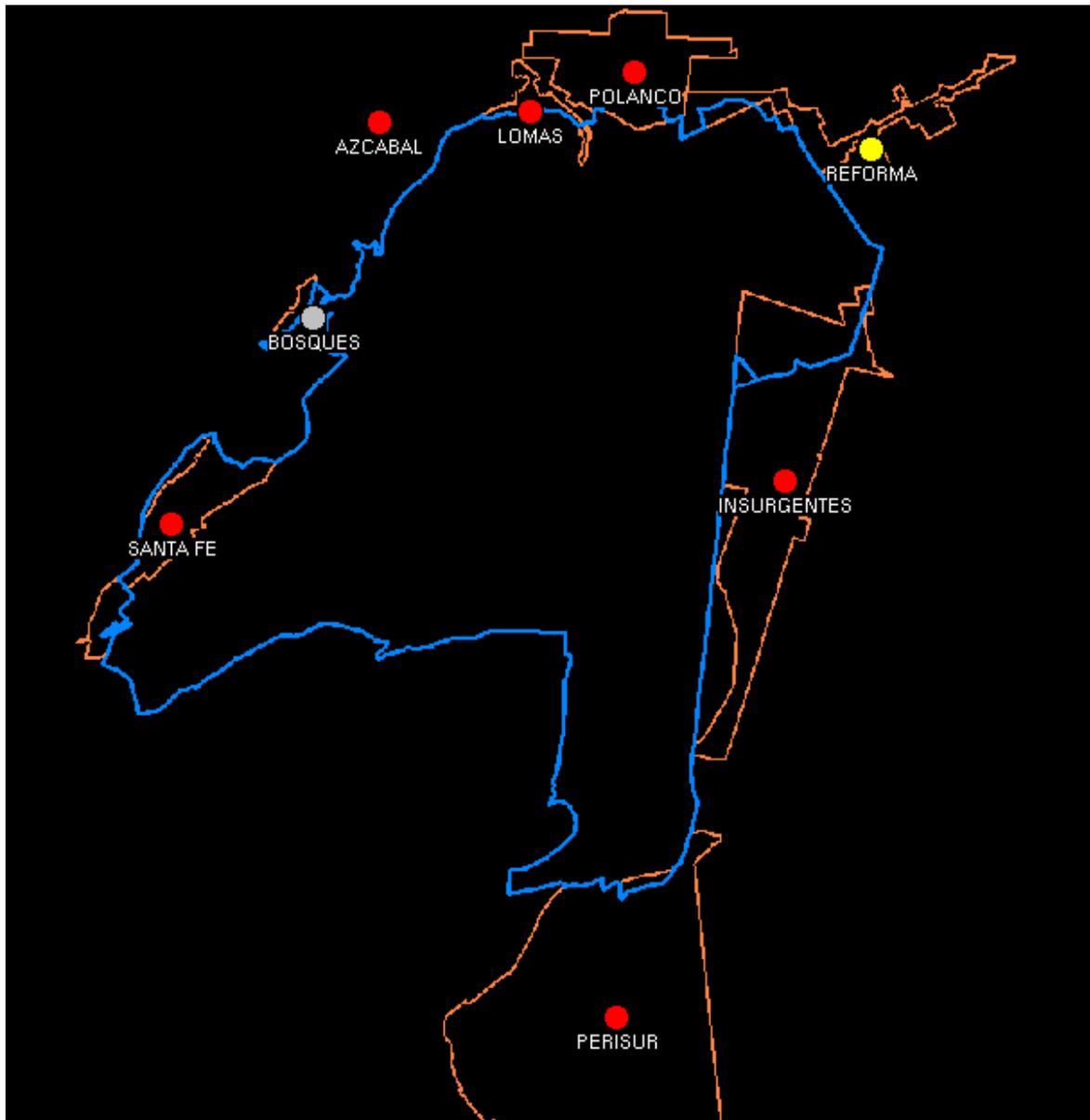


Figura 2.15 Ubicación del anillo principal y los anillos colectores.

Estos anillos recorren las colonias y avenidas más importantes de la ciudad de México y donde hay mayor captación de clientes potenciales y grandes corporativos y así se puede llevar a cabo la interconexión con edificios y derivación de nuevos clientes o conectar oficinas y corporativos de clientes potenciales.

De igual forma cuenta con acceso vía inalámbrica, tiene nodos inalámbricos algunos de ellos son Torre Latino, Hotel presidente, Hotel Nikko, Torre Arcos (Pantalon), Insurgentes 1228, Torre Marflo, Edificio GOR, Torre Jade, Edificio Iglesia, Reforma Plus, para los

clientes que requieran el servicio y estén alejados de la red de fibra óptica o que sea complicado realizar canalización y derivaciones con cable de fibra óptica.

Red de fibra óptica de MCM en la ciudad de Monterrey

En la ciudad de Monterrey MCM cuenta con una red de fibra óptica 24 kms. La cual está constituido por un solo anillo colector el cual recorre la zona industrial y de oficinas de la ciudad y ahí se encuentran oficinas corporativas que también tienen oficinas en la ciudad de México y así se realizan interconexiones de sus oficinas y redes LAN, la figura 2.16 podemos ver la topología lógica de la red de Monterrey, como están conectados los nodos y equipos.

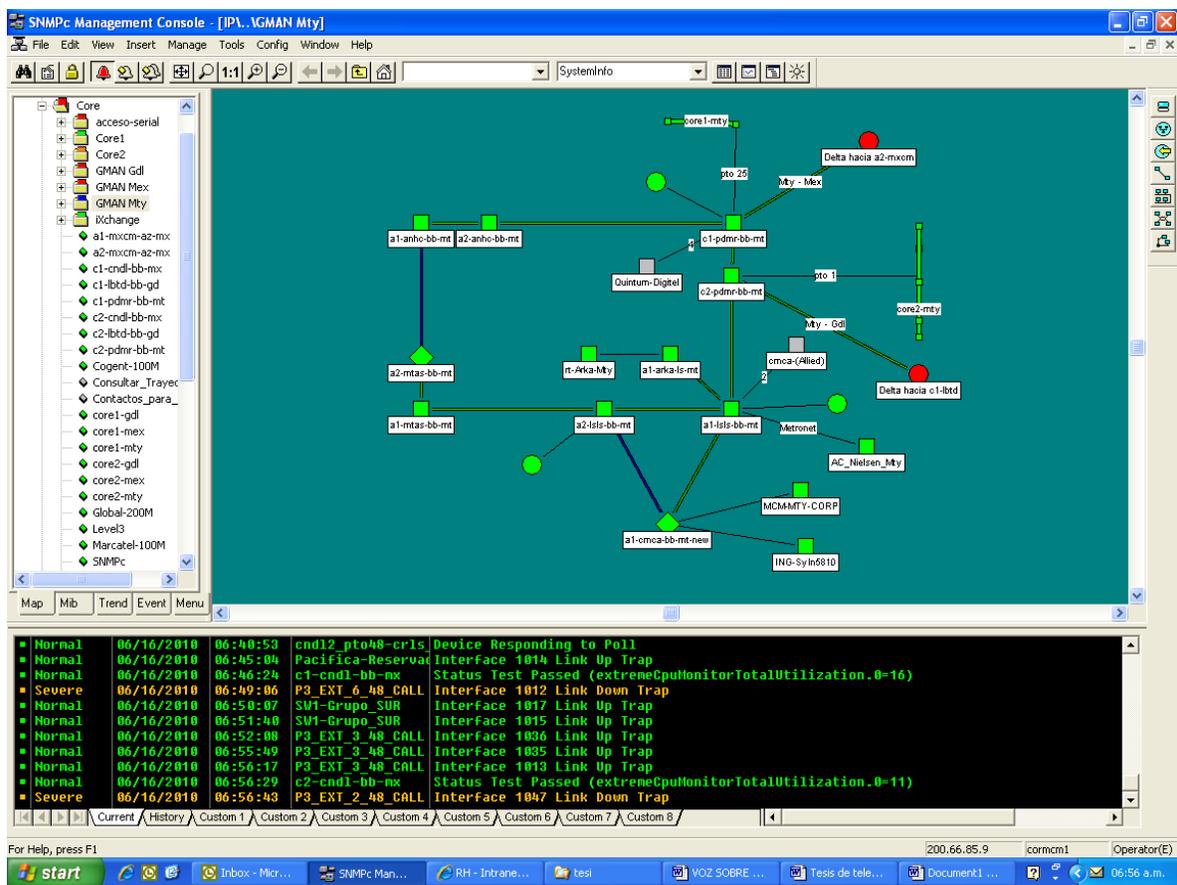


Figura 2.16 Topología lógica de la red de MCM en Monterrey.

Red de fibra óptica de MCM en la ciudad de Guadalajara

En la ciudad de Guadalajara MCM cuenta con una red de fibra óptica 17 kms. La cual está constituido por un solo anillo colector el cual recorre la zona industrial y de oficinas de la ciudad y ahí se encuentran oficinas corporativas de clientes potenciales que también tienen oficinas en la ciudad de México y así se realizan interconexiones de sus oficinas y redes LAN, la figura 2.17 podemos ver la topología lógica de la red de Guadalajara, como están conectados los nodos y equipos.

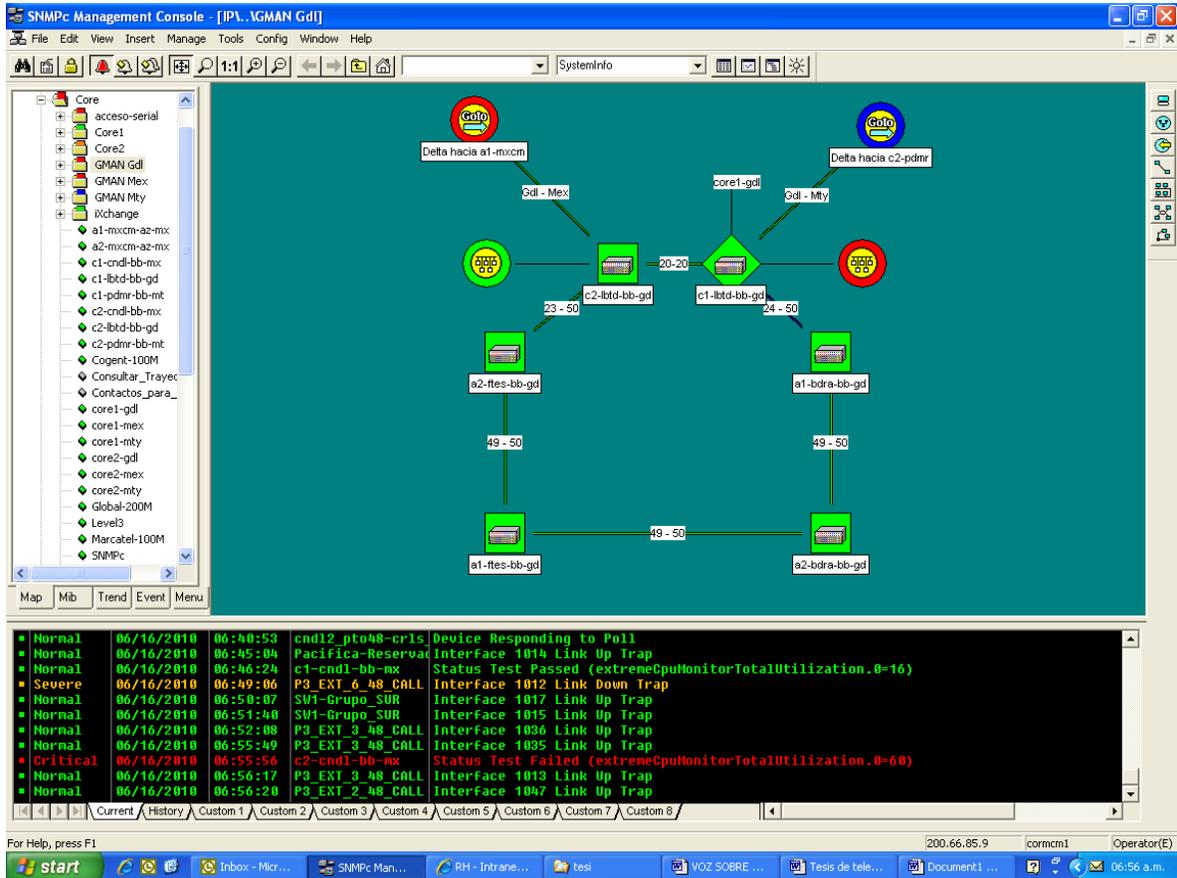


Figura 2.17 Topología lógica de la red de MCM en Guadalajara.

2.5 Interconexión de la red de MCM con otros proveedores

Interconexión de redes de área local de los clientes. Los anillos permiten que empresas que posean redes de área local en diferentes ubicaciones físicas dentro de la ciudad de México se interconecten, utilizando enlaces de alta velocidad de acuerdo a las necesidades y requerimientos de sus aplicaciones y así sea más económico el intercambio de información entre sus localidades.

Integración de servicios de voz, datos y vídeo por las mismas instalaciones. Los anillos permiten el transporte de información digitalizada. Esto cubre las necesidades de transmisión de voz, datos e imágenes de vídeo; todas compartiendo la misma red, lo que creará tarifas más económicas.

La interconexión de los carriers o proveedores de servicios Triple Play, es necesaria para poder comunicarse entre las diferentes redes no importando donde se encuentre un usuario que quiera comunicarse con otro indistintamente de la ciudad, país, continente en que se encuentren ambos.

En México existe un convenio por administrado por la COFETEL en el cual todos los proveedores de telefonía e internet deben estar interconectados para ofrecer los servicios y puedan interactuar los clientes independientemente de la compañía con quien tengan contratado su servicio, un ejemplo de esta condición es la siguiente: un cliente de MCM en Monterrey quiere llamar a una persona en la Ciudad de México conectado a la red Alestra, la llamada se origina en la casa del cliente en MTY, llega a la central de MCM en MTY, pasa a la central de MCM en la Ciudad de México, posteriormente por medio de la interconexión entre ambas empresas pasa a la central de Alestra y es dirigida la llamada hacia el usuario final de Alestra, esta misma situación se presenta cuando se hace uso de internet cuando dos personas están platicando.

En el caso que una persona quiera consultar una página de internet de España por ejemplo la petición se realiza tu de la computadora del usuario a la central de su proveedor esta petición es dirigida a España por un proveedor que tenga cobertura en ese país y así se realiza la comunicación de la consulta, por medio de protocolos TCP/IP que son orientados a conexión es decir la computadora utiliza un puerto virtual en lo que consulta esa página, y si realiza otra consulta utiliza otro puerto virtual, por esta condición en ocasiones el procesamiento de las computadoras se incrementa y vemos que tardan en abrir las páginas u otras aplicaciones que estén corriendo en las computadoras.

CAPÍTULO 3

MONITOREO E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ENTRE CARRIERS

3.1 Tipos de Redes

Red Local Área Network

LAN son las siglas de Local Área Network, Red de área local. Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, oficina, un edificio, o un conjunto de edificios).

La red de área local (LAN) es aquella que se expande en un área relativamente pequeña. Comúnmente se encuentra dentro de un edificio o un conjunto de edificios contiguos. Asimismo, una LAN puede estar conectada con otras LAN a cualquier distancia por medio de una línea telefónica, ondas de radio y fibra óptica.

Una red LAN puede estar formada desde dos computadoras hasta cientos de ellas. Todas se conectan entre sí por varios medios y topologías. A la computadora (o agrupación de ellas) encargada de llevar el control de la red se le llama servidor ya las computadoras personales que dependen de éste, se les conoce como nodos o estaciones de trabajo.



Figura 3.1 Diagrama de conexión de una red LAN

Las primeras redes fueron de tiempo compartido las mismas que utilizaban mainframes y terminales conectadas.

Las LANs (Redes de Área Local) surgieron a partir de la revolución de la computadora personal. Las LANs permitieron que usuarios ubicados en un área geográfica relativamente pequeña pudieran intercambiar mensajes, archivos y tener acceso a recursos compartidos de toda la Red, tales como Servidores de Archivos, impresoras o de aplicaciones.

Con la aparición de Netware surgió una nueva solución, la cual ofrecía: soporte imparcial para los más de cuarenta tipos existentes de tarjetas, cables y sistemas operativos mucho más sofisticados que los que ofrecían la mayoría de los competidores. Netware dominaba el campo de las LAN de los ordenadores personales desde antes de su introducción en 1983 hasta mediados de los años 1990, cuando Microsoft introdujo Windows NT Advance Server y Windows for Workgroups.

Ventajas

En una empresa suelen existir muchos ordenadores, los cuales necesitan de su propia impresora para imprimir informes (redundancia de hardware¹), los datos almacenados en uno de los equipos es muy probable que sean necesarios en otro de los equipos de la empresa, por lo que será necesario copiarlos en éste, pudiéndose producir desfases entre los datos de dos usuarios, la ocupación de los recursos de almacenamiento en disco se multiplican (redundancia de datos), los ordenadores que trabajen con los mismos datos tendrán que tener los mismos programas para manejar dichos datos (redundancia de software), etc.

La solución a estos problemas se llama red de área local, esta permite compartir bases de datos (se elimina la redundancia de datos), programas (se elimina la redundancia de software) y periféricos como puede ser un módem, una tarjeta RDSI, una impresora, etc. (se elimina la redundancia de hardware); poniendo a nuestra disposición otros medios de comunicación como pueden ser el correo electrónico y el Chat. Nos permite realizar un proceso distribuido, es decir, las tareas se pueden repartir en distintos nodos y nos permite la integración de los procesos y datos de cada uno de los usuarios en un sistema de trabajo corporativo. Tener la posibilidad de centralizar información o procedimientos facilita la administración y la gestión de los equipos.

Además una red de área local conlleva un importante ahorro, tanto de tiempo, ya que se logra gestión de la información y del trabajo, como de dinero, ya que no es preciso comprar muchos periféricos, se consume menos papel y en una conexión a Internet se

¹ **Hardware** corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora: sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado. Academia de Networking de Cisco Systems, "CCNA 1 y 2", 9.

puede utilizar una única conexión telefónica o de banda ancha compartida por varios ordenadores conectados en red, como se observa en la figura 3.2.

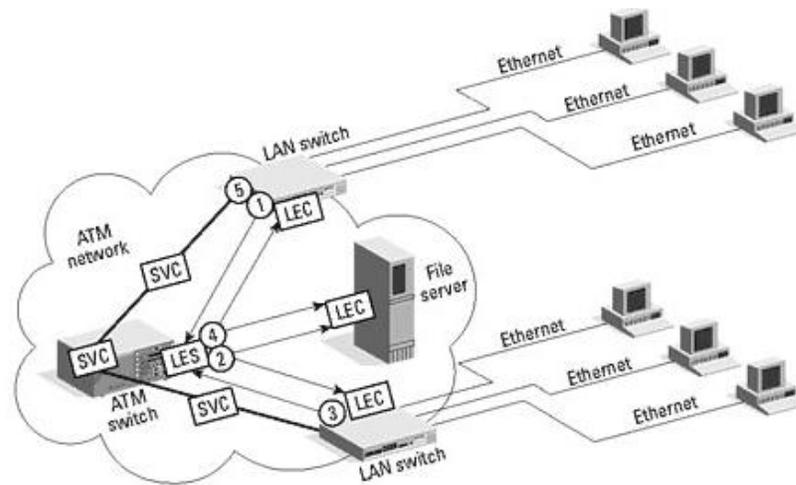


Figura 3.2 Ventajas de conectar una red con los servidores e impresoras.

Características:

- Tecnología broadcast² (difusión) con el medio de transmisión compartido.
- Capacidad de transmisión comprendida entre 1 Mbps³ y 1 Gbps.
- Extensión máxima no superior a 3 km (una FDDI puede llegar a 200 km)
- Uso de un medio de comunicación privado
- La simplicidad del medio de transmisión que utiliza (cable coaxial, cables telefónicos y fibra óptica)
- La facilidad con que se pueden efectuar cambios en el hardware y el software
- Gran variedad y número de dispositivos conectados
- Posibilidad de conexión con otras redes
- Limitante de 100 m. puede llegar a más si se usan repetidores.

Para elegir el tipo de red que más se adapte a nuestras pretensiones, tenemos que tener en cuenta distintos factores, como son el número de estaciones, distancia máxima entre ellas, dificultad del cableado, necesidades de velocidad de respuesta o de enviar otras informaciones aparte de los datos de la red y como no, el costo.

Como referencia para los parámetros anteriores, podemos realizar una comparación de los tres tipos de redes comentados anteriormente. Para ello, supongamos que el tipo

² **Broadcast**, difusión en español, es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo. Ibidem, 278.

³ Un **Megabit** por segundo (Mb/s o también **Mbps**) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos equivalente a 1000 kilobits por segundo o 1,000,000 bits por segundo. Unidades de longitud, 19 de octubre de 2010, <http://es.wikipedia.org/wiki/Micrómetro>.

Ethernet y Arcnet se instalan con cable coaxial y Token Ring con par trenzado apantallado. En cuanto a las facilidades de instalación, Arcnet resulta ser la más fácil de instalar debido a su topología. Ethernet y Token Ring necesitan de mayor reflexión antes de proceder con su implementación.

En cuanto a la velocidad, Ethernet es la más rápida, 10/100/1000 Mbps. Arcnet funciona a 2.5 Mbps y Token Ring a 4 Mbps. Actualmente, existe una versión de Token Ring a 16 Mbps, pero necesita un tipo de cableado más caro.

En cuanto al precio, Arcnet es la que ofrece un menor costo; por un lado porque las tarjetas que se instalan en las PC para este tipo de redes son más baratas y por otro lado el cableado es más accesible. Token Ring resulta ser la que tiene un precio más elevado, porque, aunque las placas de los PC son más baratas que las de la red Ethernet; Sin embargo su cableado resulta ser caro, entre otras cosas porque se precisa de una MAU por cada grupo de ocho usuarios más.

Servidor: el servidor es aquel o aquellos ordenadores que van a compartir sus recursos hardware y software con los demás equipos de la red. Sus características son potencia de cálculo, importancia de la información que almacena y conexión con recursos que se desean compartir.

Estación de trabajo: los ordenadores que toman el papel de estaciones de trabajo aprovechan o tienen a su disposición los recursos que ofrece la red, así como los servicios que proporcionan los Servidores a los cuales pueden acceder.

Gateways⁴ o pasarelas: es un hardware y software que permite las comunicaciones entre la red local y grandes ordenadores (mainframes). El gateway adapta los protocolos de comunicación del mainframe (X25, SNA, IP, etc.) a los de la red y viceversa.

Bridges o puentes: es un hardware y software que permite que se conecten dos redes locales entre sí. Un puente interno es el que se instala en un servidor de la red y un puente externo es el que se hace sobre una estación de trabajo de la misma red. Los puentes, también pueden ser locales o remotos. Los puentes locales son los que conectan a redes de un mismo edificio, usando tanto conexiones internas como externas. Los puentes remotos conectan redes distintas entre sí, llevando a cabo la conexión a través de redes públicas, como la red telefónica, RDSI o red de conmutación de paquetes.

Tarjeta de red: también se denominan NIC (Network Interface Card). Básicamente realiza la función de intermediario entre el ordenador y la red de comunicación. En ella se

⁴ Un **Gateway** (puerta de enlace) es un dispositivo u ordenador que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino. Esta normalmente configurado para dotar a las máquinas de una red local conectadas a él de un acceso hacia una red exterior o internet. Academia de Networking de Cisco Systems, "CCNA 1 y 2", 76.

encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red. La comunicación con el ordenador se realiza normalmente a través de las ranuras de expansión que éste dispone, ya sea ISA, PCI o PCMCIA. Aunque algunos equipos disponen de este adaptador integrado directamente en la placa base.

El medio: constituido por el cableado y los conectores que enlazan los componentes de la red. Los medios físicos más utilizados son el cable de par trenzado, par de cable, cable coaxial y la fibra óptica (cada vez en más uso esta última).

Concentradores de cableado: una LAN en bus usa solamente tarjetas de red en las estaciones y cableado coaxial para interconectarlas, además de los conectores, sin embargo este método complica el mantenimiento de la red ya que si falla alguna conexión toda la red deja de funcionar. Para impedir estos problemas las redes de área local usan concentradores de cableado para realizar las conexiones de las estaciones, en vez de distribuir las conexiones el concentrador las centraliza en un único dispositivo manteniendo indicadores luminosos de su estado e impidiendo que una de ellas pueda hacer fallar toda la red.

Existen dos tipos de concentradores de cableado:

- Concentradores pasivos: actúan como un simple concentrador cuya función principal consiste en interconectar toda la red.
- Concentradores activos: además de su función básica de concentrador también amplifican y regeneran las señales recibidas antes de ser enviadas.

Los concentradores de cableado tienen dos tipos de conexiones: para las estaciones y para unirse a otros concentradores y así aumentar el tamaño de la red. Los concentradores de cableado se clasifican dependiendo de la manera en que internamente realizan las conexiones y distribuyen los mensajes. A esta característica se le llama topología lógica.

Existen dos tipos principales:

- Concentradores con topología lógica en bus (HUB⁵): estos dispositivos hacen que la red se comporte como un bus enviando las señales que les llegan por todas las salidas conectadas.
- Concentradores con topología lógica en anillo (MAU⁶): se comportan como si la red fuera un anillo enviando la señal que les llega por un puerto al siguiente.

⁵ Un **Concentrador** o **hub** es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla. Esto significa que dicho dispositivo recibe una señal y repite esta señal emitiéndola por sus diferentes puertos. Ibidem, 202.

⁶ **Unidad de Acceso Multi-estaciones** (Multi-Station Access Unit). En un ambiente de red del tipo Token ring, la MAU es un dispositivo multi-puerto del equipamiento en el que se conectan hasta 16 estaciones (ó puestos) de trabajo. La MAU brinda un control centralizado de las conexiones en red. Ibidem, 80.

Los nodos de una red pueden ser PC que cuentan con su propio CPU, disco duro y software. Tienen la capacidad de conectarse a la red en un momento dado o pueden ser PC sin CPU o disco duro, es decir se convierten en terminales tontas, las cuales tienen que estar conectadas a la red para su funcionamiento.

Las LAN son capaces de transmitir datos a velocidades muy altas, algunas inclusive más rápido que por línea telefónica, pero las distancias son limitadas. Generalmente estas redes transmiten datos a 10 megabits por segundo (Mbps). En comparación, Token Ring opera a 4 y 16 Mbps, mientras que FDDI y Fast Ethernet a una velocidad de 100 Mbps o más. Cabe destacar que estas velocidades de transmisión no son caras cuando son parte de la red local.

RED Metropolitan Area Network

Otro tipo de red que se aplica en las organizaciones es la red de área metropolitana o MAN (Metropolitan Area Network), una versión más grande que la LAN y que normalmente se basa en una tecnología similar a ésta.

La red MAN abarca desde un grupo de oficinas corporativas cercanas a una ciudad y no contiene elementos de conmutación, los cuales desvían los paquetes por una de varias líneas de salida potenciales.

La principal razón para distinguir una MAN con una categoría especial es que se ha adoptado un estándar para que funcione (se llama DQDB), que equivale a la norma IEEE. EL DQDB consiste en dos buses (cables) unidireccionales, los cuales se conectan a todas las computadoras.

Teóricamente, una MAN es de mayor velocidad que una LAN, pero diversas tesis señalan que se distinguen por dos tipos de red MAN. La primera de ellas se refiere a las de tipo privado, las cuales son implementadas en zonas de campus o corporaciones con edificios diseminados en un área determinada. Su estructura facilita la instalación de cableado de fibra óptica.

Una red de área metropolitana (metropolitan area network o MAN, en inglés) es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE), la tecnología de pares de cobre se posiciona como una excelente alternativa para la creación de redes metropolitanas, por su baja latencia (entre 1 y 50ms), gran estabilidad y la carencia de interferencias radioeléctricas, las redes MAN BUCLE, ofrecen velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 45Mbps, 75Mbps, sobre pares de cobre y 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps mediante Fibra Óptica.

Las Redes MAN se basan en tecnologías Bonding, de forma que los enlaces están formados por múltiples pares de cobre con el fin de ofrecer el ancho de banda necesario.

Además esta tecnología garantiza SLAS'S del 99,999, gracias a que los enlaces están formados por múltiples pares de cobre y es materialmente imposible que 4, 8 ó 16 hilos se averíen de forma simultánea.

El concepto de red de área metropolitana representa una evolución del concepto de red de área local a un ámbito más amplio, cubriendo áreas mayores que en algunos casos no se limitan a un entorno metropolitano sino que pueden llegar a una cobertura regional e incluso nacional mediante la interconexión de diferentes redes de área metropolitana.

Este tipo de redes es una versión más grande que la LAN y que normalmente se basa en una tecnología similar a esta, La principal razón para distinguir una MAN con una categoría especial es que se ha adoptado un estándar para que funcione, que equivale a la norma IEEE.

Las redes MAN también se aplican en las organizaciones, en grupos de oficinas corporativas cercanas a una ciudad, estas no contienen elementos de conmutación, los cuales desvían los paquetes por una de varias líneas de salida potenciales. Estas redes pueden ser públicas o privadas.

Las redes de área metropolitana, comprenden una ubicación geográfica determinada ciudad, municipio y su distancia de cobertura es mayor de 4 km . Son redes con buses unidireccionales, cada uno de ellos es independiente del otro en cuanto a la transferencia de datos, como se observa en la figura 3.3.



Figura 3.3 Esquema de una red MAN.

Aplicaciones de una red MAN

Las redes de área metropolitana tienen muchas y variadas aplicaciones, las principales son:

- Despliegue de servicios de VoIP, en el ámbito metropolitano, permitiendo eliminar las "obsoletas" líneas tradicionales de telefonía analógica o RDSI, eliminando el gasto corriente de estas líneas.
- Interconexión de redes de área local (LAN)
- Despliegue de Zonas Wifi⁷ sin Backhaul inalámbrico (Femtocell) liberando la totalidad de canales Wifi para acceso), esto en la práctica supone más del 60% de mejora en la conexión de usuarios wifi.
- Interconexión ordenador a ordenador
- Sistemas de Video vigilancia Municipal.
- Transmisión CAD/CAM
- Pasarelas para redes de área extensa (WAN)

MAN pública y privada

Una red de área metropolitana puede ser pública o privada.

Un ejemplo de MAN privada sería un gran departamento o administración con edificios distribuidos por la ciudad, transportando todo el tráfico de voz y datos entre edificios por medio de su propia MAN y encaminando la información externa por medio de los operadores públicos.

Los datos podrían ser transportados entre los diferentes edificios, bien en forma de paquetes o sobre canales de ancho de banda fijos.

Aplicaciones de vídeo pueden enlazar los edificios para reuniones, simulaciones o colaboración de proyectos.

Un ejemplo de MAN pública es la infraestructura que un operador de telecomunicaciones instala en una ciudad con el fin de ofrecer servicios de banda ancha a sus clientes localizados en esta área geográfica.

Las Redes Metropolitanas, permiten la transmisión de tráfico de voz, datos y video con garantías de baja latencia, razones por las cuales se hace necesaria la instalación de una red de área metropolitana a nivel corporativo, para corporaciones que cuentan con múltiples dependencias en la misma área metropolitana.

Nodos de red

⁷ Cuando hablamos de **WIFI** nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada hoy en día, puede ser colocando un equipo central y tener varias estaciones remotas sin conexión de cable. Bates, R. J. "Wireless Networked communications", 224.

Las redes de área ciudadana permiten ejecutar superar los 600 nodos de acceso a la red, por lo que se hace muy eficaz para entornos públicos y privados con un gran número de puestos de trabajo.

Extensión de red

Las redes de área metropolitana permiten alcanzar un diámetro en torno a los 50 km, dependiendo el alcance entre nodos de red del tipo de cable utilizado, así como de la tecnología empleada. Este diámetro se considera suficiente para abarcar un área metropolitana. Abarcan una ciudad y se pueden conectar muchas entre sí, formando mas redes.

Distancia entre nodos

Las redes de área metropolitana permiten distancias entre nodos de acceso de varios kilómetros, dependiendo del tipo de cable. Estas distancias se consideran suficientes para conectar diferentes edificios en un área metropolitana o campus privado.

Tráfico en tiempo real

Las redes de área metropolitana garantizan unos tiempos de acceso a la red mínimos, lo cual permite la inclusión de servicios síncronos necesarios para aplicaciones en tiempo real, donde es importante que ciertos mensajes atraviesen la red sin retraso incluso cuando la carga de red es elevada.

Entre nodo y nodo no se puede tener, por ejemplo más de 100 kilómetros de cable. Se puede tener en aproximación límite unos 20 km de cable, pero no se sabe en que momento se puede perder la información o los datos mandados

Integración voz, datos, vídeo

Los servicios síncronos requieren una reserva de ancho de banda; tal es el caso del tráfico de voz y vídeo. Por este motivo las redes de área metropolitana son redes óptimas para entornos de tráfico multimedia, si bien no todas las redes metropolitanas soportan tráficos isócronos (transmisión de información a intervalos constantes).

Alta disponibilidad

Disponibilidad referida al porcentaje de tiempo en el cual permanece estable la red, y trabaja sin fallas. Las redes de área metropolitana tienen mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos, en el caso del cable de cobre se utiliza el backbone o anillo de MCM, permitiendo la agregación de caudal en multiples cables. La redundancia de los enlaces de fibra óptica permite a la red recuperar la operación normal, ante la rotura de uno de los cables. Cualquier fallo en un nodo de acceso o cable es detectado rápidamente y aislado. Las redes MAN son apropiadas para entornos como control de tráfico aéreo, aprovisionamiento de almacenes, bancos y otras aplicaciones comerciales donde la indisponibilidad de la red tiene graves consecuencias.

Alta fiabilidad

Fiabilidad referida a la tasa de error de la red mientras se encuentra en operación. Se entiende por tasa de error el número de bits erróneos que se transmiten por la red. En general la tasa de error para fibra óptica es menor que la del cable de cobre a igualdad de longitud. La tasa de error no detectada por los mecanismos de detección de errores es del orden de 10⁻²⁰. Esta característica permite a las redes de área metropolitana trabajar en entornos donde los errores pueden resultar desastrosos como es el caso del control de tráfico aéreo. La creación de redes metropolitanas municipales, permitirá a los clientes de MCM contar con una infraestructura de altas prestaciones, se trata de construir una infraestructura, pueden conectar nuevas oficinas dentro de la misma ciudad o usuarios remotos, video llamadas entre sucursales locales y fuera de la ciudad.

Alta seguridad

La fibra óptica es un medio seguro, porque no es posible leer o cambiar la señal sin interrumpir físicamente el enlace. Realizar un corte al cable y la inserción de mecanismos ajenos a la red implica una caída del enlace de forma temporal, además se requiere acceso y actuación sobre el cable físico, aun que este tipo de actuaciones pasen fácilmente desapercibidas.

RED Wide Area Network

La red de área amplia (WAN) es aquella comúnmente compuesta por varias LAN interconectadas en una extensa área geográfica por medio de fibra óptica o enlaces aéreos, como satélites.

Entre las WAN más grandes se encuentran: ARPANET, creada por la Secretaría de Defensa de los Estados Unidos y que se convirtió en lo que actualmente es la WAN mundial: Internet.

El acceso a los recursos de una WAN a menudo se encuentra limitado por la velocidad de la línea de teléfono. Aún las líneas troncales de la compañía telefónica a su máxima capacidad, llamadas T1s, pueden operar a sólo 1.5 Mbps y son muy caras.

A diferencia de las LAN, las WAN casi siempre utilizan ruteadores. Debido a que la mayor parte del tráfico en una WAN se presenta dentro de las LAN que conforman ésta, los ruteadores ofrecen una importante función, pues aseguran que las LAN obtengan solamente los datos destinados a ellas, como se observa en la figura 3.4.

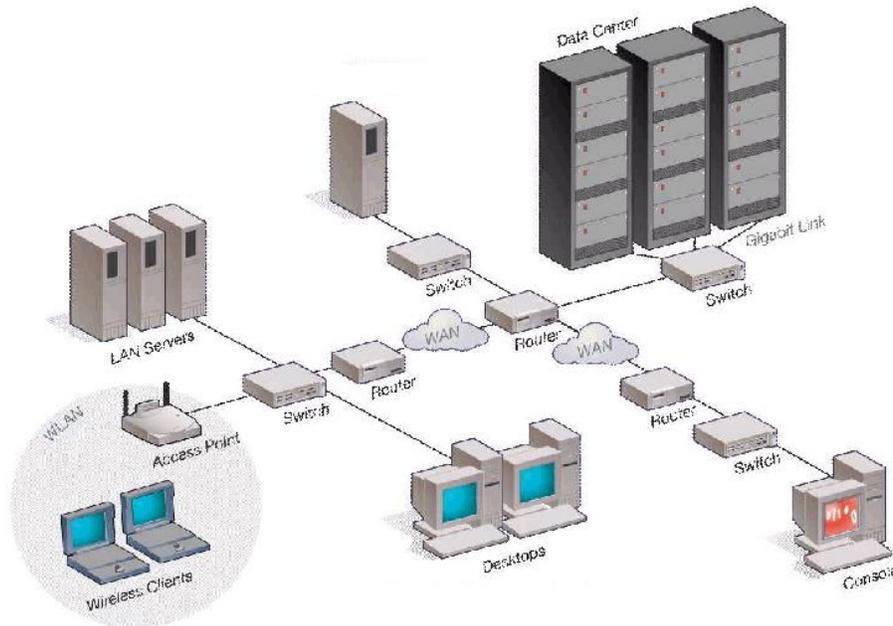


Figura 3.4 Diagrama de una red WAN.

Características de una red WAN:

Distancia entre 100 y 1000 Kilometros.

Una o más países o continentes

Uso privado (proveedor de servicios, ISP)

Creada para empresas

Interacción de redes y equipos

Comunicación: Fibra Óptica, Satelital o Radio

Aplicación de Servidores, Router, Switch y Estaciones de trabajo (E.T)

ISP (Internet Service Provider)

Vende o alquila el servicio al suscriptor para a su vez proveer la conexión a internet. Estos se encargan de complejos procesos, para la transmisión de los paquetes de datos, voz, video.

Demarcación de la red

Es el punto que establece los límites de responsabilidad entre el ISP y el suscriptor.

Para hacerlo un poco más entendible, es la ruta que existe desde la oficina central del ISP, hasta el PBX (Private Branch Exchange) o central telefónica secundaria de la infraestructura donde se encuentra nuestro punto de comunicación.

Otro tipo de red que comienza a tomar auge es la WLAN (Wireless Local Area Network; Red de Área Local Inalámbrica), que se basa en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

La velocidad de transmisión de las redes WLAN, surgidas experimentalmente a principios de los noventa, va de los 10 a los 100 Mbps. y son el complemento ideal para las redes fijas, por tener capacidad de enlazarse con las redes cableadas.

En esencia, responden al desarrollo del mercado de equipos portátiles (notebooks y handhelds) y de las comunicaciones móviles que han propiciado que los usuarios se mantengan en continuo movimiento, manteniendo comunicación constante con otras.

Las WLANs pueden ser la alternativa en aquellos negocios que no pueden instalar cables a través de un pasillo para tener acceso a otra de las oficinas, o cuando el mismo cableado puede causar desórdenes y congestionamientos. Gracias a estándares, como el 802.11b que se conoce comúnmente como Wi-Fi, las redes WLAN pueden transmitir datos a velocidades máximas de hasta 11 Mbps, manteniendo conectados a los empleados. Incluso, se enlazan al nodo central del edificio sede para reiniciar y recuperar la información manejada en alguna sucursal u oficina afectada.

3.1.2 Topología de las redes

La topología de una red es el patrón de interconexión entre los nodos y un servidor. Existe tanto la topología lógica (la forma en que es regulado el flujo de los datos), como la física, que es simplemente la manera en que se dispone una red a través de su cableado.

Existen tres tipos de topologías: bus, estrella y anillo. Las topologías de bus y estrella se utilizan a menudo en las redes Ethernet, que son las más populares; las topologías de anillo se utilizan para Token Ring, que son menos populares, pero igualmente funcionales.

Las redes FDDI (Fiber Distributed Data Interface; Interfaz de datos distribuidos por fibra), que corren a través de cables de fibras ópticas, utilizan una topología compleja de estrella. Las principales diferencias entre las topologías Ethernet, Token Ring y FDDI estriban en la forma en que hacen posible la comunicación entre computadoras.

BUS

Todas las computadoras están conectadas a un cable central, llamado el bus o backbone. Las redes de bus lineal son las más fáciles de instalar y son relativamente baratas. La ventaja de una red 10base2 con topología bus es su simplicidad, como se muestra en la figura 3.5.

Una vez que las computadoras están físicamente conectadas al alambre, el siguiente paso es instalar el software de red en cada computadora. El lado negativo de una red de bus es que tiene muchos puntos de falla.



Figura 3.5 Diagrama de la topología en BUS.

ESTRELLA

Existen redes más complejas construidas con topología de estrella. Las redes de esta topología tienen una caja de conexiones llamada hub o concentrador en el centro de la red. Todas las PC se conectan al concentrador, el cual administra las comunicaciones entre computadoras.

Es decir, la topología de estrella es una red de comunicaciones en la que las terminales están conectadas a un núcleo central. Si una computadora no funciona, no afecta a las demás, siempre y cuando el servidor no esté caído.

Las redes construidas con topologías de estrella tienen un par de ventajas sobre las de bus. La primera y más importante es la confiabilidad. En una red con topología de bus, desconectar una computadora es suficiente para que toda la red se colapse. En una tipo estrella en cambio se pueden conectar computadoras a pesar de que la red esté en operación, sin causar fallas en la misma, como se muestra en la figura 3.6.

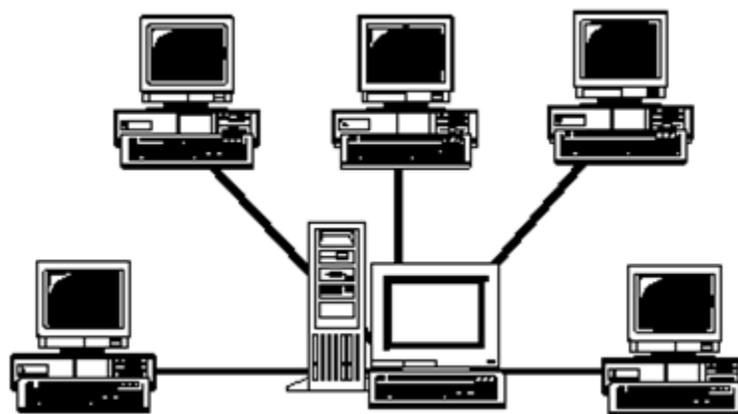


Figura 3.6 Diagrama de la topología en Estrella.

ANILLO

En una topología de anillo (que se utiliza en las redes Token Ring y FDI), el cableado y la disposición física son similares a los de una topología de estrella; sin embargo, en lugar de que la red de anillo tenga un concentrador en el centro, tiene un dispositivo llamado MAU (Unidad de acceso a multiestaciones, por sus siglas en inglés).

La MAU realiza la misma tarea que el concentrador, pero en lugar de trabajar con redes Ethernet lo hace con redes Token Ring y maneja la comunicación entre computadoras de una manera ligeramente distinta.

Todas las computadoras o nodos están conectados el uno con el otro, formando una cadena o círculo cerrado, como se muestra en la figura 3.7.

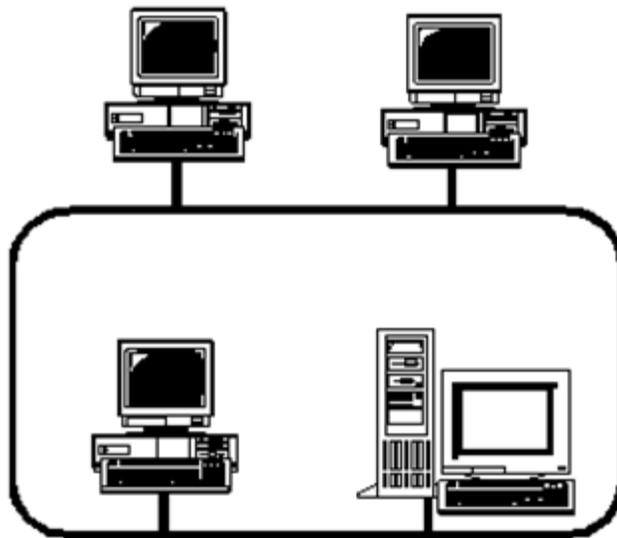


Figura 3.7 Diagrama de la topología en Anillo.

3.2 Redes de fibra óptica que interconectan a México con el mundo

Hay una gran cantidad de cables de fibra óptica por todo el mundo unos son cables subterráneos otros por líneas de alta tensión de empresa de suministro de energía otros son cables submarinos los cuales son la mayoría para interconectar ciudades, países, continentes; cables que cruzan los mares y océanos del mundo que hacen posible que se comuniquen miles de millones de usuarios de todo el mundo a través de la fibra óptica que es el medio más confiable y con mayor capacidad de transmisión entre los medios de comunicaciones.

Como se muestra en el mapa se puede observar la gran cantidad de cables de fibra óptica por todo el mundo, como se muestra en la figura 3.8.

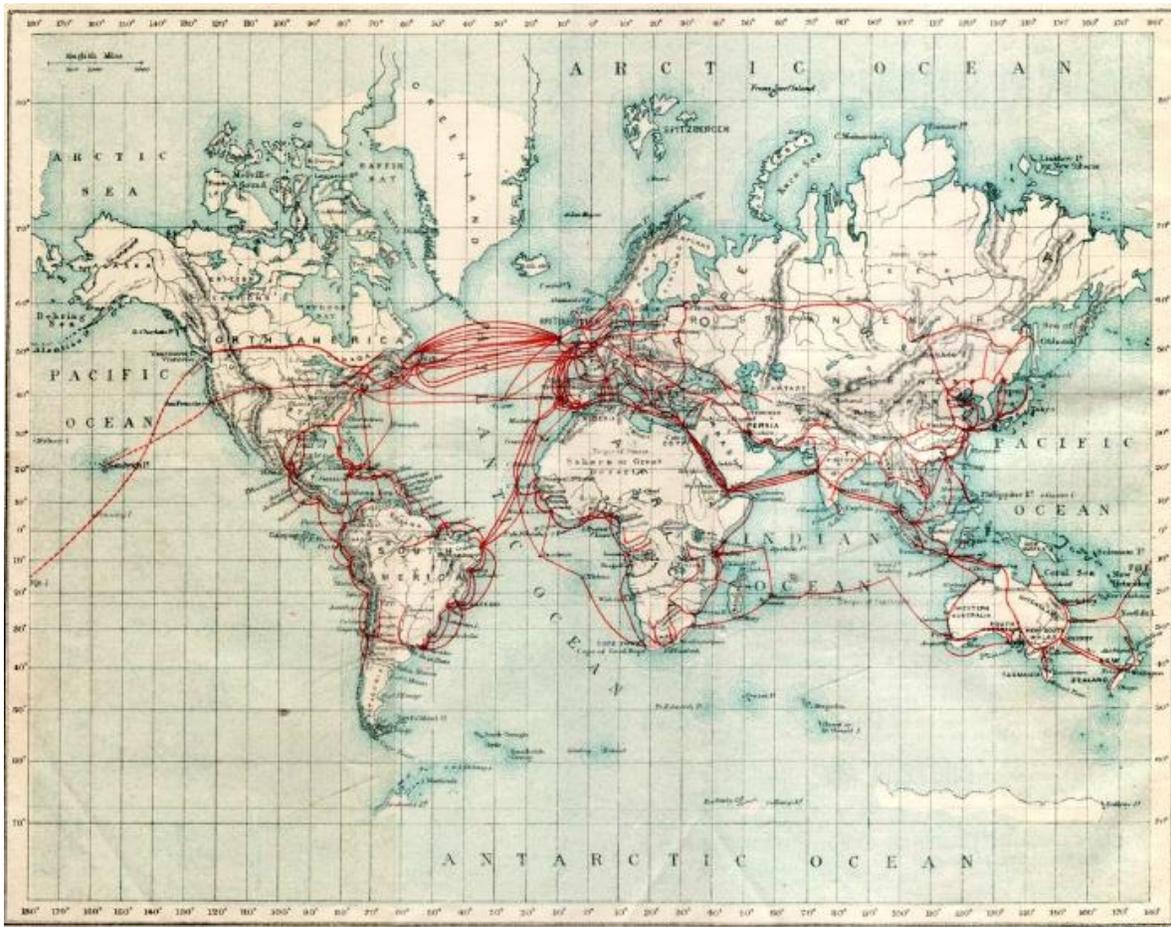


Figura 3.8 Diagrama de la red mundial de los cables de fibra óptica intercontinentales.

CABLE SUBMARINO ARCOS-1

"Americas Region Caribbean Optical-ring System" es un sistema de cable submarino de fibra óptica diseñado para brindar servicios de gran ancho de banda, desarrollado por Network Ltd. ("New World"). Junto a un grupo de compañías líderes en la industria de las telecomunicaciones, New World contrató la construcción de ARCOS, con el fin de proveer la red de comunicaciones más avanzada técnicamente en el Caribe que conecta a los Estados Unidos, Bahamas, Turcos y Caicos, República Dominicana, Puerto Rico, Curazao, Venezuela, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Belice y México, como se muestra en la figura 3.9

La eficiente topología de ARCOS (en forma de anillo) convierte a la red en totalmente redundante, permitiendo que ARCOS seleccione automáticamente la señal más fuerte para una calidad de transmisión óptima y confiable mientras provee el restablecimiento de la señal de inmediato. En la eventualidad de una falla en el cable, la restauración de la red se realiza mediante SNCP (Sub Network Connection Protection). El cambio para protección es inmediato, la interrupción en el servicio es imperceptible y el tráfico de la red no es afectado excepto que el sistema sufra múltiples daños a la vez. Ambas señales, trabajo y protección, son analizadas simultáneamente y si alguno de los lados cae por debajo de los límites preestablecidos, el trayecto se cambia en menos de 50ms (50 milisegundos).

Características del Cable Submarino Arcos-1

- Conecta en forma directa 15 países.
- Capacidad Inicial: 15 Gbps equivalente a 6.048 sistemas de 2 Mbps.
- Capacidad final: 960 Gbps equivalente a 387.072 sistemas de 2 Mbps.
- Gran capacidad de ampliación, la primera permitirá un incremento de 10080 sistemas de 2 Mbps adicionales.
- Longitud: 8.400 Km.
- Configuración en anillo físico en tecnología SDH, lo que garantiza un 100% de restauración automática en caso de un corte en el cable (1+1).
- 75% sin repetidores, 12 pares de fibra óptica (Tramos sin regeneración óptica).
- 25 % con repetidores, 4 pares de F.O. (tramos con regeneración óptica).
- Tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).
- Animación
- Constructor y Accionista principal: New World Network



Figura 3.9 Mapa de la ubicación y puntos que conecta el cable submarino Arcos-1.

En la tabla de la figura 3.10 se enlistan las ciudades y los países que interconecta el cable submarino.

| LINK | Comienza Sitio | Finaliza Sitio | Length (km) |
|------|---|---|-------------|
| 1 | North Miami Beach, Florida, US | Cancun, México | 1003 km |
| 2 | Cancun, México | Tulum, México | 228 km |
| 3 | Tulum, México | Ladyville, Belize | 350 km |
| 4 | Ladyville, Belize | Puerto Barrios, Guatemala | 296 km |
| 5 | Puerto Barrios, Guatemala | Puerto Cortes, Honduras | 110 km |
| 6 | Puerto Cortes, Honduras | Trujillo, Honduras | 247 km |
| 7 | Trujillo, Honduras | Puerto Lempira, Honduras | 339 km |
| 8 | Puerto Lempira, Honduras | Puerto Cabezas, Nicaragua | 259 km |
| 9 | Puerto Cabezas, Nicaragua | Bluefields, Nicaragua | 280 km |
| 10 | Bluefields, Nicaragua | Puerto Limon, Costa Rica | 281 km |
| 11 | Puerto Limon, Costa Rica | Colon, Panama | 387 km |
| 12 | Colon, Panama | Ustupo Yantupo, Panama | 309 km |
| 13 | Ustupo Yantupo, Panama | Cartagena, Colombia | 325 km |
| 14 | Cartagena, Colombia | Riohacha, Colombia | 356 km |
| 15 | Riohacha, Colombia | Punto Fijo, Venezuela | 378 km |
| 16 | Punto Fijo, Venezuela | Willemstad, Curaçao | 248 km |
| 17 | Willemstad, Curaçao | San Juan, Puerto Rico | 1007 km |
| 18 | San Juan, Puerto Rico | Punta Cana, República Dominicana | 308 km |
| 19 | Punta Cana, República Dominicana | Puerto Plata, República Dominicana | 342 km |
| 20 | Puerto Plata, República Dominicana | Providenciales, Turks & Caicos Islands (UK) | 369 km |
| 21 | Providenciales, Turks & Caicos Islands (UK) | Crooked Island, the Bahamas | 264 km |
| 22 | Crooked Island, the Bahamas | Cat Island, the Bahamas | 334 km |
| 23 | Cat Island, Las Bahamas | Nassau, the Bahamas | 292 km |
| 24 | Nassau, Las Bahamas | North Miami Beach, Florida | 327 km |

Figura 3.10 Tabla de las ciudades que interconecta el cable submarino Arcos-1.

En la tabla de la figura 3.11 se enlistan los dueños del cable submarino Arcos y de que países son.

| | |
|--------------|----------------------|
| Alestra | México |
| UTS | Curaçao |
| AT&T Corp | USA |
| Axtel | México |
| BTC | Bahamas |
| BTL | Belize |
| CANTV | Venezuela |
| Telecarrier | Panamá |
| Hondutel | Honduras |
| Enitel | Nicaragua |
| Internexa | Colombia |
| Codetel | Republica Dominicana |
| Verizon | USA |
| Impsat | USA |
| MCI | USA |
| Orbinet S.A. | Colombia |
| Tricom | Republica Dominicana |

Figura 3.11 Tabla de los dueños del cable submarino Arcos-1.

CABLE DE FIBRA OPTICA SUBMARINO MAYA-1

Interconecta Estados Unidos (Hollywood), México (Cancún), Gran Caimán (Half Moon Bay), Honduras (Puerto Cortes), Costa Rica (Puerto Limón), Panamá (Colón) y Colombia (Tolú), como se muestra en la figura 3.12.



Figura 3.12 Mapa de la ubicación y puntos que conecta el cable submarino Maya-1.

CABLE DE FIBRA OPTICA SUBMARINO PANAMERICANO

El Cable Panamericano conecta Chile (Arica) con las Islas Vírgenes de Estados Unidos (Saint Thomas), pasando por Perú (Lurín), Ecuador (Punta Carnero), Panamá (Ciudad de Panamá), Colombia (Barranquilla), Venezuela (Punto Fijo), Aruba (Baby Beach) y Estados Unidos (Saint Croix). Su C&MA se firmó en diciembre de 1996. Comenzó a operar en noviembre de 1998.

El Panamericano permite la conectividad a nivel regional con los diferentes países de América y a nivel mundial con todos los países que tengan acceso a la red global de cables submarinos, como se muestra en la figura 3.13.



Figura 3.13 Mapa de la ubicación y puntos que conecta el cable submarino Panamericano.

CABLE DE FIBRA OPTICA SUBMARINO Columbus II

Actualmente, aproximadamente el 65 por ciento del tráfico telefónico que se realiza entre México y Europa se canaliza a través del Cable Transoceánico Columbus II, sistema que permite transmitir con alta calidad voz, fax, video, texto y datos a altas velocidades y con el que se modernizan los servicios de larga distancia del país, como se muestra en la figura 3.14.

Fue a partir de diciembre de 1994 cuando, con la entrada en operación del *Columbus II*, sistema del que Telmex es socio líder y en el que participan 62 compañías de telecomunicaciones de 48 países, la capacidad y velocidad para transmitir señales de telecomunicación entre México y Europa y el resto del mundo se incrementó en un 500 por ciento, con lo que se pueden transmitir simultáneamente hasta 320 mil llamadas telefónicas.

1. Cancún, Mexico
2. West Palm Beach, Florida
3. Magens Bay, St. Thomas, U.S. Virgin Islands
4. Funchal, Madeira, Portugal
5. Sardinia, Gran Canaria, Spain
6. Palermo, Sicily, Italy



Figura 3.14 Mapa de la ubicación y puntos que conecta el cable submarino Columbus-II.

Existen diferentes cables de fibra óptica en la República Mexicana y cada día se incrementan más por la importancia de este novedoso medio de transmisión, tan utilizado por las grandes empresas de comunicaciones en todo el mundo y en México no es la excepción, hay fibra que conectan toda la República o por lo menos llega a todas las ciudades y de ahí se interconectan con otros medios de transmisión como son las microondas o cableado de cobre que son el complemento en las comunicaciones, como se muestra en el mapa de la figura 3.15.



Figura 3.15 Mapa de la ubicación de los principales cables de fibra óptica en México.

Así como en México han crecido los enlaces de fibra óptica, en Estados actualmente cuenta con una red de fibra óptica hacia todas las grandes ciudades del mundo, su red ha crecido en los últimos años en más del 500 % y por esta situación algunos de los enlaces de fibra óptica que salen de México tienen que pasar por la red de fibra óptica de USA y así logran llegar al resto del mundo, como se muestra en el mapa de la figura 3.16.



Figura 3.16 Mapa de la ubicación de los principales cables de fibra óptica en el continente Americano.

3.3 Monitoreo de la red de Telecomunicaciones de MCM

Todas las redes de telecomunicaciones son monitoreadas y administradas remotamente desde un centro de operaciones por personal capacitado, existe software diseñado para realizar esta función, en este apartado de la tesis vamos hablar como se realiza esta función.

Requerimientos específicos para el monitoreo

El sistema de monitoreo y gestión deberá ser capaz de proporcionar los siguientes datos, mismos que son necesarios para la operación de la Red de MCM Telecom.

1. Monitoreo desde el Centro de Operaciones de la red (COR) en pantalla de todos los equipos (tarjetas y puertos) que forman parte de la Red de MCM Telecom. Tanto de forma lógica como física.
2. Reporte audible de la presencia de una alarma.
3. Reporte escrito de la presencia de una alarma, indicando equipo involucrado, severidad de la alarma, categoría de alarma.
4. Indicación visible de la localización de una alarma. Los equipos involucrados deben de cambiar de color (el color debe depender de la severidad de la alarma) y parpadear cuando se trate de alarmas nuevas no reconocidas por los operadores, al ser reconocidas las alarmas, estas deben de dejar de parpadear.

5. Cada alarma debe de ser configurable es decir, se debe poder dejar de monitorear, cambiar sus umbrales, cambiar su severidad y regresarla a su configuración original.
6. Debe reportar alarmas del propio sistema de administración como: baja memoria virtual, desconexión de la ethernet, problemas en alguna base de datos, bajo procesamiento, intento de acceso no autorizado, acceso autorizado en proceso.
7. El sistema debe incluir ayuda e indicar las posibles soluciones que se pueden dar a un problema.
8. Listado de alarmas presentes. Exportable a un archivo plano de texto o a un archivo de Excel para poder realizar alguna actividad de pos-proceso.
9. Listado de alarmas históricas. Exportable a un archivo plano de texto o a un archivo de Excel para poder realizar alguna actividad de pos-proceso.
10. Debe ser capaz de avisar vía pager y e-mail la presencia de alarmas.
11. Acceso a nivel de puerto de cada equipo. Para poder revisar la configuración del mismo. Así como las posibles fallas que existan en cada una de ellas.
12. Impresión de reportes de cada uno de los enlaces referentes a: disponibilidad, retardo, paquetes perdidos y jitter⁸.
13. El máximo tiempo permitido en la detección de una falla no debe sobrepasar el minuto, es decir, en tiempo real.
14. Capacidad para crear submapas, ligas, redes e íconos de clientes.
15. Reportes de la utilización de cada uno de los equipos como: % de utilización del procesador, % de utilización de la memoria y temperatura.
16. Capacidad de entregar una bitácora en archivo con la información de muestras cada 5 minutos conteniendo las siguientes variables SNMP para cada una de las interfaces que contenga el equipo a monitorear:
17. Dicha bitácora deberá de ser capaz de relacionar cada una de las interfaces a la VLAN⁹ a la cual estén asociadas y su respectiva dirección IP. Deberá poder agregar a la tabla anterior los siguientes campos para cada una de las interfaces
18. VLAN
19. IP
20. Esta bitácora, deberá poder ser leída en intervalos regulares de 5 minutos por otro software y no deberá estar en uso.
21. Posibilidad de monitoreo de equipos de terceros, estos podrán ser switches o routers.
22. Acceso a usuarios con diferentes privilegios a los módulos del sistema.
23. Se debe acceder al servidor desde PC's clientes, mínimo 5 clientes simultáneos y realizar todas las tareas que se pueden hacer desde el propio servidor (referido a aplicaciones del CiscoView, se debe abrir el Campus Manager y ver todos los equipos.
 - a) En el monitoreo de servidores, deberá de contener por lo menos las siguientes variables para cada uno de los equipos a monitorear.

⁸ Se denomina **Jitter** (fluctuación) a la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj. El jitter suele considerarse como una señal de ruido no deseada. Garmin, fabricante de gps, "GPS" publicado 30 septiembre 2010, http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global, consultado Octubre, 2010.

⁹ Una **VLAN** (Red de área local virtual o LAN virtual) es una red de área local que agrupa un conjunto de equipos de manera lógica y no física. Beltrao, A. "Redes de Computadoras y protocolos", 188.

- b) Uso de CPU.
- c) Uso de Memoria.
- d) Accesos a disco duro.
- e) I/O de tarjetas de red.
- f) Procesos activos.
- g) Estado de los arreglos de disco.
- h) Estado de las tarjetas de red, RAID, Acceso Remoto, modems, tarjetas de red, etc.
- i) Temperaturas Internas.
- j) Inventario de HW
- k) Bitácora de sucesos

3.3.1 Monitoreo de la red de datos de MCM

Simple Network Management Protocol (SNMP)

El Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Es parte de la familia de protocolos TCP/IP. SNMP permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas y planear su crecimiento, como se muestra en la figura 3.17.

Las versiones de SNMP más utilizadas son SNMP versión 1 (SNMPv1) y SNMP versión 2 (SNMPv2).

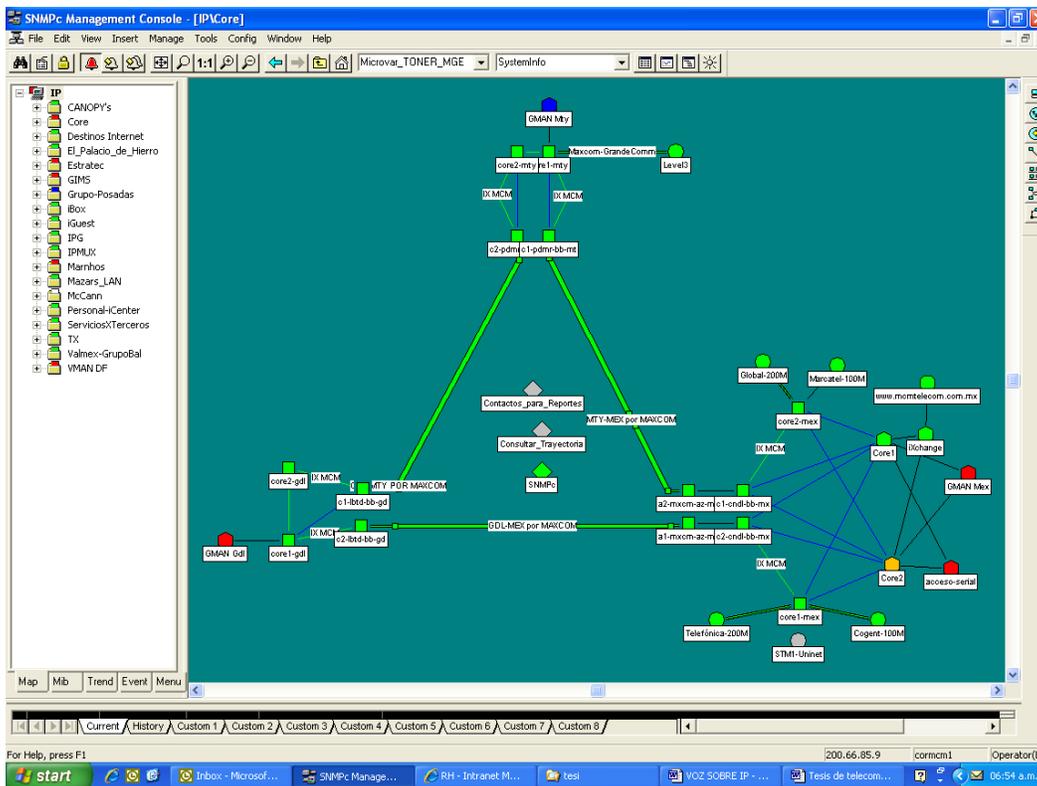


Figura 3.17 Estación de monitoreo de la red de Datos.

Una red administrada a través de SNMP consiste de tres componentes claves:

- Dispositivos administrados.
- Agentes.
- Sistemas administradores de red (NMS's).

Un dispositivo administrado, es un nodo de red que contiene un agente SNMP y reside en una red administrada. Estos recogen y almacenan información de administración, la cual es puesta a disposición de los NMS's usando SNMP. Los dispositivos administrados, a veces llamados elementos de red, pueden ser routers, servidores de acceso, switches, hubs, computadores o impresoras.

Un agente, es un módulo de software de administración de red que reside en un dispositivo administrado. Un agente posee un conocimiento local de información de administración (memoria libre, número de paquetes IP recibidos, rutas, etcétera), la cual es traducida a un formato compatible con SNMP y organizada en jerarquías.

Un NMS ejecuta aplicaciones que supervisan y controlan a los dispositivos administrados. Los NMS's proporcionan el volumen de recursos de procesamiento y memoria requeridos para la administración de la red. Uno o más NMS's deben existir en cualquier red administrada.

Comandos básicos

Los dispositivos administrados son supervisados y controlados usando cuatro comandos SNMP básicos: lectura, escritura, notificación y operaciones transversales.

El comando de lectura es usado por un NMS para supervisar elementos de red. El NMS examina diferentes variables que son mantenidas por los dispositivos administrados.

El comando de escritura es usado por un NMS para controlar elementos de red. El NMS cambia los valores de las variables almacenadas dentro de los dispositivos administrados.

El comando de notificación es usado por los dispositivos administrados para reportar eventos en forma asíncrona a un NMS. Cuando cierto tipo de evento ocurre, un dispositivo administrado envía una notificación al NMS.

Las operaciones transversales son usadas por el NMS para determinar qué variables soporta un dispositivo administrado y para recoger secuencialmente información en tablas de variables, como por ejemplo, una tabla de rutas.

Base de información de administración SNMP (MIB)

Una Base de Información de Administración (MIB) es una colección de información que está organizada jerárquicamente. Las MIB's son accedidas usando un protocolo de administración de red, como por ejemplo, SNMP.

Un objeto administrado es uno de cualquier número de características específicas de un dispositivo administrado. Los objetos administrados están compuestos de una o más instancias de objeto, que son esencialmente variables.

Un identificador de objeto (object ID) únicamente identifica un objeto administrado en la jerarquía MIB. La jerarquía MIB puede ser representada como un árbol con una raíz anónima y los niveles, que son asignados por diferentes organizaciones.

El árbol MIB ilustra las variadas jerarquías asignadas por las diferentes organizaciones

Los identificadores de los objetos ubicados en la parte superior del árbol pertenecen a diferentes organizaciones estándares, mientras los identificadores de los objetos ubicados en la parte inferior del árbol son colocados por las organizaciones asociadas.

Los vendedores pueden definir ramas privadas que incluyen los objetos administrados para sus propios productos. Las MIB's que no han sido estandarizadas típicamente están localizadas en la rama experimental.

El corazón del árbol MIB se encuentra compuesto de varios grupos de objetos, los cuales en su conjunto son llamados mib-2. Los grupos son los siguientes:

- System (1);
- Interfaces (2);
- AT (3);

- IP (4);
- ICMP (5);
- TCP (6);
- UDP (7);
- EGP (8);
- Transmission (10);
- SNMP (11).

Es importante destacar que la estructura de una MIB se describe mediante el estándar Notación Sintáctica Abstracta 1 (Abstract Syntax Notation One).

Mensajes SNMP

Para realizar las operaciones básicas de administración anteriormente nombradas, el protocolo SNMP utiliza un servicio no orientado a la conexión (UDP) para enviar un pequeño grupo de mensajes (PDUs) entre los administradores y agentes. La utilización de un mecanismo de este tipo asegura que las tareas de administración de red no afectarán al rendimiento global de la misma, ya que se evita la utilización de mecanismos de control y recuperación como los de un servicio orientado a la conexión, por ejemplo TCP, en la figura 3.19. se observa la configuración de un cliente de MCM.

The screenshot displays the SNMPc Management Console interface. The main area shows a network topology diagram with several nodes and their connections. The nodes include:

- GW_Quintum_PosadasDallas (top center)
- DMZ_ETH04 (connected to GW_Quintum_PosadasDallas)
- GW_Quintum_Posadas3Merias (left side)
- rt-Posadas_Mich (bottom left)
- SE1-TX_Alestra (bottom center)
- rt-Posadas_Mex (bottom center)
- GMAN-MCM(a1-cndi-a1-gbl-az) (bottom right)
- Firewall-posadas-Internet-Trust (middle right)
- Firewall-posadas-Untrust (middle right)
- Untrust Eth00 (middle right)
- INTERNET_3MEPS (far right)
- 2X_IPVPN_6MEPS (middle right)

The log window at the bottom shows the following entries:

| Severity | Time | Source | Destination | Message |
|----------|---------------------|-------------------|--------------------|--|
| Normal | 06/16/2010 06:50:07 | SM1-Grupo_SUR | Interface 1017 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:51:40 | SM1-Grupo_SUR | Interface 1015 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:52:08 | P3_EXT_3_48_CALL | Interface 1036 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:55:49 | P3_EXT_3_48_CALL | Interface 1035 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:56:17 | P3_EXT_3_48_CALL | Interface 1013 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:56:29 | c2-cndi-bb-mx | Status Test Passed | (extremeGpuMonitorTotalUtilization.0-11) |
| Normal | 06/16/2010 06:57:19 | Extreme_Unnico_1 | Interface 1021 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:57:22 | Pacifico-Reservad | Interface 1014 | Link Up Trap |
| Normal | 06/16/2010 06:58:10 | P3_EXT_2_48_CALL | Interface 1048 | Link Up Trap |
| Severe | 06/16/2010 06:58:11 | P3_EXT_3_48_CALL | Interface 1015 | Link Down Trap |
| Severe | 06/16/2010 06:59:40 | P3_EXT_2_48_CALL | Interface 1047 | Link Down Trap |

Figura 3.19 Configuración de un cliente de MCM.

Los puertos comúnmente utilizados para SNMP son los siguientes:

Puerto # 161 SNMP

Puerto # 162 SNMP-Trap

Los paquetes utilizados para enviar consultas y respuestas SNMP poseen el siguiente formato:

Versión Comunidad SNMP PDU¹⁰

- Versión: Número de versión de protocolo que se está utilizando (por ejemplo 1 para SNMPv1);
- Comunidad: Nombre o palabra clave que se usa para la autenticación. Generalmente existe una comunidad de lectura llamada "public" y una comunidad de escritura llamada "private";
- SNMP PDU: Contenido de la unidad de datos del protocolo, el que depende de la operación que se ejecute.

Los mensajes GetRequest, GetNextRequest, SetRequest y GetResponse utilizan la siguiente estructura en el campo SNMP PDU:

Tipo Identificador Estado de error Índice de error Enlazado de variables

- Identificador: Es un número utilizado por el NMS y el agente para enviar solicitudes y respuesta diferentes en forma simultánea;
- Estado e índice de error: Sólo se usan en los mensajes GetResponse (en las consultas siempre se utiliza cero). El campo "índice de error" sólo se usa cuando "estado de error" es distinto de 0 y posee el objetivo de proporcionar información adicional sobre la causa del problema. El campo "estado de error" puede tener los siguientes valores:
 - 0: No hay error;
 - 1: Demasiado grande;
 - 2: No existe esa variable;
 - 3: Valor incorrecto;
 - 4: El valor es de solo lectura;
 - 5: Error genérico.

¹⁰ **PDU** (Protocol Data Units), Unidades de Datos de Protocolo. Se utiliza para el intercambio entre unidades parejas, dentro de una capa del modelo OSI. Academia de Networking de Cisco Systems, "CCNA 1 y 2", 451.

- Enlazado de variables: Es una serie de nombres de variables con sus valores correspondientes (codificados en ASN.1).

GetRequest

A través de este mensaje el NMS solicita al agente retornar el valor de un objeto de interés mediante su nombre. En respuesta el agente envía una respuesta indicando el éxito o fracaso de la petición. Si la petición fue correcta, el mensaje resultante también contendrá el valor del objeto solicitado. Este mensaje puede ser usado para recoger un valor de un objeto, o varios valores de varios objetos, a través del uso de listas.

GetNextRequest

Este mensaje es usado para recorrer una tabla de objetos. Una vez que se ha usado un mensaje GetRequest para recoger el valor de un objeto, puede ser utilizado el mensaje GetNextRequest para repetir la operación con el siguiente objeto de la tabla. Siempre el resultado de la operación anterior será utilizado para la nueva consulta. De esta forma un NMS puede recorrer una tabla de longitud variable hasta que haya extraído toda la información para cada fila existente.

SetRequest

Este tipo de mensaje es utilizado por el NMS para solicitar a un agente modificar valores de objetos. Para realizar esta operación el NMS envía al agente una lista de nombres de objetos con sus correspondientes valores.

GetResponse

Este mensaje es usado por el agente para responder un mensaje GetRequest, GetNextRequest, o SetRequest. En el campo "Identificador de Request" lleva el mismo identificador que el "request" al que está respondiendo.

Trap

Una trap es generado por el agente para reportar ciertas condiciones y cambios de estado a un proceso de administración. El formato de la PDU es diferente:

- Enterprise: Identificación del subsistema de gestión que ha emitido el trap;
- Dirección del agente: Dirección IP del agente que ha emitido el trap;
- Tipo genérico de trap:
 - Cold start (0): Indica que el agente ha sido inicializado o reinicializado;
 - Warm start (1): Indica que la configuración del agente ha cambiado;

- Link down (2): Indica que una interfaz de comunicación se encuentra fuera de servicio (inactiva);
 - Link up (3): Indica que una interfaz de comunicación se encuentra en servicio (activa);
 - Authentication failure (4): Indica que el agente ha recibido un requerimiento de un NMS no autorizado (normalmente controlado por una comunidad);
 - EGP neighbor loss (5): Indica que en sistemas en que los routers están utilizando el protocolo EGP, un equipo colindante se encuentra fuera de servicio;
 - Enterprise (6): En esta categoría se encuentran todos los nuevos traps incluidos por los vendedores.
- Tipo específico de trap: Es usado para traps privados (de fabricantes), así como para precisar la información de un determinado trap genérico;
 - Timestamp: Indica el tiempo que ha transcurrido entre la reinicialización del agente y la generación del trap;
 - Enlazado de variables: Se utiliza para proporcionar información adicional sobre la causa del mensaje, como se muestra en la figura 3.20.

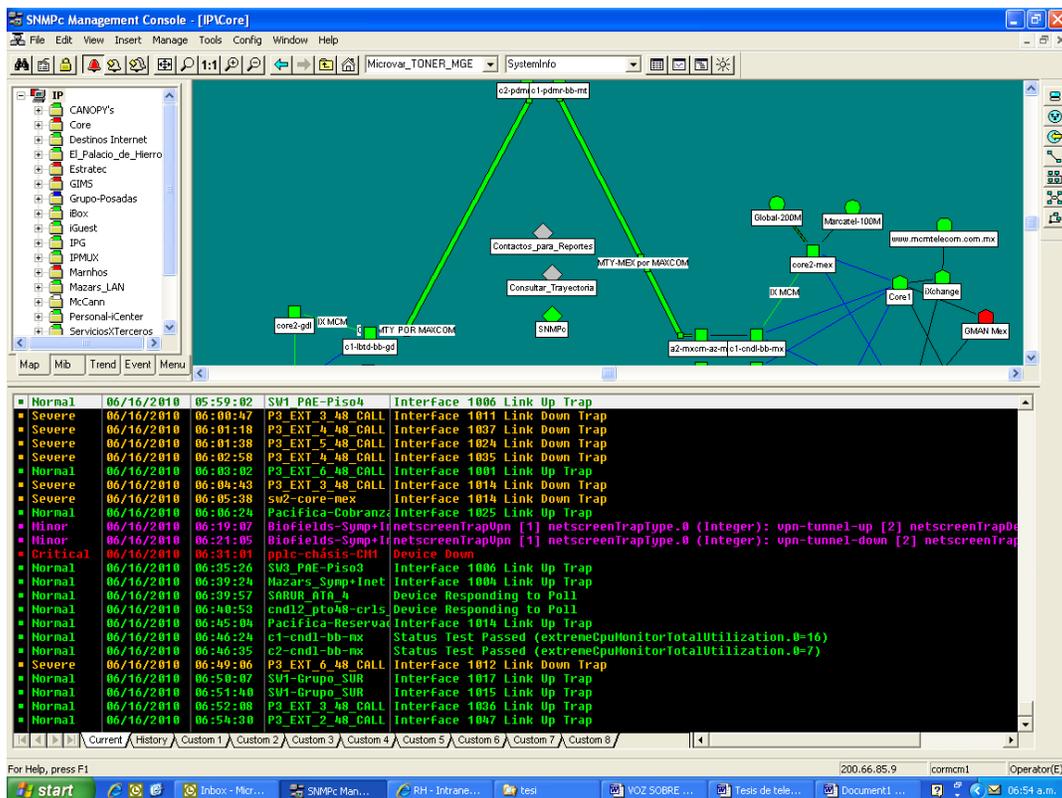


Figura 3.20 Configuración traps son alarmas enviadas cuando hay un cambio de estado del servicio del cliente.

GetBulkRequest

Este mensaje es usado por un NMS que utiliza la versión 2 ó 3 del protocolo SNMP típicamente cuando es requerida una larga transmisión de datos, tal como la recuperación de largas tablas. En este sentido es similar al mensaje GetNextRequest usado en la versión 1 del protocolo, sin embargo, GetBulkRequest es un mensaje que implica un método mucho más rápido y eficiente ya que a través de un solo mensaje es posible solicitar la totalidad de la tabla.

InformRequest

Un NMS que utiliza la versión 2 ó 3 del protocolo SNMP transmite un mensaje de este tipo a otro NMS con las mismas características, para notificar información sobre objetos administrados.

3.3.2 Software utilizado en el monitoreo de la red de fibra óptica de MCM

Remote fiber test systems (RFTS)

Una cantidad significativa de información puede ser gráficamente mostrada, en pantallas mediante el uso de estado de la técnica sistemas de información geográfica (SIG). La incorporación de un SIG le permitirá gestionar la red en forma de una vista, ya que proporciona datos extremadamente precisos mapas, que incluye el sistema de posicionamiento global (GPS) coordina la red de infraestructuras, así como la asignación de su RTU, cables, fibras, alarma, pantalla y estadísticas.

El RFTS que monitorea la red de fibra óptica de MCM fue diseñado con una arquitectura abierta, lo suficientemente flexible como para ser fácilmente integrados y sincronizada con un sistema operativo existente, junto con una base de datos de geomática. Crea entre el RFTS y la SO basado en el SIG permitiendo modificaciones en la SO principal. Estas modificaciones se reflejan automáticamente en el RFTS sin ninguna configuración manual.

Uno de los requisitos de la tecnología RFTS es la capacidad de integrar y sincronizar el RFTS con información geográfica de base de datos del sistema directamente en la base de datos de MCM de red de fibra óptica en la ciudad de México. La base de datos de la red incluye dos bases de datos distintas. La primera es para la gestión de cable a nivel óptico, los operadores de red saben dónde empieza y termina por cable, además de cajas de empalme y el parche que se haya ido incluyendo después de la instalación original, paneles de los cables están conectados.

El segundo incluye un mapa físico, en el cual MCM ubica la red físicamente y las posiciones de sus diferentes elementos de red, tales como cables, cámaras subterráneas los puntos de presencia, nodos principales, anillos y backbone de fibra óptica principal, las

oficinas centrales, empalmes ópticos, amplificadores ópticos y multiplexores add-drop. Este mapa incluye nombres de calles, edificios, ríos, lagos, etc, es decir cualquier infraestructura que facilite la ubicación física de los diversos elementos. Desde el RFTS, el usuario sólo puede acceder a la base de datos del operador de red, modo de sólo lectura. Esto evita que cualquier modificación de los valores existentes y permite que todos los datos que se accede desde el RFTS. El usuario accede a la ubicación física del cable, así como el mapa del operador de red. También cuenta con un identificador de las rutas de fibra con el fin de ver las alarmas en el RFTS, como se muestra en la figura 3.21.

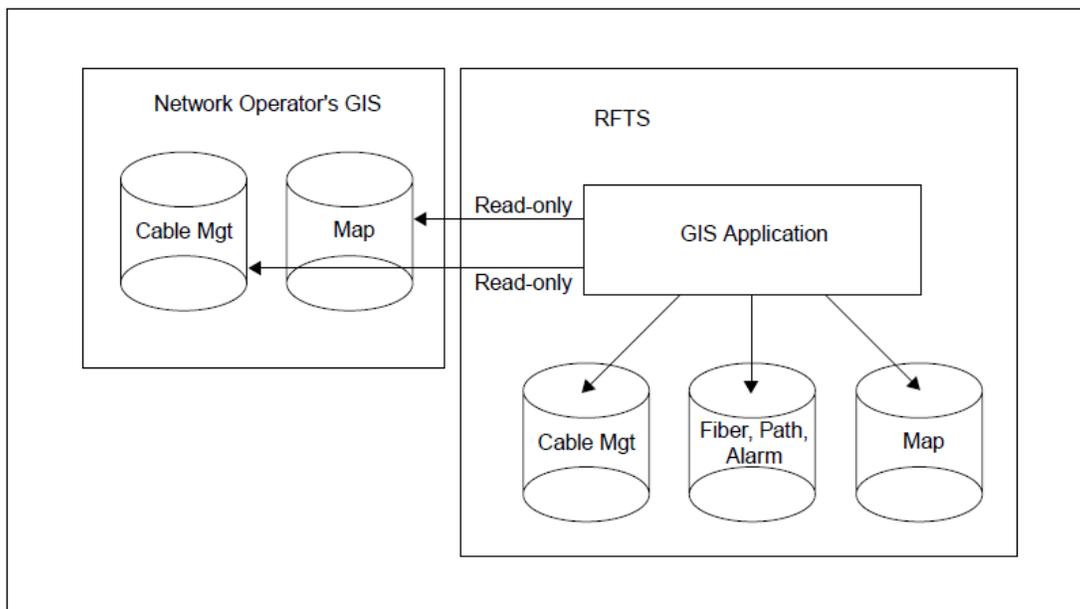


Figura 3.21 Diagrama de configuración lógica del RFTS.

Un problema común es cuando se integra en la red de fibra óptica de MCM otro segmento de cable de la red existente de base de datos, es cuando las dos bases de datos no tienen formatos de datos compatibles o los mismos datos en ambas bases. En tales casos, el RFTS tiene que convertir (Transformar) los datos de ambas bases de la de red en un formato que es compatible con el RFTS. Esto se puede hacer en una de dos maneras: o bien convertir los datos a leer la arquitectura del formato de datos o podemos convertir la base de datos en el formato que ya utilizan los sistemas de información geográfica RFTS. Y transformación mediante la arquitectura de los Datos soluciones de firmware como Geographic Data Objects (GDO) de Geomedia de Intergraph puede leer la arquitectura del formato de datos y mostrar los datos sin ninguna transformación, como se muestra en la figura 3.22.

Equipo utilizado en el monitoreo de las redes de fibra óptica de MCM:

CPU

Monitor

Estación de trabajo

RFTS



Figura 3.22 Equipo RFTS para el monitoreo de la red de fibra óptica.

Cuando se presenta un corte de fibra en la red de MCM

Mediante el monitoreo de la red se pueden observar graficas que son enviadas por la RFTS, que es un OTDR (reflectómetro óptico en el dominio del tiempo) con 12 puertos ópticos, con conector SC por medio del cual manda un laser a la vez por cada puerto, donde se encuentra conectada una fibra óptica que recorre el backbone y el anillo asignado a ser monitoreado por ese puerto, cuando hay un corte de fibra en la red de MCM el monitoreo se ve interrumpido para analizar el trazado de ese anillo comparando

la distancia óptica del corte de fibra con la longitud original del trazo y si esta distancia óptica es diferente la lleva a un plano físico de la base de datos de la zona donde se plasmó el recorrido que tiene el cable de fibra óptica por las calles y ubica el punto de la interrupción del cable, enviando una alerta mayor a la estación de trabajo asignada para el monitoreo de la red.

Esta alarma tiene datos como son nombre del anillo afectado, ubicación geográfica, atenuación perdida en dB. Distancia óptica, hora del corte de la fibra óptica, como se muestra en la figura 3.23.

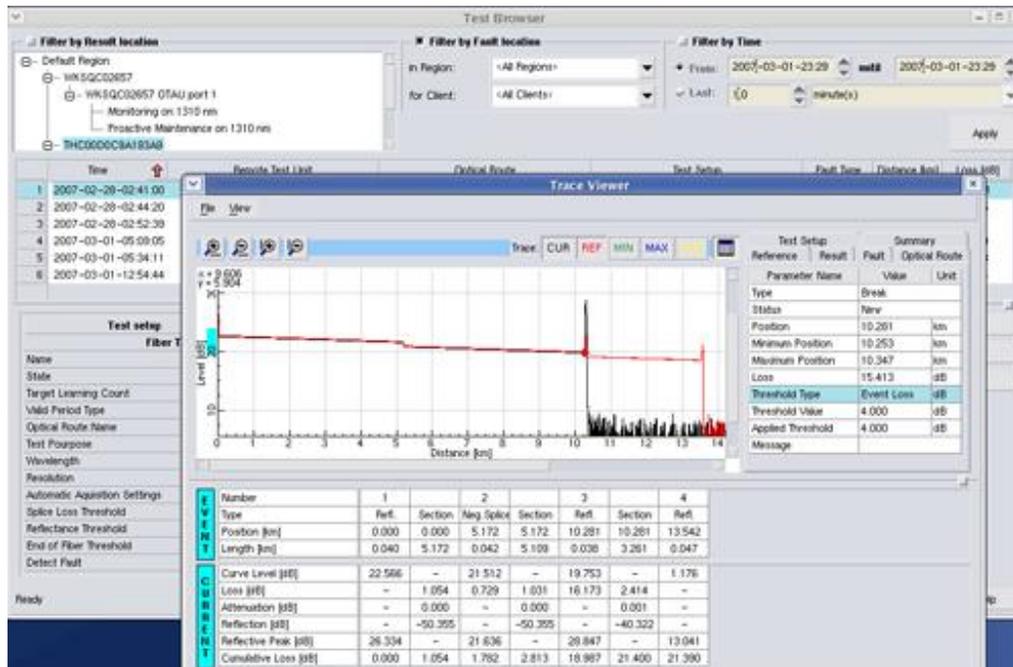


Figura 3.23 Pantalla del equipo de monitoreo EXFO.

3.3.3 Monitoreo de la red SDH de MCM

OBJETIVO:

Monitorear los equipos SDH marca Lucent Technologies WaveStarAM1/1, WaveStarADM4/1 y WaveStarADM16/1 a través del sistema de monitoreo y gestión ITM-SC para tener conocimiento de las diferentes alarmas que estos equipos generan y así poder atender oportunamente las fallas existentes, de los clientes y enlaces transmisión.

El procedimiento para realizar el monitoreo de la red SDH es aplicado por los ingenieros de MCM que laboran en el Centro de Operaciones de la Red (COR), que tiene a su

alcance esta herramienta de monitoreo y deben contar al menos con los conocimientos básicos sobre el manejo de este sistema.

Es responsabilidad del personal arriba mencionado, revisar el listado de alarmas del sistema cada 10 minutos como mínimo y así poder atender con oportunidad y reportar las fallas que se presenten de los enlaces a los clientes o carriers correspondientes.

El Sistema de Monitoreo y Gestión ITM-SC para el monitoreo de los equipos SDH marca Lucent Technologies WaveStar AM1/1, WaveStar ADM4/1 y WaveStar ADM16/1. Es muy dinámico y eficiente ya que cuenta con un panorama muy amplio, amigable para el monitoreo y gestión sobre los equipos de la red SDH como son realizar crosconexiones en los equipos de los servicios E1, STM1.

Entiéndase como Elemento de Red cada uno de los equipos WaveStar mencionados con anterioridad.

En la figura 2.24 se observa la pantalla y podemos ver el mapa de la republica mexicana donde se ubican los equipos de la red SDH que es la primer imagen cuando se inicia la sesión del ITM-SC utilizada para el monitoreo de la red.



Figura 3.24 Pantalla del monitoreo de la red SDH de MCM.

En la figura 3.25 vemos la pantalla donde se muestra la configuración de los diferentes anillos Lomas, Polanco, Reforma, Insurgentes, Perisur, Santa Fe, Bosques, Azcaval y como están conectados al backbone de fibra correspondiente a la red SDH de MCM Telecom,

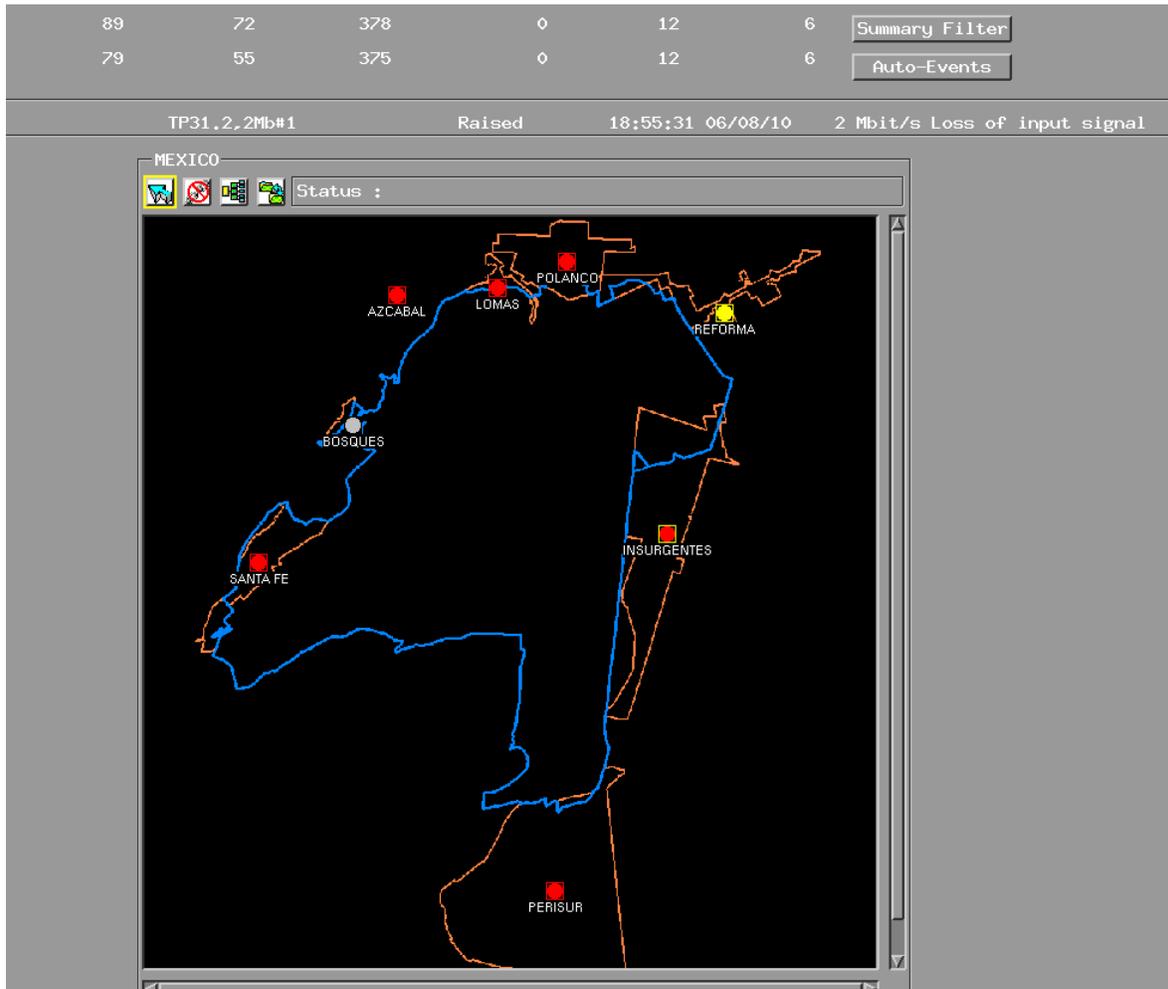


Figura 3.25 Monitoreo de los anillos de la red SDH de MCM.

En esta parte del monitoreo podemos ver como se visualizan los diferentes equipos los cuales están distribuidos en la pantalla y muestran cuales tienen una alarma de acuerdo a su color de la misma mas adelante hay un cuadro que identifica la severidad de la alarma de acuerdo al color, ver figura 3.26.

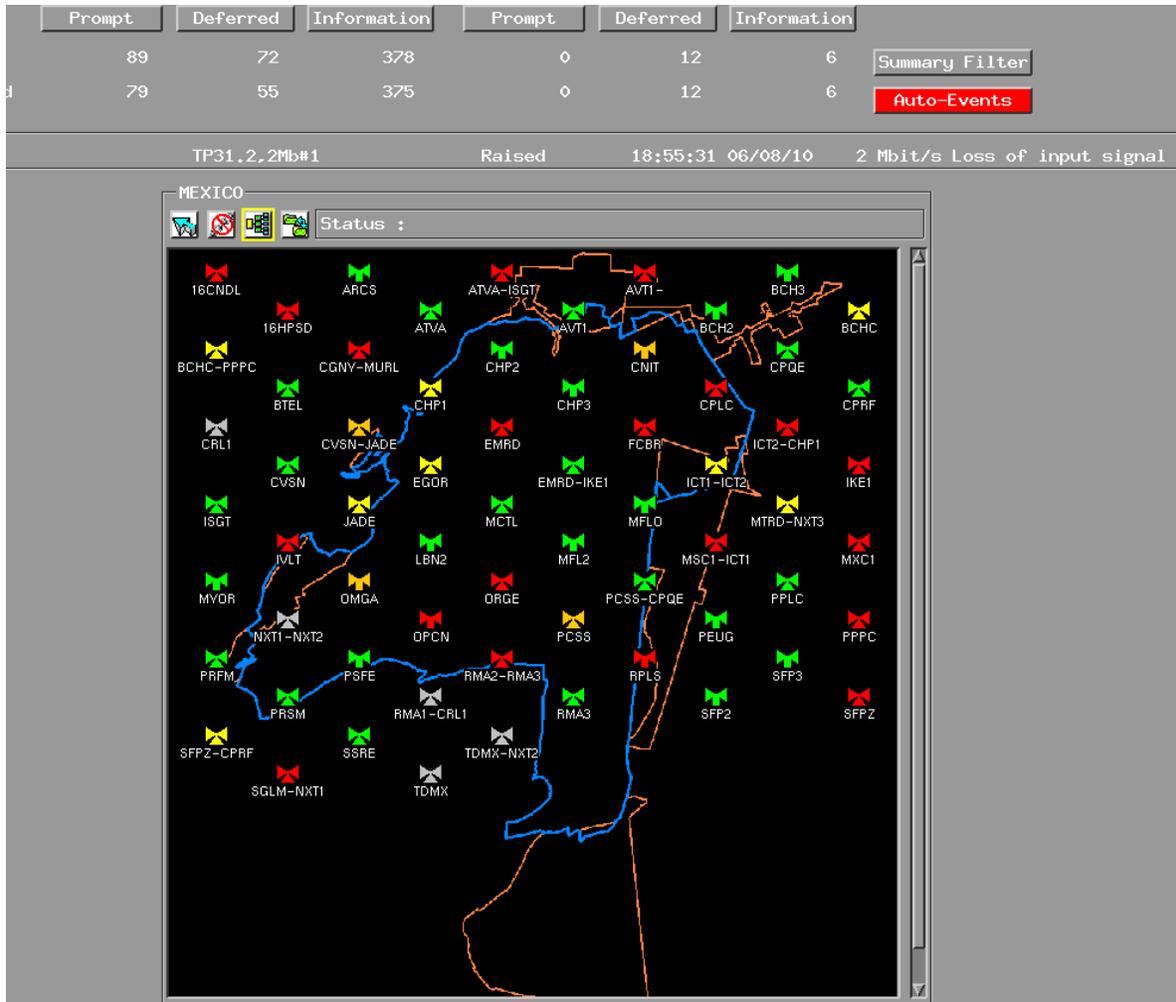


Figura 3.26 Pantalla del monitoreo de las alarmas en equipos de la red SDH de MCM.

Los equipos ADM cuentan con tarjetas (supervisora, de trabajo y protección) con las que el equipo puede trabajar y da servicios a los clientes, se puede monitorear si tienen alarmas y el tipo de alarma que tienen las tarjetas de forma grafica y corresponden con las tarjetas en el equipo mismo de forma “espejo”.

En la figura 3.27 vemos las alarmas más a fondo el tipo, en que horario se presento, el puerto de la tarjeta donde está la alarmas y esta puede ser del tipo AIS (Señal de Indicación de Alarma) se presenta cuando un enlace E1 es esta desconectado en el otro extremo del ADM, otra alarma muy recurrente es LOS que se presenta cuando no hay continuidad en el medio de transmisión.

The screenshot displays the 'EMS - Alarm List' window. At the top, it indicates 'Alarms are being filtered by' with checkboxes for Location, NE Type, NE Name, Source, Time, Level, Category, Severity, and Status. A 'Selection' box shows 'NE Name : All' and 'Card/Slot : All'. Below this is a 'Most Recent Listed Alarm' section with a table of 10 entries. The main table has columns: Alarm Number, Severity, NE, Source, Status, and Description. Below the table, there are 'Note' and 'Alarms are being sorted by' sections. The 'Display' section has radio buttons for 'Current Alarms', 'History Alarms', and 'Both', and a 'Show Time' checkbox. There are buttons for 'Select All', 'De-Select All', and 'Details'. The 'Operation' section has 'Acknowledge' and 'Delete' options. The 'Messages' section shows '*** Operation Started ***' and '*** Operation Successful ***'. At the bottom, there are 'Apply', 'Print', 'Close', and 'Help' buttons.

| Alarm Number | Severity | NE | Source | Status | Description |
|--------------|-------------|-----------|----------------------|--------|--|
| 4157 | Prompt | EMRD | TP31.2,2Mb#1 | Raised | 2 Mbit/s Loss of input signal |
| 4147 | Prompt | 16CNLD | TP3_3 | Raised | 2 Mbit/s Loss of input signal |
| 4146 | Information | EMS | Informix | Raised | The Informix write cache hit rate is low. |
| 4088 | Deferred | BCHC | TP21.1,2Mb#1 | Raised | 2 Mbit/s Alarm indication signal received |
| 3529 | Prompt | 16CNLD | TP2_34,VC12#1 | Raised | VC-12 Unequipped |
| 3473 | Information | MSC1-ICT1 | TP21.8,2Mb#1 | Raised | 2 Mbit/s Alarm indication signal received |
| 3472 | Information | PCSS | LINEA,VC4#1.TU12#243 | Raised | TU-12 Alarm indication signal received |
| 3350 | Information | TDMX-NXT2 | -- | Ack'ed | Enable Management operation failure - Association Released |
| 3332 | Prompt | NXT1-NXT2 | -- | Ack'ed | Failed to associate with previously managed node |
| 3331 | Prompt | TDMX | -- | Ack'ed | Failed to associate with previously managed node |

Figura 3.27 Pantalla del monitoreo de las alarmas en equipos de la red SDH de MCM.

El ITM-SC: Permite realizar aprovisionamiento, configuración y monitoreo sobre distintos elementos de red (NE) como entidades independientes.

Provee un número de funciones para manejar y controlar la ocurrencia de eventos en la Red. Los eventos detectados son almacenados y después de ser reconocidos por el usuario, quedan disponibles en un archivo de eventos históricos.

Por medio de parámetros de severidad, umbrales de alarma y una completa información sobre probables causas de alarma, el sistema es capaz de mostrar una imagen de las condiciones y el estado de cada uno de los elementos de red. De esta forma el ITM-SC permite al usuario minimizar y corregir las fallas que llegan a presentarse.

Por medio de la interface gráfica, todos los elementos de red se muestran sobre el mapa de la red, teniendo cada elemento un icono asignado. Cuando ocurre una alarma, el estado de la alarma es desplegado sobre el mapa de la red; el icono del elemento afectado cambia de color de acuerdo a la severidad de la alarma. La descripción de la alarma aparece arriba del mapa de la red, adicionalmente el icono del elemento afectado puede mostrar también la información de las alarmas registradas.

El esquema de colores empleado por el ITM-SC para representar las alarmas así como los rangos de severidad se muestran a continuación:

| Color | Severidad de Alarma | Descripción e |
|---------|---------------------|--|
| Gris | Prompt | No se tiene gestión sobre el Elemento de Red ADM, AM1 |
| Rojo | Prompt | Existe por lo menos una alarma URGENTE en el equipo |
| Ambar | Deferred | Existe por lo menos una alarma NO-URGENTE en el equipo |
| Naranja | Information | Existen alarmas INFORMATIVAS solamente |
| Verde | No Alarm | No existen alarmas |

Definición de los componentes:

ITM-SC: Integrated Transport Management-Subnetwork Controller

WaveStar AM1/1: Add/Drop Multiplexer con capacidad de un STM-1

WaveStar ADM4/1: Add/Drop Multiplexer con capacidad de dos STM-1

WaveStar ADM16/1: Add/Drop Multiplexer con capacidad de dieciséis STM-1

Prompt: Término empleado en el sistema ITM-SC para indicar la severidad de una alarma como Urgente

Deferred: Término empleado en el sistema ITM-SC para indicar la severidad de una alarma como No Urgente

EMS: Element Management System

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

NE: Network Element

RFTS: Remote Fiber Test System

Apertura de Sesión de Monitoreo.

El usuario, en este caso el Ingeniero del COR verifica que exista una sesión abierta en el ITM-SC al iniciar su turno de trabajo. En caso contrario abre una nueva sesión con la cuenta y clave de acceso asignada por el supervisor. Sobre el recuadro que aparece al centro de la pantalla introduce la cuenta y clave de acceso y selecciona el boton OK.

De la barra de herramientas que aparece en la parte inferior de la pantalla selecciona el segundo icono que aparece de derecha a izquierda y selecciona la opción Default ITM-SC NE Management.

Al desplegarse en pantalla el mapa de la República Mexicana dar un doble “click” con el con el boton izquierdo del mouse sobre el nodo MCM-CORMEX.

Finalmente para desplegar los iconos de cada uno de los elementos de Red, seleccionar el tercer icono de los cuatro que se muestran sobre el mapa de la Red de MCM en la Ciudad de México.

Reconocimiento de Alarmas.

Cada vez que se presenta una alarma en cualquier elemento de red, el icono asociado cambia de color dependiendo de la severidad de la misma y además destella intermitentemente hasta que el Ingeniero reconoce la alarma, así mismo el sistema emite una señal audible alertando sobre un nuevo evento.

El Ingeniero hace una inspección visual sobre el mapa de red, verifica aquellos elementos de red que presenten color rojo, ambar o anaranjado y que además estén destellando intermitentemente, pues esto es señal de que existe en ese elemento al menos una alarma y esta no ha sido reconocida previamente.

Si algún icono presenta estas características, el Ingeniero coloca el mouse sobre éste y con el boton derecho selecciona la opción Alarm List con lo cual se desplegara un listado de las alarmas existentes en el elemento.

Si el Ingeniero no tiene conocimiento de las posibles causas de la alarma ni de las acciones correctivas que debe hacer, entonces con el mouse sombrea la alarma existente, selecciona la opción DETAILS y por último selecciona la opción Probable Cause information. Con esto el sistema muestra información más detallada referente a la alarma, las causas probables de la misma y sugiere acciones correctivas. El ingeniero repite este paso para cada una de las alarmas presentes.

El ingeniero sombrea la alarma y selecciona la opción Acknowledge para reconocer la alarma.

Seguimiento del Estado de Alarmas

Si algún otro elemento de red presenta un color distinto al verde pero éste no destella intermitentemente, esto es señal de que existe una alarma en el equipo pero esta ya fue reconocida por otro Ingeniero del turno en el COR.

En este punto, además de las alarmas reconocidas en el sistema de monitoreo, se suman las alarmas que el Ingeniero haya reconocido, se les da seguimiento si se pueden restablecer desde el centro de operaciones, si no se reporta al área de campo para que verifique en sitio el motivo de la alarma, o si en un servicio de interconexión con otro carrier se le solicita sea revisado el medio de transmisión dentro de su red.

El Ingeniero da seguimiento a las alarmas ya reconocidas para tener conocimiento del momento en que estas se limpian, el sistema envía una señal audible en el momento en que una alarma desaparece.

Conclusiones.

Las empresas y organizaciones tienen una cantidad importante de ordenadores, computadoras en operación, con frecuencia alejadas entre sí. Por ejemplo una empresa o compañía que tenga oficinas remotas desde un solo punto puede administrar desde este lugar sin tener que estar en cada localidad independientemente de lo alejado que se encuentren una de otra.

En términos generales, aquí mostramos como pueden compartir los recursos periféricos, es decir servidores de correo, servidores de web, impresoras y así todos los programas y equipos especialmente de datos estén disponibles para cualquier usuario dentro de la red sin importar la distancia que los separa.

Otra meta es dar a conocer como son estas redes de alta confiabilidad al contar con equipo y software que identifican cuando hay un riesgo de ataque en la red y solo los usuarios que pertenecen a las redes interconectadas tienen acceso a la información o a interactuar entre los ellos y tener la confiabilidad de la red.

Si una red es diseñada correctamente además de los puntos que ya mencionamos hay uno muy importante y por el cual muchas empresas se inclinan, esto es el costo en el ahorro una vez que la red está trabajando correctamente por decir un ejemplo las llamadas entre las ciudades diferentes, puedes ser locales o como si estuvieran llamando entre extensiones y con esto el ahorro es muy bueno para las empresas.

Hablando del Triple Play en México ha tenido un gran auge dentro de la población como se muestra en la tabla abajo mostrada y se da a conocer los aspectos más importantes, que en ocasiones no se toman en cuenta porque no hay información o simplemente no nos importa saber cómo nos comunicamos con una persona que se encuentra en otro país u otro continente y porque las telecomunicaciones en la actualidad son más rápidas y con menor costo a diferencia de algunos años, cuando las personas normalmente no tenían acceso a la información por la falta de infraestructura.

| | Clientes Nuevos durante el año | Cancelaciones de clientes | Clientes actuales |
|------|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 2005 | 60 | 3 | 367 |
| 2006 | 71 | 4 | 434 |
| 2007 | 85 | 4 | 515 |
| 2008 | 90 | 6 | 599 |
| 2009 | 97 | 3 | 693 |

Tabla Comparativa de los últimos 5 años de los clientes de MCM.

Cuando quitaron el monopolio en México en 1996 en la telefonía y las comunicaciones empezó la gran carrera por competir en este ramo que es bastante amplio ya que México cuenta con una gran cantidad de usuarios potenciales, los cuales esperan un buen servicio, bajo costo principalmente y como ahora hay más variedad de empresas que se dedican a las comunicaciones pueden escoger el carrier o la compañía de comunicaciones que más le convenga a cada quien.

MCM es una de esas empresas dedicada a las telecomunicaciones que trata de dar el mejor servicio para sus clientes y convencer de que sus productos son los mejores y al estar interconectada con las empresas prestadoras de servicios a nivel nacional y mundial la comunicación de sus clientes es óptima y no importa donde se encuentren ubicadas sus oficinas remotas o las necesidades que requieran para lograr sus operaciones y desarrollo.

En general la tesis es un trabajo que habla de comunicaciones en diferentes ámbitos y da una visión amplia a las personas que no están muy relacionadas al estudio de las mismas y se trata que sea de fácil de entender, sirve para los alumnos que les interese los temas aquí tratados y puedan rescatar información útil para sus proyectos o trayectoria en las diferentes carriers ya que considero que las comunicaciones son una de las actividades que tienen un gran futuro porque día a día hay cosas nuevas y se va ampliando el horizonte de hacia el futuro.

Glosario de términos

ADM.- Multiplexor de Agregar –Soltar, (Add-Drop Multiplexer)

ARP.- Protocolo de Resolución de Dirección, (Address Resolution Protocol)

ASCII.- Código Estándar Americano para el intercambio de información, (American Standard Code for Information Interchange)

ATM.- Modelo Transferencia Asíncrono, (Asynchronous Transfer Mode)

BIT.- Es el acrónimo de dígito binario y es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital, (Binary digit)

BYTE.- Es la unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte son ocho bits contiguos. El byte es también la unidad de medida básica para memoria.

CDMA.- Acceso Múltiple por División de Código, (Code Division Multiple Access)

CNM.- Gestión de Red del Cliente, (Customer Network Management)

COM.- Continuación del Mensaje, (Continuation of the Message)

CPU.- Es la unidad de proceso central de las computadoras, se pronuncia como letras separadas, la CPU es el cerebro del ordenador, (Central Processing Unit)

DLCI.- Identificador de Conexión de Enlace de Datos, (Data Link Connection Identifier)

DNS.- Sistema de Dominio de Nombres, (Domain Name System)

DTE.- Equipo Terminal de Datos, (Data Terminal Equipment)

FDDI.- Interface de Datos Distribuida por Fibra, (Fiber Distributed Data Interface)

FTP.- Protocolo de Transferencia de Archivos, (File Transfer Protocol)

GSM.- Grupo Especial Móvil, (Groupe Speciale Mobile)

HDCL.- Control de Enlace de Datos de Alto Nivel, (High Level Data Link Control)

HTTP.- Protocolo de Transferencia de Hipertexto, (Hyper Texte Transfer Protocol)

IEEE.- Instituto de Ingenieros de Electricidad y Electrónica, (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

IP.- Protocolo de Internet, (Internet Protocol)

IPv4.- Protocolo de Internet Versión 4, (Internet Protocol Version 4)

IPv6.- Protocolo de Internet Versión 6, (Internet Protocol Version 6)

ISDN.- Red Digital de Servicios Integrados, (Integrated Services Digital Network)

ISO.- Organización Internacional de Normas, (International Standards Organization)

ISP.- Internet Service Provider, (Proveedor de Servicios de Internet)

ITU.- Unión Internacional de Telecomunicaciones, (International Telecommunications Union)

LAN.- Redes de Área Local, (Local Area Networks)

MAN.- Red de Área Metropolitana, (Metropolitan Area Network)

MID.- Identificador de Mensaje, (Message Identifier)

MPLS.- Es un método para forwardear paquetes a traves de la red usando información contenida en etiquetas añadidas a los paquetes IP, (Multi Protolo Laber Switching)

NOC.- Centro de Operaciones de la Red, (Network Operations Center)

OSPF.- Abrir el Trayecto más Corto, (Open Shortest Path First)

PABX.- Central secundaria privada automática, (Private Automatic Branch Exchang)

PSTN.- Public Switched Telephone Network

QoS.- Calidad de servicio, (Quality of Service)

SDH.- Jerarquía Digital Síncrona, (Synchronous Digital Hierachy)

SNMP.- Protocolo Simple de Gestión de Redes, (Simple Netwok Managment Protocol)

TCP.- Protocolo de Control de Transmisión, (Transmision Control Protocol)

TELNET.- Protocolo para conectarse remotamente a un equipo

UDP.- User Datagram Protocol

UTP.- Par Trenzado no Blindado, (Unshielded Twisted Pair)

VC.- Canal Virtual

VLAN.- Virtual LAN

VPN.- Red Privada Virtual, (Virtual Private Network)

WAN.- Red de Área Amplia o Extensa, (Wide Área Network)

WLAN.- Wireless LAN

BIBLIOGRAFIA

Bates, R. J. "Wireless Networked Communications", Mc Graw-Hill, New York (1994).

Beltrao, A. "Redes de Computadoras. Protocolos y Prestaciones", Graw-Hill, New York (1994).

Black, U. D. "TCP/IP and Related Protocols", Mc Graw-Hill, New York (1995).

Comer D.E. "Interworking whit TCP/IP", Pretice Hall, New Yersey Englewood Cliffs. (1995). In American Scientist, USA.

Comer D. E. "Redes Globales de Informacion con internet TCP/IP: principios Basicos, Protocolos y Arquitectura", Pretice Hall, Mexico (1996).

Deening, P. J. "The Science of Computing : Worldnet", De Prycker, M. "Asynchronous Tranfer Mode Solution for Broadban ISDN", Ellis Horwood, Second Edition, (1993).

Deering, S y Cheriton, R "Multicast Routing in Datagram Internetworks and Extended LAN's" Pretice Hall, New Yersey (2000).

Frank,H. y Chiou, W. "Routing in Computer Networks", Pretice Hall, New Yersey (1991).

Gerla, M y Kleinrock, I "Flow Control: A Comparative Survey", IEEETransactionson Communications, USA, (1996).

Hecht, Eugene "OPTICA", Pearson Educacion, S.A. Madrid España, (2003).

Milenkovic, W "Data and Computer Communications" MaCmillan Edition, New York, (1999).

Tanembaum, A. S. "Computer Communications" Macmillan Edition, New Yersey (1991).

Manual de plata externa de MCM Telecom

Manual de operación y monitoreo de la red SDH de MCM Telecom.

Manual de referencia, introducción a Novell.

Referencias Electrónicas.

<http://www.monografias.com/trabajos22/redes-transmision/redes-transmision.shtml>

<http://www.pablin.com.ar/electron/cursos/fibraopt/index.htm>

<http://www.mailxmail.com/curso-conceptos-basicos-redes/banda-base-banda-ancha>

<http://www.arturosoria.com/fisica/art/fibra.asp>