



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

INFORME DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL EN REDES DE TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

INFORME DEL EJERCICIO PROFESIONAL
Que para obtener el título de:
Ingeniera Mecánica Electricista
P r e s e n t a :
Sara Edith Camacho Rico

Asesor: M en I. Fidel Gutiérrez Flores



México, 2013



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.

DEDICATORIA

A Dios, por ser luz en mi vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino maravillosas personas.

A mis padres por ser pilar fundamental en mi vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos, Jerónimo y Juan Daniel, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A todos mis maestros que al compartir sus conocimientos con gran dedicación fueron transformando mi ser, en modo especial agradezco al M. en I. Fidel Gutiérrez Flores y al M.en I. Gilberto García Santamaría González su apoyo para concluir con esta etapa.

TEMARIO

- I. INTRODUCCION
- II. PROYECTO AVANTEL
- III. PROYECTO CFE
- IV. PROYECTO GEP
- V. CONCLUSIONES

I.INTRODUCCION

En las últimas décadas del siglo XX se generó una impresionante cantidad de tecnología que dio el nombre a esta época como “sociedad de la información”

En la década de los ochenta del siglo pasado se reconstruyen los fundamentos de las políticas públicas de las telecomunicaciones a nivel mundial, tomando como elementos centrales el cambio tecnológico y el proceso de globalización. Se postula la necesidad de efectuar modificaciones estructurales en los servicios de telecomunicaciones, mediante procesos de desregulación, privatización y liberalización. Se plantea que la finalidad es acelerar la introducción de las nuevas tecnologías, para hacer más eficientes y variados los servicios, lograr satisfacer los crecientes requerimientos económicos y sociales de comunicaciones fiables, seguras e instantáneas (voz, imagen y datos), así como una convergencia y garantizar que los beneficios derivados de la tecnología lleguen hasta el consumidor. Para lo anterior se argumenta que el establecimiento de un mercado competitivo y una regulación adecuada en las telecomunicaciones son los mejores instrumentos para alcanzar los fines planteados.

Estas políticas en las telecomunicaciones eran impulsadas en el contexto del Consenso de Washington, tanto por los gobiernos neoliberales surgidos en la década de los ochenta como por los principales organismos financieros internacionales: en particular el Banco Mundial, que juega un papel central dado que es uno de los financiadores más importantes del sector; asimismo harán su intervención la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Organización Mundial del Comercio (OMC). Las recomendaciones de política se aplicarán en diversos países, sean capitalistas avanzados o con fuertes rezagos, de alto o bajo ingreso, ya que se busca acelerar la difusión de las nuevas tecnologías con la finalidad de establecer la infraestructura de comunicaciones necesaria para el patrón de reproducción globalizador.

Sin embargo, estas políticas tenían como fundamento una visión parcial tanto de los procesos de innovación y cambio tecnológico como de la reproducción global, pues dejaban de lado las características específicas de los sistemas tecnológicos de cada país y los impactos diferenciados que ocasionarían las políticas recomendadas.

El régimen tecnológico de las telecomunicaciones que surge a partir de la década de los ochenta, si bien implicó una reestructuración de las capacidades tecnológicas de los países y de su ubicación en relación a los procesos de innovación y difusión, mantuvo una fuerte división internacional entre países innovadores y países seguidores. México se mantiene como país seguidor que logra modernizar su infraestructura y servicios pero sin capacidades para convertirse en innovador en ningún segmento tecnológico de telecomunicaciones.

La innovación en telecomunicaciones en los últimos años tiene como fundamento los desarrollos de dos tecnologías, la digital en la conmutación y la utilización de la luz y las fibras ópticas en la transmisión; ambas podrían ser consideradas como producto de lo que F Kodama (1991) llama la fusión tecnológica; obviamente existen diversas tecnologías interrelacionadas que también evolucionarán y adquirirán una fuerte presencia o que se convertirán en fundamentales, por ejemplo las tecnologías inalámbricas y las de satélite, sin embargo, la digital y la comunicación por fibra óptica sientan las bases para conformar las telecomunicaciones actuales y posibilitan lo que será la convergencia entre distintas tecnologías.

La rápida difusión de Internet, la adopción de medios de comunicación móvil y el constante desarrollo de incontables aplicaciones informáticas nos sirven para demostrar lo estratégicas que se han convertido estas tecnologías. Diversos estudios realizados por organismos internacionales como la Unión Internacional de telecomunicaciones (UIT) y por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) han demostrado el gran impacto de las Telecomunicaciones en el desempeño económico y en el éxito de las empresas, particularmente cuando se combina con inversión en habilidades, cambio organizacional e innovación.

El presente documento resume algunas de las tecnologías utilizadas como infraestructura de telecomunicaciones en el sector empresarial mexicano y que han sido parte de las tecnologías que he utilizado en mi desarrollo profesional.

Ha sido impresionante y muy gratificante el tener oportunidad de participar en mi desempeño profesional en actividades como el diseño, implementación, planeación, puesta en operación, pruebas y mantenimiento de importantes redes de telecomunicaciones en mi país.

Considero que los conocimientos y estructura mental que proporcionan un curriculum académico como el de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica permite el asimilar las tecnologías y poderlas aplicar de forma eficiente para la operación en la infraestructura de telecomunicaciones en México.

II. RED AVANTEL

2.1 Antecedentes.

México en la década de los 90, con una población de aproximadamente 94 millones de habitantes, representaba y sigue representando uno de los mercados de telecomunicaciones potencialmente más grandes de la región. La privatización de Telmex en 1990 y un programa de digitalización de redes mejoraron dramáticamente la infraestructura básica, pero las tarifas de los servicios de larga distancia e internacional continuaron siendo altas.

En 1994, el gobierno mexicano permitió que consorcios formados con un socio mayoritario mexicano pudiesen solicitar una licencia de larga distancia.

Dentro de las empresas que se crearon, surge Avantel que es una empresa conjunta entre Banacci (Grupo Financiero Banamex - Accival, que incluye el mayor banco comercial de México) y la empresa norteamericana de larga distancia MCI.

En septiembre de 1995, se le otorgó a la alianza de Avantel una licencia para instalar y operar una red pública de telecomunicaciones. Antes de esa fecha, y después de un amplio proceso de evaluación, Avantel seleccionó a Nortel para diseñar, integrar, probar e instalar toda la red. Nortel fue el proveedor de todos los sistemas de conmutación, transmisión, gestión y energía de la red mediante un contrato por \$178 millones de dólares, que representa la primera fase de una inversión proyectada de \$1,800 millones de dólares.

Avantel elaboró un plan de negocios en donde se contempló el iniciar operaciones con servicio de larga distancia a través de 33 ciudades de México, incluyendo Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey – lo que Avantel llamó el “ Triángulo de Cristal” que es el área que más utiliza los servicios de larga distancia.

2.2. La Solución de Nortel.

Para cumplir con los planes de Avantel para la rápida implementación de una red con todos los servicios, Nortel tenía que ser capaz de entregar una solución integral, incluyendo servicios de conmutación, transmisión, gestión, apoyo, pericia en la planificación, y la capacidad para manejar los aspectos de ingeniería civil dentro de México.

Para la licitación, Nortel formó una sociedad con ICA-Fluor Daniel, una empresa conjunta formada por ICA, la compañía de construcción civil más grande de México, y Fluor Daniel, un grupo empresarial con sede en Estados Unidos, dedicado a la construcción en todo el mundo. ICA-Fluor Daniel proporcionó su experiencia en construcción con fibra óptica y Nortel aportó al equipo sus conocimientos de construcción de redes completas, con funciones excepcionales que sustentarán la meta de Avantel de distinguirse con sus servicios.

La tarea más importante fue coordinar la construcción de una red que comprendiera más de 5,000 km (3,107 millas) de fibra óptica (planta externa) y 52 ubicaciones (planta interna), integrando una amplia gama de elementos de red de varios fabricantes.

El contrato fue otorgado el 31 de julio de 1995 y la notificación para comenzar fue dada el 30 de septiembre de 1995. En ocho semanas, Nortel terminó de construir y entregó en su destino la primera caseta. La red estaba operando el 1 de agosto de 1996 (10 meses después del inicio), a tiempo y dentro del presupuesto.

2.3. La Red de Avantel.

La red (Figura 1) conecta las 33 mayores ciudades de México. Actualmente comprende tres anillos bidireccionales de fibra óptica con mecanismo de protección compartido (BLSRs ó MSPrings). En su interior está la gama de equipos SDH (jerarquía digital síncrona) de Nortel – en particular, el multiplexor de inserción y extracción (ADM) y amplificador óptico TN-16X de 2,4 Gbit/s – el principal sistema ADM disponible.

Hay tres instalaciones principales de conmutación (MSF) – en Monterrey, Guadalajara y Ciudad de México – cada una con Sistemas de Conmutación Pública DMS-250 SuperNode de Nortel. Estos sistemas de conmutación en tándem DMS- 250 son la principal plataforma de servicio de la red, capaces de entregar los servicios avanzados planeados por Avantel. Adicionalmente, Nortel proporcionó los Nodos de Servicios Inteligentes para tráfico de servicios de operadores.

El resto del equipo de la red está alojado en numerosas y resistentes casetas, que son contenedores transportables que permiten una implementación rápida. La idea de las casetas fue que en el tiempo, las casetas pudiesen ser sustituidas por edificios permanentes y vueltas a implementar en cualquier otro lugar, a medida que la red fuera creciendo.

Los anillos recolectan en forma efectiva el tráfico entrante y distribuyen el tráfico saliente desde la red principal. La redundancia de la capa de elementos físicos es provista por los propios equipos (TN-16X) dentro de los anillos autoprotegidos, mientras la redundancia de los conmutadores queda garantizada al conectar todo el tráfico entrante a dos conmutadores como mínimo.

Existen sitios de interconexión de tráfico ubicados en las intersecciones de cada anillo. El tráfico ingresa a la red a través de un terminal de derivación e inserción y viaja por un anillo hasta el sitio de interconexión, donde pasa a través de un equipo de Conexiones Cruzadas 4/1 (Cross Connect) para la consolidación y agrupamiento de circuitos. También en esos sitios, otros equipos de Conexiones Cruzadas (Cross Connect) de E0s (64 kbit/s) consolidan los canales de tráfico y forman un circuito E1/T1, mientras los equipos de Conexiones Cruzadas de SDH manejan el agrupamiento de circuitos de la jerarquía SDH con mayores anchos de banda.

Entre los sitios de interconexión existen sistemas lineales – a diferencia de los basados en anillos – que forman rutas directas para el tráfico que pasa de un anillo a otro. Mientras todo el tráfico entrante y saliente está protegido por la propia arquitectura de protección compartida (BLSR), la flexibilidad de los sistemas lineales está asegurada por la protección de trayectos mediante la conmutación entre rutas independientes primarias y alternas.



Fig 2.

La red fue construida utilizando contenedores ó casetas en 48 ciudades (regeneradores, y terminales).

El acceso local es provisto por interconexiones con Telmex, el monopolio proveedor de servicios locales, ó por enlaces directos a redes privadas. La red de Avantel, también se conectó a la red de larga distancia de MCI en Estados Unidos a través de equipos ubicados en las ciudades de El Paso y McAllen, Texas. Los sistemas de gestión se ubicaron en Monterrey y Guadalajara, mientras los Nodos de Red Inteligente DMS STP (Puntos de Transferencia de Señales) se ubicaron en Guadalajara y Ciudad de México.

2.4. Gestión y Control

La capacidad de monitorear y controlar la red es un factor crucial en la entrega de servicios económicos, flexibles y competitivos. La División de Gestión de Servicios de Red de Nortel proporcionó los sistemas de gestión, incluyendo la gestión y el control centralizado de los elementos de transporte y conmutación. Esto no sólo reduce los costos de operación, sino que también maximiza la velocidad de los servicios, disminuyendo al mínimo el tiempo en que Avantel suministra un servicio solicitado por un cliente.

El sistema de gestión provee una visión unificada de la red para funciones como la gestión de fallas, de conexiones y de inventario. Este sistema incluye un enlace entre las capas de gestión que contribuye en forma significativa a permitir que Avantel pueda ofrecer un servicio que cumpla con los objetivos de satisfacción de sus clientes.

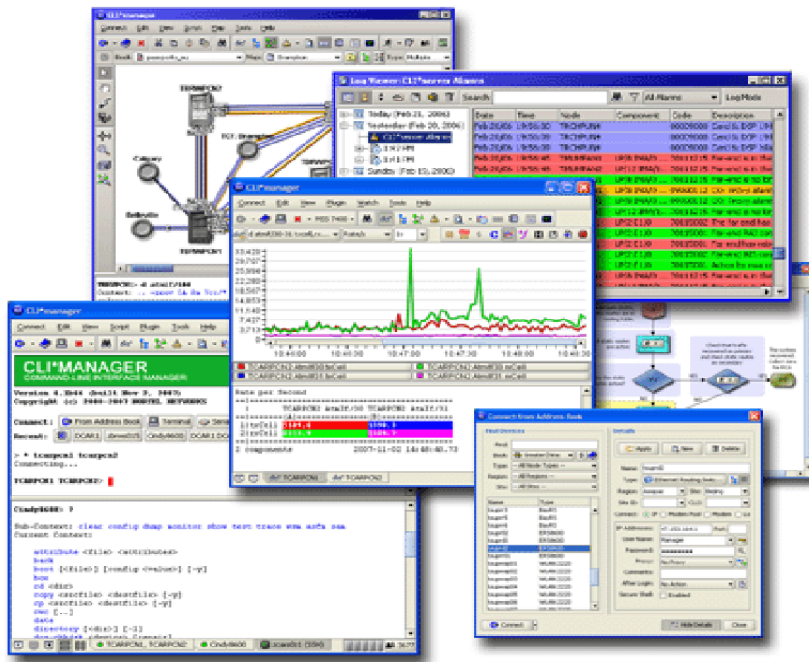


Fig 3. Sistema de Gestión de Nortel.

2.5. Ventajas SDH.

SDH es considerada por los operadores de telecomunicaciones en todo el mundo como la tecnología de transporte más efectiva y a prueba de obsolescencia. La implementación comprobada de la tecnología SDH de Nortel, basada en los estándares de telecomunicaciones, su flexibilidad y su capacidad de añadir fácilmente equipo para actualizar el sistema trae como resultado una red capaz de apoyar aplicaciones avanzadas de banda ancha.

La tecnología SDH ofrece gran flexibilidad en la implementación del equipo: las necesidades de hardware son menores y la instalación y mantenimiento se simplifican. Más aún, al usar la última tecnología (SDH), ésta es

generalmentemás confiable que otras tecnologías. Los estándares internacionales para sistemas de transmisión síncrona garantizan que la red de Avantel basada en productos de Nortel apoyará servicios de red presentes y futuros.



Fig.4 Equipo Nortel SDH TN-16X Instalado en Aguascalientes.

La red de Avantel fue diseñada para operar como una red de Convergencia con una visión a futuro que ahora opera con gran satisfacción para los clientes empresariales y usuarios domésticos.

2.6. Introducción Red de Convergencia

Las redes de telecomunicaciones eran concebidas y construidas sobre la consideración de su capacidad para soportar una cantidad determinada y limitada de servicios. Hoy las redes se encuentran en una gradual e irreversible migración hacia una arquitectura basada en el Protocolo de Internet, cuya esencia es ofrecer un servicio de transporte neutral, capaz de acomodar cualquier tipo de tráfico y por

ende cualquier tipo de servicio de manera simultánea. A este proceso de integración de múltiples servicios en una red se conoce como Convergencia.

La Convergencia es un proceso dinámico, continuo y sus efectos trascienden a las empresas de medios y tecnología provocando profundos cambios en la economía en su conjunto y materializando sus beneficios para los usuarios, en la forma de innovadores servicios disponibles por parte del sector privado.

La amplia recesión económica ha creado un ambiente de negocio que demanda aumentos en la flexibilidad, eficiencia y desempeño de TI – sin añadir costos. La virtualización es la primera ola de cambios de raíz para la arquitectura de centros de datos que hace justamente eso. La virtualización de las computadoras de escritorio, servidores y costo de almacenaje elimina de manera efectiva mucha ineficiencia en la arquitectura de centros de datos tradicionales. Sin embargo, aun hay espacio para mejorar. Muchos centros de datos empresariales despliegan una red Ethernet para tráfico IP y una red de área de almacenamiento (SAN por sus siglas en inglés) de canal de fibra para tráfico SCSI de modo de bloque. Conforme estos centros de datos despliegan infraestructuras virtualizadas, zonas de virtualización son creadas alrededor de estas diferentes redes.

El desplegar y administrar dos redes distintas resulta en altos costos operativos y de capital. Cada infraestructura tiene su propio almacenamiento cautivo subutilizado. Cada uno requiere sus propias soluciones de recuperación de información y herramientas de administración de datos. Después de que el hardware, software y cableado son comprados e instalados, dos equipos especializados independientes son frecuentemente necesarios para administrar las diferentes redes. El modelo de dos redes consume una gran cantidad de puertos de red, y acarrea grandes costos operativos continuos como resultado de numerosos adaptadores específicos para un protocolo y conmutadores que energizar, enfriar y almacenar la infraestructura. En el pasado, la separación de estas dos redes tenía sentido, porque cada una cumplía con diferentes necesidades del centro de datos y la tecnología para soportar una red verdaderamente convergida no existía. Con el canal de fibra sobre Ethernet (FCoE por sus siglas en inglés), avances en Ethernet de 10-gigabit, y estándares aprobados en el puenteo de centro de datos, todo eso ha cambiado. Hoy, una red convergente es una realidad.

2.7. Redes Múltiples de Múltiples Servicios

El teléfono tradicional, la radio, la televisión y las redes de datos informáticos tienen su propia versión individual de los cuatro elementos básicos de la red.

En el pasado, cada uno de estos servicios requería una tecnología diferente para emitir su señal de comunicación particular.

Además, cada servicio tiene su propio conjunto de reglas y estándares para garantizar la comunicación exitosa de su señal a través de un medio específico.

2.8. Beneficios de una Red Convergente

Al optimizar la infraestructura en una red convergente, se eliminan ineficiencias de infraestructura al mismo tiempo que se experimenta flexibilidad, incluyendo:

- Cortar el número de puertos, cables y conmutadores a la mitad
- Reducir la huella física
- Simplificar la administración
- Cortar los costos operativos y de capital
- Eliminar ancho de banda subutilizado y abandonado
- Proteger inversiones al desplegarlas donde son más necesarias

Haciendo de la convergencia de red una realidad

La convergencia de red de extremo a extremo se hace posible por una arquitectura unificada de protocolos múltiples y la evolución de estos componentes clave:

- Canal de fibra sobre Ethernet
- Transporte físico mejorado de Ethernet de 10-gigabit Ethernet
- Adaptadores de red convergidos (CNAs por sus siglas en inglés) y adaptadores de servidor con FCoE Abierto
- Saltos múltiples y Caminos múltiples

Juntos, estos componentes brindan los medios para la calidad de transmisión y disponibilidad de servicio. También habilitan el desempeño, seguridad y las características de administración operacional que uno esperaría del canal de fibra.

2.9. Definición de Red Convergente.

Una red convergente no es únicamente una red capaz de transmitir datos y voz, además existen servicios avanzados que integran estas capacidades, reforzando la utilidad de los mismos.

A través de la convergencia, una compañía puede reinventar tanto sus redes de comunicaciones como toda su organización. Una red convergente apoya aplicaciones vitales para estructurar el negocio. Telefonía IP, videoconferencia en colaboración y Administración de Relaciones con el Cliente CRM que contribuyen a que la empresa sea más eficiente efectiva y ágil con sus clientes.

2.10. Tecnologías IP/MPLS

La red de transporte estará basada en elementos ópticos que permiten conexiones dedicadas punto a punto. Los dispositivos de conmutación de paquetes interconectados por la red de transporte deberán permitir una utilización eficiente de los anchos de banda asignando dinámicamente los recursos necesarios para el traslado de la información.

Los dispositivos utilizados en la parte de conmutación basan su funcionamiento en un par de tecnologías integradas conocidas como IP/MPLS.

La tendencia es que todos los servicios sean transportados en paquetes IP, incluso desde su origen en los equipos del cliente, por lo tanto es muy conveniente que la red de transporte del proveedor de servicios sea una red IP.

Una red IP se construye utilizando dispositivos de conmutación de nivel 3 conocidos como ruteadores, estos dispositivos tienen la capacidad de integrar un esquema de direccionamiento que les permite dirigir un paquete basándose en la dirección IP de destino.

Además del protocolo IP un ruteador necesita tener habilitado algún protocolo de ruteo, como OSPF, para conseguir que la información necesaria para el encaminamiento de los paquetes se construya y se mantenga confiable, por ejemplo ante cambios en el estado de los enlaces entre los ruteadores, de una manera automática.

Las redes IP son conocidas también como redes de mejor esfuerzo, esto es por el hecho de que este tipo de redes no tienen mecanismos para asegurar la entrega

ni el orden de los paquetes y menos aún un retardo predecible y constante, esta característica hace suponer que una red IP no es muy eficiente para el transporte de servicios que requieran un flujo de información constante y seguro como las comunicaciones telefónicas, por lo que es de suma importancia implementar mecanismos que aseguren un cierto nivel de QoS.

Una buena opción es agregar la tecnología MPLS a la red IP, esta integración trae los siguientes beneficios.

- Un mayor control en la utilización de los recursos
- Manejo adecuado de los niveles de QoS
- Mayor escalabilidad

La capacidad de ofrecer servicios TDM, FrameRelay, ATM e IP sobre una sola infraestructura de red.

2.11 Operación de MPLS

Para que un paquete IP sea encaminado a través de la red MPLS previamente deben ser construidas las trayectorias conmutadas por etiquetas, la construcción de estas trayectorias es automática y los mecanismos son distintos dependiendo de la aplicación.

El ruteo IP Unicast es la aplicación MPLS más utilizada ya que sirve de base para algunas otras, esta aplicación permite crear una malla completa de túneles LSP (LabelSwitchPath) para la conexión hacia los posibles destinos de ruteo.

Un túnel LSP es el conjunto de etiquetas asignadas a una FEC a través de la nube MPLS para alcanzar a un destino de la red. Los túneles LSP son unidireccionales, es decir debe crearse un túnel LSP en cada sentido.

Dos mecanismos son necesarios en el plano de control:

Protocolo de ruteo como OSPF o EIGRP el cual transporta la información acerca de las direcciones de red,

Un protocolo de distribución de etiquetas, como LDP (LabelDistributionProtocol) o TDP (TagDistributionProtocol) el cual se encarga de asignar etiquetas a la información de ruteo aprendida mediante el protocolo de ruteo y distribuir estas etiquetas a los dispositivos MPLS vecinos.

2.12. Servicios de Valor Agregado

Los servicios de valor agregado son servicios que son proporcionados por una plataforma de red inteligente a los usuarios, dentro de estos servicios, entre otros, se encuentran los siguientes:

- Lada 800
- Servicios 900 (cobro por mensaje)
- Telencuesta (Televoto)
- VPNet (Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales)
- IVPNnet (International Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales Internacionales)
- Número Universal.

2.13. Servicios Multimedia

Los servicios multimedia son los que combinan voz, datos y video en una sola aplicación.

En términos generales, los servicios multimedia son los que se listan a continuación:

- Voz de bajo costo (basado en IP)
- Fax de bajo costo (basado en IP)
- Video bajo demanda (VoD, Video onDemand) con una amplia selección de películas.
- Video interactivo.
- Transporte de imagen
- Acceso a Internet en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Correo electrónico.
- Servicios de datos en banda estrecha y banda ancha.

2.1.4. Comentarios.

Al escoger a Nortel (Northern Telecom) como su socio para la infraestructura de la red, Avantel buscaba un proveedor capaz de ofrecer una solución integral, desde el diseño hasta la entrega, instalación y apoyo de una red de fibra óptica, todo dentro de un plazo de entrega corto. El resultado fue una red avanzada, totalmente gestionada, entregada a tiempo y dentro del costo presupuestado, que permitió a Avantel tener un comienzo exitoso y un excitante futuro comercial.

Avantel estableció el mes de julio de 1996 como la fecha meta para completar la nueva red que conectaría a 33 de las mayores ciudades de México y ofrecería servicio con su propia infraestructura a más del 70% de la población. La red apoyaría una amplia gama de servicios nuevos y competitivos, incluyendo Redes Privadas Virtuales, servicios especiales y números telefónicos libres de cargo, y también ofrecería servicios de portador a los nuevos operadores de acceso que se esperaba surgieran en México.

Al adoptar el lema “La fecha de finalización no cambia”, el equipo formado por Nortel e ICA-Fluor Daniel se comprometió a un programa muy estricto de instalación, que incluyó a varios sectores de la compañía en Canadá, Estados Unidos, Reino Unido y México.

El 12 de agosto de 1996, Ernesto Zedillo, Presidente de México, ofició la inauguración de una red avanzada propiedad del más reciente proveedor de servicios de larga distancia de México, Avantel. El acto marcó un momento crucial no sólo para la historia de las telecomunicaciones de México, sino también un ejemplo de una asociación exitosa. La nueva red fue una solución integral “llave en mano” – la mayor del mundo en su tipo – diseñada, integrada y gestionada por Nortel.

La inauguración de la red de transmisión por fibra óptica de 5.300 km (3.400 millas) convirtió a Avantel en el primer competidor nacional del actual proveedor

de servicios de larga distancia en México y en un formidable participante en la contienda por la participación de este mercado.

Avant fue la primera compañía privada de telecomunicaciones en ofrecer a las empresas mexicanas Servicios completos de Redes Virtuales, con funciones poderosas entre las que se incluyó, el servicio de tarjeta de llamadas, acceso a la Internet y servicios de multifax.”

Mi participación en este proyecto básicamente fue el diseño, pruebas, planeación, implementación, supervisión y puesta a punto del servicio de comunicación interna en los equipos regeneradores, terminales y maestros a través de la tarjeta “orderwire” del sistema SDH TN16X de Nortel.

La convergencia en esencia es la posibilidad de prestar múltiples servicios (voz, datos y video, es decir, el triple play) empleando una sola infraestructura de red y, frecuentemente, el mismo equipo terminal. De esta manera es que, por ejemplo, un usuario puede acceder a Internet a través de su línea telefónica, su equipo móvil, por medio de utilizar espectro de uso libre o bien, por el cable en el que recibe el servicio de televisión restringida. La verdadera convergencia incrementa la competencia entre concesionarios y beneficia a los usuarios con mayor oferta de servicios a mejores precios.

La Ley Federal de Telecomunicaciones de 1995 (“LFT”) es una ley convergente desde su creación, al no establecer limitación alguna sobre la naturaleza o cantidad de servicios a prestarse por medio de una misma red. La LFT cambió radicalmente la visión de desarrollar redes únicas, con economías de escala para prestar un solo servicio dentro del esquema de competencia controlada o de un único prestador del servicio, hacia un modelo de libre competencia en los mercados. Ahora bien, la práctica administrativa ha sido la de otorgar concesiones limitándolas a la prestación de servicios determinados y requiriendo autorización expresa para servicios adicionales. Esta práctica ha generado barreras artificiales a la competencia entre redes que prestaban tradicionalmente diferentes servicios de telecomunicaciones.

El participar en este proyecto fue el inicio de grandes logros y reconocimientos profesionales en donde pude darme cuenta de la formación integral con la que me preparo la Universidad y lo importante que fueron no solo mis conocimientos técnicos y estructura de ingeniería, sino también la parte humana y administrativa

que dio como resultado el que mi participación y la de mi equipo fuese exitosa y parte integral del éxito global del proyecto.

Actualmente esta infraestructura forma parte integral de la segunda red de telecomunicaciones más grande de nuestro país propiedad de Axtel y brindando servicios de Convergencia al sector empresarial y domestico de México.

III. RED ATM CFE

3.1 Antecedentes.

Uno de los momentos más importantes en la historia tecnológica en materia de telecomunicaciones de Comisión Federal de Electricidad (CFE), inició en 1995, cuando en busca de elevar sus niveles de eficiencia iniciaron el establecimiento de sistemas ERP para apoyar sus procesos productivos y de gestión.

En este sentido y con la finalidad de afrontar con eficiencia y maximizar los recursos de su red, la Gerencia de Informática y de Telecomunicaciones (GIT) asignó a un grupo de ingenieros para realizar la tarea de investigación tecnológica que los llevaría a innovar y modernizar la red de CFE y responder a la gran dinámica que vive esta importante dependencia en cuanto a transferencia de información y telecomunicaciones.

Hacia 1996, tal investigación desembocó en la recepción de diversas propuestas, provenientes de empresas internacionales de gran envergadura en desarrollo tecnológico, dentro de las cuales se encontraban Nortel Networks y sus competidores.

Para tomar la mejor decisión, los Ingenieros de CFE, examinaron cuidadosamente las tecnologías ofrecidas en el mercado tecnológico y de acuerdo al marco de la ley; teniendo como objetivo el encontrar al mejor proveedor para migrar la red de CFE a un protocolo que entonces se encontraba en la frontera de la tecnología, ATM (Modo de Transferencia Asíncrona, por su traducción al español), que les permitiría soportar servicios de integración de voz, datos, y videoconferencia en un backbone de convergencia.

3.2 Una Estrategia de Adquisiciones Exitosa.

Casi al mismo tiempo, durante abril de 1996, había ocurrido un hecho que entonces pareció aislado, pero que en el momento en que CFE debía tomar una decisión, tuvo una influencia definitiva en el mercado de telecomunicaciones.

Nortel Networks realizó una de sus más trascendentales adquisiciones: la de la firma Bay Networks, por la que Nortel Networks desembolsó \$4,400 millones de dólares y a cambio multiplicó en varios dígitos su potencial en el campo de los switches de alta velocidad, en particular en tecnología ATM.

Tras una cuidadosa deliberación y siempre dentro del marco que guarda la ley, finalmente Nortel Networks fue la empresa ganadora de la licitación, en gran parte debido a que Nortel se había potencializado en brindar una solución extremo a extremo totalmente consistente, creando arquitecturas claramente homogéneas en sus servicios de red sobre ATM. En una palabra, era líder en la materia y esto, era del total interés para la compañía paraestatal.

3.3. Solución Multiservicio Nortel Passport.

La red de servicios empresariales de CFE se creó a partir de una plataforma multiservicios integrada, orientada a servicios de voz (telefonía corporativa) y datos de alta velocidad, para lograr esto se hizo uso de equipos de la línea Nortel Passport los cuales tienen implementadas facilidades de transmisión de audio (telefonía) sobre ATM. Para esto utilizaron tarjetas con DSPs, canceladores de eco y detectores de actividad de voz que manejan señalización entre canales telefónicos y entre centrales además de la implementación sobre estas tarjetas del ALL5 o ALL1 para servicios VBR y CBR según fue el caso.

Adicionalmente el equipo de Nortel posee la capacidad de transmitir tramas junto con las celdas en forma propietaria, dándole a la red una mayor flexibilidad para las diferentes fuentes de tráfico que los equipos conmutadores convencionales.



Fig 3. 1. Modelos de Equipos Passport Utilizados en la Red de CFE

3.4. Tecnología de Internet Fundada en la Red ATM.

"La Gerencia de Telecomunicaciones de CFE, es la responsable de regular la infraestructura de telecomunicaciones en CFE. Definiendo los protocolos y tecnologías más adecuadas para el transporte del tráfico, la distribución de la información y la administración de la integración de las redes (networking) de los servicios de comunicación internos, que son requeridos por las divisiones de la empresa.

Con la llegada de Internet a los procesos de negocios, ocurre la convergencia de las aplicaciones y los servicios en IP (Internet Protocol), la forma en que realizamos nuestras tareas se ha transformado, por lo que CFE decidió integrarse al cambio de forma estratégica y proactiva.

CFE se enfrenta al enorme reto de hacer compatible su planta instalada de switches ATM, con las tendencias generales de diferenciación de servicios fundados en IP, la discriminación de aplicaciones y la capacidad de priorizar los tráficos que resultan primordiales para las operaciones de negocios de la organización. La paraestatal requiere brindar calidad de servicio para cursar tráficos sensibles al retardo como lo son los tráficos de voz y video sobre IP, es decir, es necesario que la red se comporte de acuerdo a políticas de calidad que sean mapeadas de las estrategias de negocios de la organización a la forma en que la red trata a los tráficos que se cursan sobre la misma.

Al conocer las grandes ventajas competitivas y beneficios que generaba basar su modelo de negocios en Internet, los ingenieros de la GIT decidieron que había llegado el momento de modernizar la sofisticada red Institucional y prepararla para que las iniciativas de negocios basadas en Internet sean soportadas con calidad.

Para ello, eligieron escalar la red ATM, a una novedosa y portentosa tecnología, denominada MPLS o MultiProtocolLabelSwitching (la primera de su tipo que se instaló en América Latina). En términos sencillos, ésta es una tecnología inteligente que permite que la información prioritaria viaje primero que la no importante en la red. Por ejemplo, que las aplicaciones de misión crítica lo hagan antes que una simple transferencia de archivos o la comunicación de un chat. También MPLS permitirá crear redes privadas virtuales de IP (IP VPN), lo que brindará la facilidad de escalar la red simplificando su administración y aprovisionamiento de servicios; con las IP VPN, se podrá compartir la infraestructura de la red de área amplia por las diferentes divisiones de la organización en un ambiente mucho más controlado.

"La tecnología MPLS está en la frontera tecnológica y lo que hace es poner etiquetas para diferenciar la información, con lo que el control del tráfico de información lo tiene el usuario".

.

"Una de las filosofías más importantes para Nortel Networks fue la preservación de la inversión de sus clientes. Así, con una inversión mínima, se sumó todo el mundo IP(Internet Protocol) a las bondades de la red ATM, con lo cual se le dio un enorme potencial a CFE, dado que toda la tecnología corre hoy justamente hacia IP."

3.5. Introducción al ATM

La comunicación en las redes exigía que la banda de transmisión de información fuera cada vez más ancha para lograr dar solución a la necesidad de transmitir no solo datos sino también voz y video con rapidez y eficiencia. La tecnología ATM dio solución a dichas necesidades entre los protocolos de comunicación de redes.

La tecnología ATM proporcionó rapidez y eficiencia en la transmisión de datos, este protocolo fue concebido originalmente como una tecnología de transporte a alta velocidad para voz, video y datos a través de redes públicas.

ATM es el complemento de STM (Modo de Transmisión Sincrónica). El STM es usado en las redes de telecomunicaciones para transmitir paquetes de datos y voz a lo largo de grandes distancias. La red se basa en la tecnología de

conmutadores donde una conexión se establece entre dos puntos antes de que empiece la transmisión de datos. De esta forma, los puntos finales localizan y reservan un ancho de banda para toda la conexión.

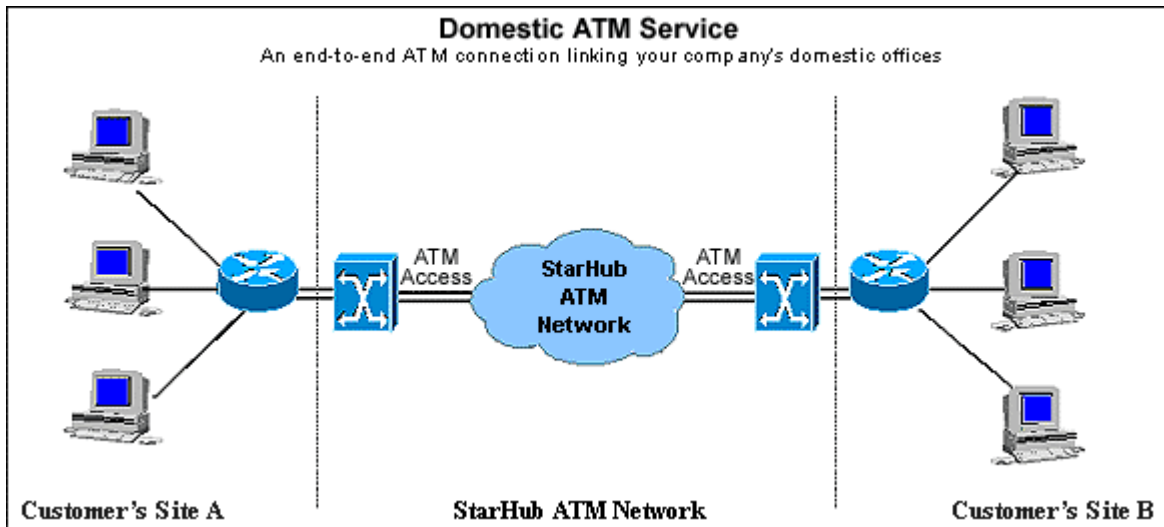


Fig.3.2 Ejemplo de Red ATM

ATM es una tecnología de conmutación de celdas y multiplexaje que reúne los beneficios de la conmutación de circuitos (capacidad y retardo de transmisión constante) con los de la conmutación de paquetes (flexibilidad y eficiencia para tráfico intermitente).

Proporciona un ancho de banda expandible desde Mbps hasta Gbps, debido a su naturaleza asíncrona, es decir, los datos circulan como una corriente de "1" y "0" lógicos que representa letras, números y símbolos. Como se transmiten a lo largo de algún conducto, es preciso emplear algún método de sincronización; ya sea síncrono o asíncrono en los extremos del envío y de recepción para que se mantenga la correspondencia con el sistema de codificación.

La transmisión asíncrona define el principio y el final de cada carácter u octeto de 8 bits enviado por las líneas. La palabra asíncrono puede prestarse a confusiones, ya que implica una no sincronización. En realidad se inserta un bit de principio y otro de final (o de "inicio" y "paro") entre cada palabra de 8 bits para sincronizar el transmisor y el receptor, además de un bit de paridad para detectar errores.

La transmisión asíncrona no requiere señales de temporización individual para cada carácter sólo son necesarias señales de temporización para largos párrafos o bloques de datos. Por tanto, entre los caracteres no hay bits de “inicio” y “paro”. Es más eficiente que las tecnologías síncronas como el TDM (Multiplexaje por División de Tiempo)

La manera más fácil de conseguir sincronismo es enviando pequeñas cantidades de bits a la vez, sincronizándose al inicio de cada cadena. Esto tiene el inconveniente de que cuando no se transmite ningún carácter, la línea está desocupada; sin embargo ATM utiliza la técnica de multiplexaje y esto no llega a suceder. Para detectar errores, se utiliza un bit de paridad en cada cadena.

Este tipo de transmisión es sencilla y no costosa, aunque requiere muchos bits de comprobación y de control.

ATM trabaja con unidades de datos de longitud fija llamadas celdas; cada celda ATM está constituida por una cabecera de 5 bytes que transporta la información de control y por un cuerpo de 48 bytes. En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados switches. Por lo tanto, ATM es una tecnología de switching.

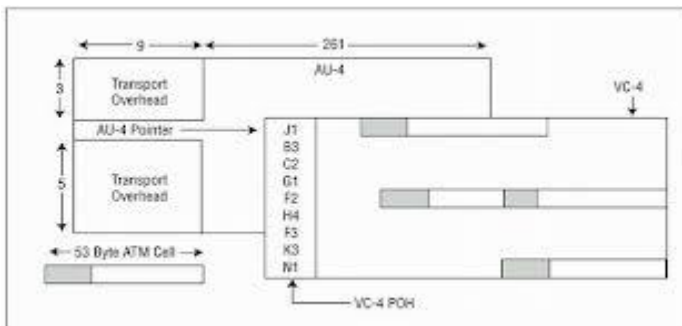


Fig.3.3. Tasa básica en una jerarquía no sincrónico

3.6. Características del ATM

Ancho de banda bajo demanda: El acceso está garantizado mediante un ancho de banda predefinido y dedicado; el ancho de banda puede incrementarse según

lo requiera la cantidad de demanda. La asignación del ancho de banda se realiza en función de la demanda de envío de tráfico. La Multiplexión estadística del sistema ATM (también conocida como asignación bajo demanda) permite aprovechar todos los recursos disponibles; es decir, si un usuario no tiene nada que transmitir en un momento determinado su canal queda desocupado y pasa a ser utilizado por otro usuario que tiene que transmitir mucha información.

Operación por conmutación de paquetes: Al utilizar paquetes de longitud fija se permite el uso de nodos de conmutación a velocidades muy altas.

Velocidad: Capacidades escalables de 34,45,100,155,622,2488 Mbps.

Adaptabilidad: ATM es adaptable para LAN (redes de área local) y WAN (redes de área extensa)

Mínimo trabajo de red: ATM desplaza hacia sus equipos terminales la funcionalidad que corresponde a la red (tal como corrección de errores, control de flujo, etc.). Como consecuencia de la disminución del proceso en red, el servicio ATM se adecua mejor a las altas velocidades de transmisión, minimia el retardo en red y presenta un elevado rendimiento (alto porcentaje de información útil transmitida con relación a las cabeceras).

Diseñado para todo tipo de tráfico: Una red ATM soporta todo tipo de información, ya sea voz, datos, imagen, video, gráficos o multimedia.

Compatibilidad: ATM no está basado en un tipo específico de transporte físico, es compatible con par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

Escalabilidad: Permite incrementar el ancho de banda y la densidad de los puertos dentro de las arquitecturas existentes. Esto simplifica el diseño y la

administración de las redes, permitiendo a su vez la integración con las redes existentes.

3.7. Calidad de servicio que ofrece una red ATM

La calidad del servicio en una red ATM es un punto muy importante que debe considerarse, una de las causas es porque el tipo de servicio que ofrece está enfocado al tráfico en tiempo real, como audio y video; y los errores o retrasos en la entrega de información son hasta cierto punto imperdonables.

Cuando se establece una conexión ATM se crea lo que se denomina un “contrato de tráfico” en el que se especifican los parámetros de tráfico y los parámetros de calidad de servicio (QoS, Quality of Service)

ATM soporta las garantías de QoS que comprenden el contrato de tráfico, el cual especifica el tipo de flujo de datos que se desea, es decir, especifica los valores del ancho de banda pico, el ancho de banda promedio y el tamaño de ráfaga (bits sucesivos) entre otros, además del formato de tráfico y la política de tráfico.

Para controlar las ráfagas de datos, limitar la tasa de datos pico y suavizar los desfases se utilizan colas, las cuales evitan que el tráfico se salga de lo establecido en el contrato, es responsabilidad de los dispositivos ATM apegar al contrato a través de la forma de tráfico; los switches ATM pueden utilizar la política de tráfico para hacer valer el contrato, es decir, el switch puede medir el flujo de tráfico real y compararlo con los parámetros que se establecieron en el mismo.

Al establecerse un circuito virtual, tanto la capa de transporte (Host, el cual será el cliente) como la capa de red ATM (proveedor del servicio) deben ponerse de acuerdo en un contrato que defina el tipo de servicio que el cliente desea y el proveedor puede proporcionar.

3.8. Categorías del servicio ATM

Después de evaluar y hacer pruebas en las especificaciones, se corrigieron errores y finalmente se definió un estándar que permitiría varias clases según se muestra en la siguiente tabla:

Categorías de servicio ATM

| Clase | Descripción | Ejemplo |
|---------|--|-----------------------------------|
| CBR | Tasa de bits constante | Circuitos T1 |
| RT-VBR | Tasa de bits variable (tiempo real) | Videoconferencias en tiempo real. |
| NRT-VBR | Tasa de bits variable (tiempo no real) | Correo electrónico, multimedia. |
| ABR | Tasa de bits disponible | Consultas al web |
| UBR | Tasa de bits no especificada | Transferencia de archivos |

Clase **CBR** (Constant Bit Rate, velocidad de bits constante o tasa constante de bits): En esta clase no se controla el flujo de bits ni existe la comprobación de errores ya que el emisor manda la información y así es como llega al otro extremo, tal y como fue enviada, lo importante de la clase CBR es proporcionar velocidad fija, sin embargo esta clase sirve como puente para pasar del sistema telefónico analógico al sistema digital, con esta clase puede transportarse de forma directa el tipo de tráfico de los circuitos T1 a través de un sistema ATM.

Clase **VBR** (Variable Bit Rate, velocidad de bits variable o tasa variable de bits). El propósito de esta clase es proporcionar una capacidad de velocidad variable, la cual se divide en 2 subclases; la **RT-VBR** (tasa variable de bits para tiempo real) y la **NRT-VBR** (tasa variable de bits para tiempo no real), un ejemplo de **RT-VBR** son las video conferencias, las cuales son video comprimido interactivo que requiere de velocidad variable y requisitos estrictos de tiempo real. Es muy importante poner especial atención al hecho de que la red ATM no genere una variación demasiado amplia en el patrón de llegada de celdas, ya que causaría que la imagen apareciera distorsionada. La **NRT-VBR** se enfoca al tipo de tráfico en la que la entrega a tiempo es importante pero puede soportar ciertas variaciones en la fluctuación, un ejemplo de la aplicación de esta subclase es el correo electrónico, multimedia, el cual se almacena temporalmente en el disco antes de ser visualizado y la variación en la entrega de celdas no se percibe.

Clase **ABR** (Available Bit Rate, tasa de datos disponible): Esta clase garantiza una pérdida mínima de celdas además de que utiliza control de congestión, el cual consiste en que el receptor pide al transmisor que disminuya a la velocidad de envío mientras se descongestiona la red, sin embargo, no proporciona garantía en la variación de retardo, es decir, la clase es capaz de respaldar que las celdas enviadas sean las celdas recibidas aunque para lograrlo se sacrifique el tiempo de llegada y ocasione retardo en la entrega. Este tipo de clase se diseñó para trabajo en cuyas ráfagas tengan un ancho de banda estimado, y se evita tener un ancho de banda fijo. Por ejemplo, en alguna de las conexiones la tasa de datos en promedio siempre es de 10 Mbps, pero en ocasiones llega hasta 20 Mbps, el sistema garantiza que los 5 Mbps los tendrá siempre y hará lo posible por proporcionar los 20 Mbps pero sin prometer que así será. Contar con este tipo de clase es tener un servicio parecido a una sala de espera, mientras pueda podrá atender las peticiones, de lo contrario tendrá que esperar a ver si es posible que puedan atenderlo.

Clase **UBR** (unspecified Bit Rate, tasa de datos no especificada) Esta clase presta el servicio, pero no garantiza control de congestionamiento, además no se hace responsable ante la pérdida de celdas en la transmisión. De manera más explícita, es similar a la sala de espera, pero todos serán atendidos, aunque no se garantiza que si surge algún problema se le deje a medias sin ninguna consideración. La única ventaja de esta clase es que es la más barata y es muy utilizada en la transferencia de archivos y el correo electrónico convencional.

La siguiente tabla muestra en resumen las características de las diferentes categorías de servicio.

| Características del servicio | CBR | RT-VBR | NRT-VBR | ABR | UBR |
|--|-----|--------|---------|----------|-----|
| Garantía de ancho de banda. | Si | Si | Si | Opcional | No |
| Adecuado para el tráfico en tiempo real. | Si | Si | No | No | No |
| Adecuado para el tráfico en ráfagas | No | No | Si | Si | Si |
| Retroalimentación sobre congestión. | No | No | No | Si | No |

3.9. Comentarios.

ATM prometía ser la tecnología de red empresarial virtual del futuro, un término que reflejaba tanto la evolución del modelo empresarial global y el énfasis en la conectividad lógica, donde los usuarios obtenían acceso a los recursos que necesitaban y el operador de la red proveía las rutas de conexión y asignaba el ancho de banda necesario a fuentes de tráfico muy diferentes (datos, voz y video)

ATM constituyó una alternativa económica y flexible frente a las soluciones de red privada basadas en líneas dedicadas. Al basarse en la multiplexión estadística, permitía compartir y asignar de forma dinámica los recursos de transmisión a múltiples comunicaciones con el consiguiente ahorro económico.

Sin Embargo el protocolo NO logro la continuidad que se esperaba siendo desbancado por el protocolo MPLS que es el protocolo utilizado en la actualidad para ofrecer los servicios que prometía ATM.

3.10. Utopía Tecnológica Hecha Realidad.

El reto, no obstante, fue grandioso, pues se trató de modernizar una red con cobertura nacional. Entre los beneficios que recibió la institución está la capacidad de clasificar y priorizar el tráfico de manera inteligente y con calidad de servicio, de acuerdo con lo que le interese a la empresa (facturación, transferencia de archivos de nóminas, controles de producción de energía, aplicaciones de misión crítica de producción), entre otras.

Así también, la red MPLS, una vez concluida su primera etapa en 2001, optimizó la administración de la red. CFE dispone hoy día de 1,850 Circuitos Virtuales Permanentes (PVC, por sus siglas en inglés), que son trayectorias de un punto a todos los demás para enviar información, y que precisan de una administración compleja.

Con la implementación de LabelDistributionProtocol que es la base de MPLS, será posible que se elimine la creación y mantenimiento de los PVC, cambiando la

operación a un control basado en protocolos de ruteo de capa tres.

La transformación que está por ocurrir en la red de CFE, se trata de la consolidación de una red IP+ATM que permite brindar servicios IP con calidad de servicio, simplificación de la administración, creación de redes virtuales privadas IP, habilitar la red para servicios de voz sobre IP (VoIP), videoconferencia sobre IP entre salas y directamente al escritorio, aplicaciones de colaboración, etc.; con todo esto, se están protegiendo las inversiones realizadas anteriormente y solidificando una estrategia de red homogénea de extremo a extremo basada en tecnologías de Nortel Networks.

Se logró simplificar la administración, generando mejoras en los procesos de aprovisionamiento de servicios, reducción de la complejidad de la red con la consecuente disminución de costos y riesgos en la operación.

Al diseñar la red MPLS, los nodos ATM existentes en la red se actualizaron para incrementar al doble su capacidad de switcheo multigigabit y se habilitaron para soportar la tecnología MPLS, con la cual se logró aprovechar las ventajas del protocolo de internet IP, tales como: escalabilidad, versatilidad y ubicuidad de servicios, al tiempo que se mantienen las ventajas de alto desempeño, control, seguridad y calidad de servicio nativas de ATM, todo esto en un backbone consolidado que permite brindar servicios de capa 2 y capa 3 de forma totalmente integral y eficiente sobre la misma plataforma.

Los factores que determinaron la elección de Nortel Networks y Grupo Teledinámica fueron el claro liderazgo tecnológico en soluciones basadas en IP, la protección de la inversión sobre la infraestructura existente, el portafolio de soluciones y productos más completo de la industria, así como el amplio conocimiento de la red actual y la confianza generada durante años.

"La capacidad de liderar mercado con tecnología de punta fue uno de los grandes atributos de Nortel Networks

IV. GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA

4.1 Antecedentes.

Desde el año 2002, el Gobierno del Estado de Puebla, que consta de 25 dependencias de primer nivel, inició un proceso de reestructuración en sus sistemas de redes, con la finalidad de concentrar y mejorar sus esfuerzos para el servicio del ciudadano a través de 257 dependencias con más de 12,000 usuarios de cómputo y telefonía.

El Gobierno del Estado de Puebla, previo a 2002, adolecía de la existencia de una infraestructura que soportara las demandas de servicios de los habitantes; ya que se contaba con telefonía analógica y no había el equipo y cableado suficiente para un sistema de red.

Enfrentaban con frecuencia problemas como: fallas en la oportunidad de solución de los requerimientos, la comunicación ineficiente entre dependencias y municipios, además de la falta de un medio de comunicación ágil entre los empleados, obligaron al estado de Puebla a implantar un nuevo sistema que cubriera las necesidades, tanto de los ciudadanos como de los mismos empleados.

La Dirección General de Informática del Gobierno del Estado de Puebla determinó desarrollar una estrategia para ofrecer un buen servicio al ciudadano a través de la pronta respuesta a sus denuncias y demandas, además de darle un valor agregado ofreciendo una mejor comunicación entre municipios.

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo y la visión de Gobierno Electrónico, el Gobierno del Estado de Puebla, pretendía incrementar la conectividad a todas las oficinas o nodos de presencia en todo el estado para la transmisión de aplicaciones de Voz, Datos, Video e Internet.

"Hubo varios planteamientos y soluciones, sin embargo lo que se buscaba era la opción en donde se pudiera abarcar tantos usuarios como se deseaba, además de una opción económica y viable",

4.2 Solución Tecnológica.

Con espíritu innovador, la estrategia se basó en que las 257 dependencias del Gobierno del Estado de Puebla y sus más de 12,000 usuarios de cómputo y telefonía adoptaran las tecnologías de Avaya para la solución de Comunicaciones Unificadas y Cisco Systems como infraestructura de transporte y switcheo. Ambas empresas reconocidos fabricantes de tecnología cumplían con las características necesarias para el transporte de datos, voz y video de forma segura y confiable.

Por necesidades de la operación, nuevos sitios podrían ser conectados a través de nuevas conexiones o enlaces que se integrarían a la Red Gubernamental, en una continua integración hasta completar la totalidad de nodos del Estado.

"Tras un proceso de análisis de varias empresas se decidió elegir a Avaya y a Cisco Systems, ya que tienen una capacidad de integración sencilla y poco espaciosa, además de que son empresas líderes y su programación es amigable" Fueron la solución ideal como lo mencionaron los ingenieros del Gobierno del Estado de Puebla.

El tiempo de preparación del Gobierno del Estado de Puebla hacia la reestructuración de sus sistemas de redes fue de 4 años, que se dividieron en 2 etapas. En la primera etapa trabajaron conjuntamente Cisco Systems, Teledinámica y Axtel, para el apoyo en la configuración y planeación de los conmutadores y cableados necesarios para la instalación de la red. La segunda etapa se basó en la construcción de la red central sobre infraestructura propia de canalización y fibras.

Una de las ventajas de reestructurar la red del Gobierno del Estado de Puebla fue el acceso a aplicaciones, correo electrónico e Internet; ya que a través de estos medios se adquiere una herramienta básica que permite el cumplimiento de los objetivos del gobierno, y principalmente satisfacer las necesidades de los ciudadanos con rapidez y a través de tecnología de punta que Avaya y Cisco Systems ofrece en sus soluciones.

La red quedó instalada en 2 grandes bloques: en la Secretaria de Finanzas se ubica el nodo secundario del Palacio de Gobierno, donde se instaló el Servidor de Telefonía S8700 de Avaya y los Switches Catalyst 5505, un integrador 7206, además de salida a Internet, equipo que da servicio a todas las demás dependencias a través de las fibras. El segundo bloque se refiere el S8500 de Avaya y al Catalyst 5500, un integrador 3810 y 7206 que da servicio a las dependencias de la Unidad Administrativa, en donde se encuentran la mayor concentración de edificios. Adicionalmente para las dependencias con poco volumen de tráfico se interconectaron equipos IPO500 de la familia para PYME.

4.3 Calidad de Servicio (QoS).

La Red Privada Virtual Tipo MPLS se diseñó para soportar niveles de calidad de servicio(QoS) tomando como el de mayor prioridad QoS1, como se indica a continuación:

- QoS1: Voz
- QoS2: Datos o aplicaciones críticas
- QoS3: Datos o aplicaciones Normales (Aplicaciones e Internet)

Los anchos de banda de las calidades de servicio se consideraron dinámicos y en tiempo real demenor a mayor criticidad.

La red privada virtual MPLS se diseñó para permitir flexibilidad, es decir que las aplicaciones (puertos TCP) pudiesen asignarse dentro del ancho de banda solicitado para las calidades de servicio(QoS1, QoS2, QoS3) según las necesidades de cada una de las dependencias.

De acuerdo a los reportes de monitoreo y desempeño se realizaron y se continúan realizando recomendaciones en cuanto a la asignación de anchos de banda para cada una de las clases de servicio.

4.4 Características en los Equipos de Conectividad.

Los equipos instalados como CPE (Customer Premise Equipment) en el Gobierno del Estado de Puebla cumplieron con las siguientes características:

- Contaron con las interfaces y capacidad de procesamiento necesarias para cursar el tráfico requerido en cada enlace.
- El ruteador multiservicio contó con la funcionalidad para garantizar que el tráfico de voz, datos, video y datos sensibles sea tratado bajo las condiciones de Calidad de Servicio (QoS).
- Los CPE contaron con la funcionalidad de realizar la traducción de direcciones de red (NAT).
- Se consideraron equipos de ruteo en donde el uso del procesador no excediera el 70% cuando se estuviese transmitiendo al 100% de capacidad de cada enlace, sin depender del tipo de tráfico cursado (datos, voz, video e internet).
- Los ruteadores instalados en los nodos con enlaces dedicados simétricos, se consideraron con 2 interfaces Ethernet de 10/100/1000 Mbps a fin de soportar la segmentación de tráfico en dos subredes por localidad.
- Los ruteadores instalados en las localidades en donde se requerían dos
- o más enlaces E1, contaron con las interfaces necesarias para recibir los enlaces en el mismo equipo, a fin de operar bajo un esquema de balanceo de carga.
- Se contemplaron ruteadores con encriptación IPSEC sobre conexiones WAN sin utilizar túneles dedicados. Este servicio permitió soportar la creación de grupos de confianza cuyos miembros utilizaron una metodología de seguridad independiente a cualquier relación punto a punto.
- Todos los equipos de ruteo contaron con fuentes de alimentación para operar a 120VCA@60 Hz.

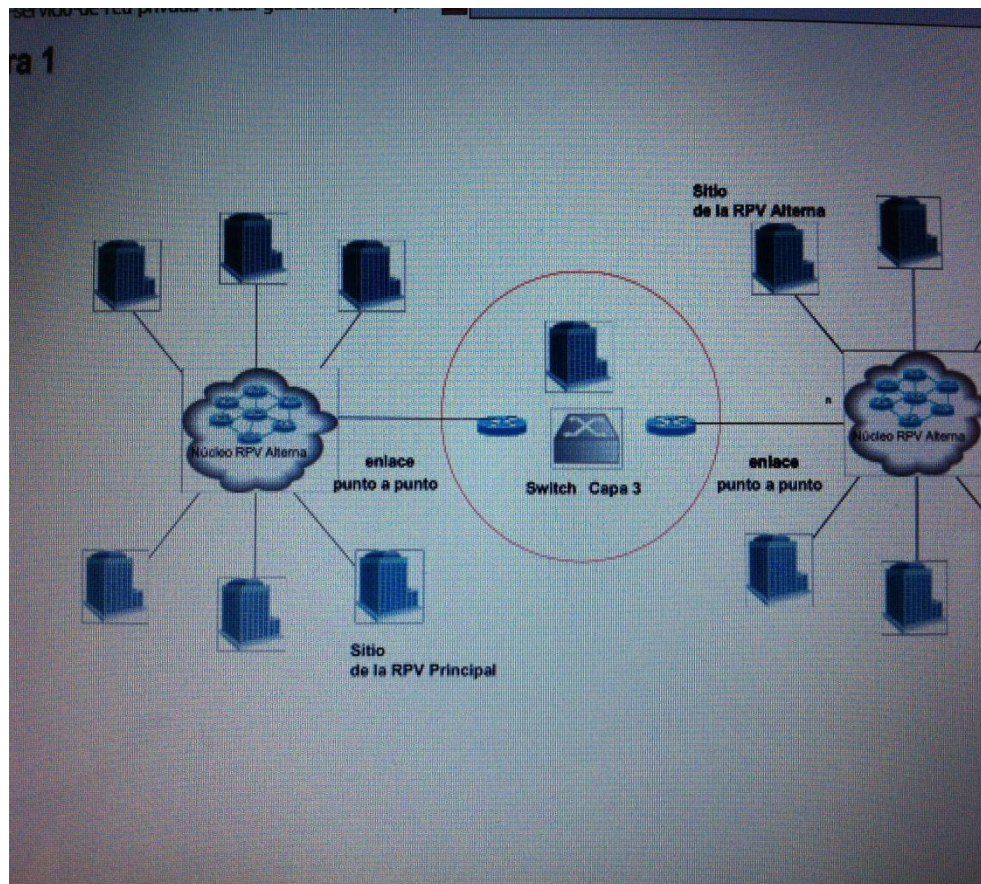


Fig. 1 Interoperabilidad Red Privada Virtual

4.5. Servicio de Internet.

La Red del Gobierno del Estado de Puebla requiere del uso del servicio de Internet para sus usuarios internos, así como diversas aplicaciones que requieren del acceso.

Este servicio comprendió el acceso local y la interconexión con la red dorsal basada en routers que se mantienen en operación exclusivamente para permitir el acceso y transporte de los servicios de Internet.

A través de internet se suministró el acceso para los servicios de navegación, transferencia de archivos, correo electrónico, acceso a aplicaciones, entre otros, para cualquier sitio de la red privada virtual.

Se suministraron dos conexiones a Internet de 50Mb mismas que entregaban el servicio a todos los sitios remotos de la red privada virtual MPLS.

Estas dos conexiones proporcionaron un esquema de redundancia entre ellas, para garantizar una alta disponibilidad del servicio a toda la red privada virtual de las dependencias. Al mencionar alta disponibilidad, lo que se ofreció fue que en el momento de que el acceso de uno de los sitios centrales (PGJ o Finanzas) fallase, el sitio que quedaba con el servicio activo debería mantener el servicio de acceso a internet para toda la red hasta que el sitio con la falla fuese restablecido. El objetivo de la alta disponibilidad es que en caso de falla de uno de los sitios principales, el sitio alternativo mantenga el servicio en toda la red.

El esquema físico del sistema de acceso a Internet se definió del tipo Dual-homed, constituido por una red expuesta, y varias redes desmilitarizadas (DMZ) y, así como una red segura.

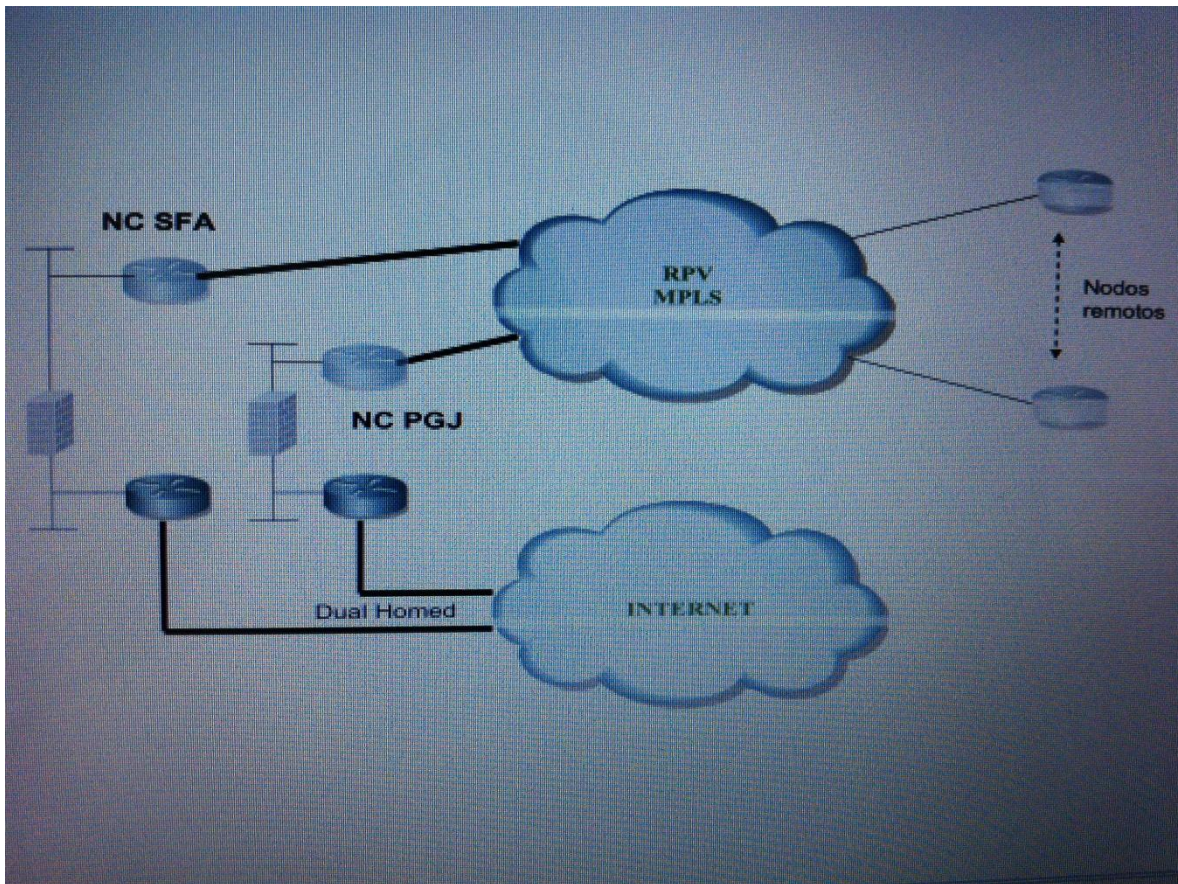


Figura 2. Red Dual Homed

Es importante mencionar que todas las redes ip utilizadas fueron clase C homologadas.

Los servicios de internet se conectaron a un equipo con 4 canales STM-16 principales deconexión a Internet Internacional (TIER 1 Internacional), que garantizan el servicio sin interrupciones los cuales cumplen con tiempos de respuesta de 65 ms.

Se estableció en la solución una ruta desde el nodo donde se recibía el servicio hasta un Nodo del Backbone de Internet en los enrutadores principales ubicados en el extranjero, con un máximo de 4 saltos considerando como salto 4 el equipo del proveedor (ISP) internacional.

Se proporcionó en la solución un sistema de monitoreo basado en web, MRTG (MultiRouterTrafficGrapher) con acceso en línea desde las instalaciones del Gobierno del Estado de Puebla.

Este sistema proporciona en línea las gráficas de utilización de ancho de banda y errores de las interfaces utilizadas para brindar este servicio.

Todos los equipos proporcionados en esta solución soportan el transporte del protocolo IPv6 en caso de que el Gobierno del Estado lo requiera (no solicitado en forma inicial). Mediante el soporte de BGP4+(Plus)

Ubicaciones de las conexiones a Internet

- Ubicación 1.- En la Secretaría de Finanzas ubicada en la calle 11 Oriente # 2224 Col. Azcarate. Conexión de 1 salida de 50Mb.
- Ubicación 2.- En la Procuraduría General de Justicia del Estado, ubicada en el Boulevard 5 de Mayo esquina con avenida 31 Oriente, Col. Ladrillera de Benítez. Conexión de 1 salida de 50Mb.

4.6. Introducción redes de voz

La utilización de la telefonía sobre IP como sustituto de la telefonía convencional, principalmente se debe a su reducido costo. Sin embargo, existen estudios que demuestran que el nivel de costos de los dos tipos de tecnologías (conmutación de circuitos y voz sobre IP) no es realmente determinante para la tarifa final que paga el cliente. En otras palabras, los operadores tradicionales de tráfico de larga

distancia y tradicional podrían, y seguramente lo harán, bajar los precios de forma que se llegue a un nivel de costo similar para la misma calidad de voz.

Después de este período, serán otros argumentos los que favorezcan la utilización de técnicas de telefonía sobre IP, como son la posibilidad de multimedia, control del enrutamiento por parte de la PC del usuario, unificación absoluta de todos los medios de comunicación en un sólo buzón, creación de nuevos servicios, entre otros.

4.7 Conceptos Generales.

Como sabemos todo lo que escuchamos, incluyendo la voz humana está en formato analógico. Hasta hace unas décadas la red de telefonía estaba basada en una infraestructura analógica y aunque, las comunicaciones analógicas son ideales para la interacción humana, no son robustas ni eficientes al momento de recobrar la información con ruido lineal, el cual es normalmente causado por la introducción de estática dentro de una red de voz. En las primeras redes de telefonía, la transmisión analógica era pasada a través de amplificadores para amplificar la señal. Pero, esta práctica no sólo amplificaba la voz sino también el ruido lineal. Mismo que daba por resultado a menudo una mala comunicación.

En redes digitales, este problema es menor porque los repetidores no sólo amplifican la señal, también la limpian a su condición original. Esto es posible porque la comunicación está basada en 1s y 0s, por lo que el repetidor (amplificador digital) únicamente tiene que decidir si regenera a 1 o a 0. Por lo tanto, cuando las señales se transmiten, un sonido claro se mantiene. Cuando los beneficios de esta representación digital llegaron a ser evidentes, la red de telefonía migró a Modulación por Codificación de Pulso (PCM)

4.7.1 Red Telefónica convencional: PSTN

La infraestructura telefónica actual empieza con un simple par de hilos de cobre conectados a la casa del usuario. Este cableado físico es conocido como local loop. El local loop físicamente conecta el teléfono del usuario con el switch de la central telefónica (este switch también es conocido como switch clase 5 o end office switch). La trayectoria de comunicación entre la central telefónica, CO, y la casa del usuario es conocida como línea telefónica.

La trayectoria de comunicación entre los switches de diversas centrales telefónicas es conocida como troncal o trunk.

Los switches son actualmente desplegados en jerarquías. Los end office switches (o switches de central telefónica) se interconectan a través de las troncales a tandem switches (también referenciados como switchescalse 4). Los tandemswitches de alto orden conectan local tandem switches.

4.7.2 Red Conmutación de Circuitos.

Una red de conmutación de circuitos establece un circuito dedicado entre dos locaciones (terminales) durante el transcurso de una llamada, este circuito siempre estará dedicado a esas dos locaciones hasta que se desconecten las terminales.

La información, incluyendo silencios, pausas, son transmitidas de manera continua. Una llamada telefónica convencional es generalmente una red de conmutación de circuitos. Si la información es sensible a retardos, tal como en las aplicaciones de voz y video, una red de conmutación de circuitos es lo mejor. Sin embargo, son redes caras dado que el equipamiento es dedicado únicamente para una llamada en particular.

4.7.3 Red Conmutación de Paquetes..

Paquetes de datos de diversos tamaños son ruteados y retransmitidos en una red de conmutación de paquetes. Cada paquete de datos es transmitido separadamente sobre un circuito individual y reconstruido en un solo paquete de información en el destinatario. Cada circuito es usado sólo para transmisión de paquetes de datos, y luego el circuito es liberado. Si una pausa o silencio ocurre durante la transmisión los circuitos no se utilizan. Cuando un paquete de datos empieza a ser transmitido nuevamente, se hará por otro circuito de transmisión. En el destinatario, todos los paquetes con encabezados similares son agrupados y organizados para su entrega. Una red frame.relay WAN es una red de conmutación de paquetes, desde luego este tipo de tráfico puede soportar retardos y jitter, y se pueden transmitir datos esporádicamente.

La telefonía tradicional maneja el concepto de conmutación de circuitos.

4.7.4. Protocolo de Internet (IP)

El protocolo de internet (IP, por sus siglas en inglés Internet Protocol) es un protocolo no orientado a conexión, usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

Los datos en una red basada en IP son enviados en bloques conocidos como paquetes o datagramas (en el protocolo IP estos términos se suelen usar indistintamente).

Un paquete de datos es una unidad fundamental de transporte de información en todas las redes de computadoras modernas.

Un paquete está generalmente compuesto de tres elementos: una cabecera (header en inglés) que contiene generalmente la información necesaria para trasladar el paquete desde el emisor hasta el receptor, el área de datos (payload en inglés) que contiene los datos que se desean trasladar, y la cola (tráiler en inglés), que comúnmente incluye código de detección de errores.

En particular, en IP no se necesita ninguna configuración antes de que un equipo intente enviar paquetes a otro con el que no se había comunicado antes.

El protocolo de Internet provee un servicio de datagramas no fiable (también llamado del mejor esfuerzo o besteffort), en el cual se buscará que el paquete llegue lo mejor posible a su destino pero garantizando poco. IP no provee ningún

mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad (mediante checksums o sumas de comprobación) de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Por ejemplo, al no garantizar nada sobre la recepción del paquete, éste podría llegar dañado, en otro orden con respecto a otros paquetes, duplicado o simplemente no llegar. Si se necesita fiabilidad, ésta es proporcionada por los protocolos de la capa de transporte, como TCP.

Las cabeceras IP contienen las direcciones de las máquinas de origen y destino (direcciones IP), direcciones que serán usadas por los conmutadores de paquetes (switches) y los enrutadores (routers) para decidir el tramo de red por el que reenviarán los paquetes.

4.8. Conmutación de voz en una Red Corporativa.

El término corporación se refiere a una empresa, dependencia de gobierno, o cualquier organización que no es un proveedor de servicios. Al referirnos a una red corporativa significa que la red está siendo utilizada para proporcionar servicios privados de comunicación de voz y datos para alguna corporación. Para dicho efecto, esta red comprende diferentes tipos de redes físicas, por ejemplo una red de voz basada en uno o varios PBX (PrivateBranch Exchange), una red LAN, MAN, WAN) de datos con switches, routers y multiplexores para consolidar todo este tráfico en los mismos enlaces de transmisión entre distintos sitios reduciendo así los costos de operación y mejorando la resistencia a fallas.

La operación exitosa de las redes corporativas, se traduce en el éxito del propio negocio de la empresa, por lo que el buen desempeño de los servicios de voz dentro de una red corporativa es importante entender como están integrados y las posibles fallas que pueden tener.

En lo que respecta a las redes de voz, la mayoría de los requerimientos actuales se enfocan a enlazar PBX a en diferentes sitios, estos enlaces se llevan a cabo por interfaces digitales, excepto cuando se requiere un pequeño número de canales de voz, en cuyo caso es mejor utilizar interfaces analógicas. Existen diferentes tipos de interfaces para la conmutación de voz como son:

Voz analógica: 2 hilos/4 hilos con señalización E&M

FXS

FXO

Voz digital. 2.048 MBITS/s E1-30 canales voz, CAS o CCS

4.8.1. Voz en la Red Corporativa.

El esquema ideal de una red de voz corporativa, es que todos los PBX deben de conectarse a dicha red, y que los mismos PBX puedan establecer conexiones directas a cualquier otro PBX dentro de la misma red, es decir, la red debe de funcionar como un tándem switch o switch de clase 4.

La red debe de interpretar la señalización proveniente del PBX, incluyendo información tal como el número llamado, y entonces, basada en esta información, efectuar decisiones de ruteo inteligente.

CAS (ChannelAssociatedSignaling) o Señalización de Canal Asociado existe en muchas redes hoy en día. Los sistemas CAS transportan información de señalización de la troncal en la misma troncal. Estos sistemas fueron originalmente diseñados por diferentes fabricantes, por lo tanto existen muchas versiones o variantes. Sin embargo, dadas las necesidades de las redes de telecomunicaciones existentes, que requieren medios eficientes para la señalización, están migrando a sistemas de señalización común, tales como CCS

CCS (CommonChannelSignaling) o Señalización de Canal Común utiliza un enlace en común para transportar información de señalización para cierto número de troncales. Esta forma de señalización es más barata, tiene tiempos de conexión reducidos y es más flexible que CAS. La primera generación de CCS se conoció con el nombre de SS6; la segunda generación es SS7.

La conmutación de voz se puede llevar a cabo vía CAS ó CCS, aunque se puede lograr más funcionalidad con CCS debido a la información adicional que puede ser transportada en el establecimiento de las llamadas, pero la red debe también soportar el manejo de protocolos específicos a utilizar como ETSI, QSIG, etc.

La conmutación de voz en una red corporativa, conlleva a varios beneficios.

- **Reducción en hardware del PBX.** La inversión en hardware de PBX y de backbone pueden ser reducidos si la capacidad de tránsito en la red es tomada por la red WAN (Wide Area Network). El número de interfaces

digitales del PBX que son requeridas están basadas en volúmenes de tráfico en vez del número de PBX vecinos.

- **Mantenimiento de la calidad de voz de punto a punto.** Uno de los problemas de las redes de PBX es la compresión de voz; el ancho de banda que puede ser ahorrado al comprimir la voz se ve desplazado por las dificultades que se presentan al tratar de mantener la calidad de voz en una red de PBX, donde cada llamada pasa por un proceso de compresión/decompresión cada vez que pasa en su ruta por un PBX. Por ello, dado que la red WAN actúa como un nodo tándem en una topología de estrella, solo se presenta un proceso de compresión/descompresión por llamada.

4.9 Introducción Red de Datos.

Una red de área local (LAN) es una red de "alta" velocidad (decenas de Megabits), generalmente confinada a un mismo piso o edificio. Los medios de transmisión que utiliza puede ser UTP, Coaxial o fibra óptica principalmente, esto hace posible obtener altas velocidades y baja tasa de errores. Su utilización en redes empresariales se remonta a 15 a 20 años, lo que implica que hoy en día se considere una tecnología madura aunque continuarán apareciendo nuevas tecnologías de redes LAN como Gigabit. Su origen se debió a la necesidad que existía de asignar dinámicamente el ancho de banda entre un número variable de usuarios y aplicaciones, dado que los esquemas de asignación estáticos como TDM y FDM no son adecuados para este tipo de aplicaciones.

Las primeras experiencias con asignación dinámica de ancho de banda fueron desarrolladas con ALOHA, de donde se tomaron las bases para la más ampliamente difundida red de área local conocida como Ethernet o IEEE 802.3. Igualmente existen otros esquemas de redes de área local como alternativas a Ethernet que se han utilizado en ambientes industriales y empresariales.

Una red de datos es un sistema que enlaza dos o más puntos (terminales) por un medio físico, el cual sirve para enviar o recibir un determinado flujo de información. En su estructura básica una red de datos está integrada de diversas partes:

-
-
- En algunas veces de un armario o gabinete de telecomunicaciones donde se colocan de manera ordenada los Hubs, y PachPanels.
 - Los servidores en los cuales se encuentra y procesa la información disponible al usuario, es el administrador del sistema.
 - Los Swiches, los cuales hacen la función de amplificador de señales, y a los cuales se encuentran conectados los nodos. Dicho enlace o columna vertebral del sistema se recomienda realizar en Fibra Optica o bien en cable UTP, del cual hablaremos más adelante.
 - Los "PachPanel's", los cuales son unos organizadores de cables.
 - El "PachCord", el cual es un cable del tipo UTP solo que con mayor flexibilidad que el UTP corriente (el empleado en el cableado horizontal), el cual interconecta al "Pach Panel" con el "Switch", así como también a los tomas o placas de pared con cada una de las terminales (PC's).
 - Finalmente lo que se conoce como Cableado Horizontal en el cual suele utilizarse cable UTP, y enlaza el patch panel con cada una de las placas de pared.

A la hora de diseñar el cableado estructurado de una red de datos, se deben de tener en consideración una amplia gama de aspectos tanto desde el punto de vista técnico como económico, dependiendo de los requerimientos del sistema, para lo cual existen diversos tipos de cables y categorías de los mismos, entre los cuales podemos citar los siguientes:

*SPT, *Coaxial, *UTP y ScTP, *Fibra Optica

4.10 Niveles OSI Arquitectura por Capas

El modelo se presenta en siete capas, enumeradas desde la inferior (capa No 1 física) hasta la superior (No 7 Aplicación). A continuación la explicación de cada una de ellas

| | |
|-------------------|--|
| 1 Físico | Este nivel define la forma de los cables, su tamaño, voltajes en los que operan, etc... |
| 2 Enlace de datos | Aquí encontramos el estándar Ethernet, define el formato de las tramas, sus cabeceras, etc. A este nivel hablamos de direcciones MAC (Media Access Control) que son las que identifican a las tarjetas de red de forma única. |
| 3 Red | En esta capa encontramos el protocolo IP. Esta capa es la encargada del enrutamiento y de dirigir los paquetes IP de una red a otra. Normalmente los "routers" se encuentran en esta capa. El protocolo ARP (AddressResolutionProtocol) es el que utiliza para mapear direcciones IP a direcciones MAC. |
| 4 Transporte | En esta capa encontramos 2 protocolos, el TCP (Transmission Control Protocol) y el UDP (UserDatagramProtocol). Se encargan de dividir la información que envía el usuario en paquetes de tamaño aceptable por la capa inferior. La diferencia entre ambos es sencilla, el TCP esta orientado a conexión, es decir la conexión se establece y se libera, mientras dura una conexión hay un control de lo que se envía y por lo tanto se puede garantizar que los paquetes llegan y están ordenados. El UDP no hace nada de lo anterior, los paquetes se envían y punto, el protocolo se despreocupa si llegan en buen estado etc. El UDP se usa para enviar datos pequeños, rápidamente, mientras que el TCP añade una sobrecarga al tener que controlar los aspectos de la conexión pero "garantiza" la transmisión libre de errores |
| 5 Sesión | El protocolo de sesión define el formato de los datos que se envían mediante los protocolos de nivel inferior. |
| 6 Presentación | External Data Representation (XDR), se trata de ordenar los datos de una forma estándar ya que por ejemplo los Macintosh no usan el mismo formato de datos que los PCs. Este estándar define pues una forma común para todos de tal forma que dos ordenadores de distinto tipo se entiendan. |
| 7 Aplicación | Da servicio a los usuarios finales, Mail, FTP, Telnet, DNS, NIS, NFS son distintas aplicaciones que encontramos en esta capa. |

TCP/IP, como la mayoría del software de red, está modelado en capas. Esta representación conduce al término pila de protocolos. Se puede usar para situar (pero no para comparar funcionalmente) TCP/IP con otras pilas, como SNA y OSI ("Open SystemInterconnection"). Las comparaciones funcionales no se pueden extraer con facilidad de estas estructuras, ya que hay diferencias básicas en los modelos de capas de cada una.

4.11. Direccionamiento IP

Para que dos sistemas se comuniquen, se deben poder identificar y localizar entre sí. Una computadora puede estar conectada a más de una red. En este caso, se le debe asignar al sistema más de una dirección. Cada dirección identificará la conexión del computador a una red diferente. No se suele decir que un dispositivo tiene una dirección sino que cada uno de los puntos de conexión (o interfaces) de dicho dispositivo tiene una dirección en una red. Esto permite que otras computadoras localicen el dispositivo en una determinada red.

La combinación de letras (dirección de red) y el número (dirección del host) crean una dirección única para cada dispositivo conectado a la red. Cada computador conectado a una red TCP/IP debe recibir un identificador exclusivo o una dirección IP. Esta dirección, que opera en la Capa 3, permite que una computadora localice otra computadora en la red

Todas las computadoras también cuentan con una dirección física exclusiva, conocida como dirección MAC. Estas son asignadas por el fabricante de la tarjeta de interfaz de la red. Las direcciones MAC operan en la Capa 2 del modelo OSI. Una dirección IP es una secuencia de unos y ceros de 32 bits.

Para que el uso de la dirección IP sea más sencillo, en general, la dirección aparece escrita en forma de cuatro números decimales separados por puntos. Por ejemplo, la dirección IP de una computadora es 192.168.1.2. Otra computadora podría tener la dirección 128.10.2.1. Esta forma de escribir una dirección se conoce como formato decimal punteado. En esta notación, cada dirección IP se escribe en cuatro partes separadas por puntos.

Cada parte de la dirección se conoce como octeto porque se compone de ocho dígitos binarios.

Por ejemplo, la dirección IP 192.168.1.8 sería

11000000.10101000.00000001.00001000

en una notación binaria. La notación decimal punteada es un método más sencillo de comprender que el método binario de unos y ceros.

Esta notación decimal punteada también evita que se produzca una gran cantidad de errores por transposición, que sí se produciría si sólo se utilizaran números binarios. El uso de decimales separados por puntos permite una mejor comprensión de los patrones numéricos.

4.12. Router

Un Router envía los paquetes desde la red origen a la red destino utilizando el protocolo IP. Los paquetes deben incluir un identificador tanto para la red origen como para la red destino. Utilizando la dirección IP de una red destino, un Router puede enviar un paquete a la red correcta. Cuando un paquete llega a un Router conectado a la red destino, este utiliza la dirección IP para localizar la computadora en particular conectada a la red.

Este sistema funciona de la misma forma que un sistema nacional de correo. Cuando se envía una carta, primero debe enviarse a la oficina de correos de la ciudad destino, utilizando el código postal. Dicha oficina debe entonces localizar el destino final en la misma ciudad utilizando el domicilio. Es un proceso de dos pasos. De igual manera, cada dirección IP consta de dos partes. Una parte identifica la red donde se conecta el sistema y la segunda identifica el sistema en particular de esa red.

Cada octeto varía de 0 a 255. Cada uno de los octetos se divide en 256 subgrupos y éstos, a su vez, se dividen en otros 256 subgrupos con 256 direcciones cada uno. Al referirse a una dirección de grupo inmediatamente arriba de un grupo en la jerarquía, se puede hacer referencia a todos los grupos que se ramifican a partir de dicha dirección como si fueran una sola unidad. Este tipo de dirección recibe el nombre de dirección jerárquica porque contiene diferentes niveles.

Una dirección IP combina estos dos identificadores en un solo número. Este número debe ser un número exclusivo, porque las direcciones repetidas harían imposible el enrutamiento.

La primera parte identifica la dirección de la red del sistema. La segunda parte, la parte del host, identifica qué máquina en particular de la red.

Las direcciones IP se dividen en clases para definir las redes de tamaño pequeño, mediano y grande. Las direcciones Clase A se asignan a las redes de mayor tamaño. Las direcciones Clase B se utilizan para las redes de tamaño medio y las de Clase C para redes pequeñas.

4.15. Direcciones IP Clase A, B, C, D, Y E

Para adaptarse a redes de distintos tamaños y para ayudar a clasificarlas, las direcciones IP se dividen en grupos llamados clases. Esto se conoce como direccionamiento classful. Cada dirección IP completa de 32 bits se divide en

La dirección Clase A se diseñó para admitir redes de tamaño extremadamente grande, de más de 16 millones de direcciones de host disponibles. Las direcciones IP Clase A utilizan sólo el primer octeto para indicar la dirección de la red. Los tres octetos restantes son para las direcciones host.

El primer bit de la dirección Clase A siempre es 0. Con dicho primer bit, que es un 0, el menor número que se puede representar es 00000000, 0 decimal.

El valor más alto que se puede representar es 01111111, 127 decimal. Estos números 0 y 127 quedan reservados y no se pueden utilizar como direcciones de red. Cualquier dirección que comience con un valor entre 1 y 126 en el primer octeto es una dirección Clase A.

La red 127.0.0.0 se reserva para las pruebas de loopback. Los Routers o las máquinas locales pueden utilizar esta dirección para enviar paquetes nuevamente hacia ellos mismos. Por lo tanto se puede asignar este número a una red.

La dirección Clase B se diseñó para cumplir las necesidades de redes de tamaño moderado a grande. Una dirección IP Clase B utiliza los primeros dos de los cuatro octetos para indicar la dirección de la red. Los dos octetos restantes especifican las direcciones del host.

Los primeros dos bits del primer octeto de la dirección Clase B siempre son 10. Los seis bits restantes pueden poblarse con unos o ceros. Por lo tanto, el menor

número que puede representarse en una dirección Clase B es 10000000, 128 decimal.

El número más alto que puede representarse es 10111111, 191 decimal. Cualquier dirección que comience con un valor entre 128 y 191 en el primer octeto es una dirección Clase B.

El espacio de direccionamiento Clase C es el que se utiliza más frecuentemente en las clases de direcciones originales. Este espacio de direccionamiento tiene el propósito de admitir redes pequeñas con un máximo de 254 hosts.

Una dirección Clase C comienza con el binario 110. Por lo tanto, el menor número que puede representarse es 11000000, 192 decimal. El número más alto que puede representarse es 11011111, 223 decimal.

Si una dirección contiene un número entre 192 y 223 en el primer octeto, es una dirección de Clase C.

La dirección Clase D se creó para permitir multicast en una dirección IP. Una dirección multicast es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea una sola corriente de datos a múltiples receptores.

El espacio de direccionamiento Clase D, en forma similar a otros espacios de direccionamiento, se encuentra limitado matemáticamente. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase D deben ser 1110. Por lo tanto, el primer rango de octeto para las direcciones Clase D es 11100000 a 11101111, o 224 a 239. Una dirección IP que comienza con un valor entre 224 y 239 en el primer octeto es una dirección Clase D.

Se ha definido una dirección Clase E. Sin embargo, la Fuerza de tareas de ingeniería de Internet(IETF) ha reservado estas direcciones para su propia investigación. Por lo tanto, no se han emitido direcciones Clase E para ser utilizadas en Internet. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase E siempre

son 1s. Por lo tanto, el rango del primer octeto para las direcciones Clase E es 11110000 a 11111111, o 240 a 255.

4.16. Comentarios.

Las 257 dependencias y los más de 12,000 usuarios de cómputo y telefonía del gobierno del Estado de Puebla mejoraron su comunicación a través de tecnología de Avaya y Cisco Systems, logrando grandes beneficios para los ciudadanos.

Una de las ventajas de reestructurar la red del gobierno del Estado de Puebla fue el acceso a aplicaciones, correo electrónico e Internet; ya que a través de estos medios se adquiere una herramienta básica que permite el cumplimiento de los objetivos del gobierno, y principalmente satisfacer las necesidades de los ciudadanos con rapidez y a través de tecnología de punta que Avaya y Cisco Systems ofrece en sus soluciones.

"Los beneficios de la instalación de una red en el Estado de Puebla se reflejan en el ahorro de tiempo, dinero y aprovechamiento de recursos; además de agilizar los trámites para servir mejor al ciudadano".

El Gobierno del Estado de Puebla se benefició con un sistema de red que permite satisfacer las necesidades de los ciudadanos a través de un servicio efectivo y que se encuentre a la vanguardia.

Mediante estos servicios y soluciones globales de interconectividad, Avaya y Cisco demostraron su visión, experiencia y capacidad de ejecución para generar éxito a las empresas y entidades gubernamentales en la Economía de Internet, para mejorar la productividad, incrementar utilidades y crear soluciones.

V. CONCLUSIONES

El sector de las telecomunicaciones en México está viviendo actualmente un importante proceso de transformación. Esto se debe en gran medida, a la entrada de nuevas tecnologías que permiten el ofrecimiento de servicios integrados de voz y datos a un cada vez mayor número de hogares y empresas en todo el país. También se acaba de abrir al mercado una nueva red de fibra óptica, perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual por su dimensión y cobertura, se constituye en una de las más importantes en el país. A esto hay que sumarle la próxima licitación de nuevos espacios de radiofrecuencia que tiene previsto realizar el Gobierno Federal.

Todo esto ha empezado a reconfigurar la estructura de mercado de este sector, que por mucho tiempo ha estado bajo la dominancia de una sola empresa y en donde ahora empieza a tomar fuerza otro grupo empresarial encabezado por Televisa y un grupo de empresas de cable que ofrecen servicios en diferentes partes del país.

Ante esta situación podría pensarse que se están sentando las condiciones para que los mexicanos podamos tener acceso a mejores precios y calidad en los servicios de telecomunicaciones ante una mayor competencia. Sin embargo, esto no será necesariamente cierto si no contamos con un ente regulador sólido e independiente que vigile e impulse condiciones de mercado que brinden más beneficios a los consumidores.

Las telecomunicaciones se encuentran en el umbral de una nueva etapa impulsada por la era tecnológica. La introducción de la técnica en la que se basa la transmisión de voz sobre IP ha venido a revolucionar el mundo de las telecomunicaciones al grado de convertirse en una tendencia mundial inevitable. Su versatilidad en la conducción de voz y datos permite reducir los costos convirtiendo las llamadas de larga distancia nacionales, internacionales y mundiales en simples llamadas locales.

La función de la red está evolucionando. La plataforma de comunicaciones inteligentes del futuro ofrecerá mucho más que conectividad básica y acceso a las aplicaciones. La convergencia de los diferentes tipos de redes de comunicación en una plataforma representa la primera fase en la creación de la red inteligente de información. En la actualidad nos encontramos en esta fase de evolución de la red. La próxima fase será consolidar no sólo los diferentes tipos de mensajes en una única red, sino también consolidar las aplicaciones que generan, transmiten y aseguran los mensajes en los dispositivos de red integrados. No sólo la voz y el video se transmitirán mediante la misma red, sino que los dispositivos que realizan la conmutación de teléfonos y el broadcasting de videos serán los mismos dispositivos que enrutan los mensajes en la red. La plataforma de comunicaciones resultante proporcionará funcionalidad de aplicaciones de alta calidad a un costo reducido.

Las soluciones convergentes consisten en ofrecer al cliente una serie de servicios a través de un solo medio; telefonía local y ld, internet de banda ancha, TV de paga, y telefonía móvil. La voz sobre IP ha acelerado esta convergencia por lo que el escenario de la competencia está cambiando y permite que otras empresas participen del mercado en el que Telmex era proveedor exclusivo.

En todo caso, el primer paso es la definición de una verdadera estrategia de desarrollo del sector de telecomunicaciones, la cual integre de forma ordenada todos los diferentes esfuerzos de los gobierno federal y locales y que defina con metas y tiempos claros, cual es el escenario futuro al que queremos llegar como país en esta materia.

ACRONIMOS

ABR (Available Bit Rate, tasa de datos disponible)

Ancho de Banda: Es la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento determinado, normalmente medido en segundos. Cuanto mayor sea el ancho de banda, más datos podrán circular por ella por segundo.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) es un estándar de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Estándares en Telecomunicaciones) para la conmutación de celdas.

CAS (ChannelAssociatedSignaling)

CBR (Constant Bit Rate, velocidad de bits constante o tasa constante de bits)

CCS (CommonChannelSignaling) o Señalización de Canal Común

IP (Internet Protocol, protocolo de internet)

IVPNet (International Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales Internacionales)

Jitter. Es la variación aleatoria de la latencia, es decir, del lapso necesario para que un paquete de información viaje desde la fuente hasta su destino. Estos cambios aleatorios son los que provocan que los paquetes lleguen en un orden distinto al que fueron emitidos.

LAN (redes de área local)

LDP (LabelDistributionProtocol, Etiqueta de Distribución de Protocolo)

LSP (LabelSwitchPath)

NRT-VBR (tasa variable de bits para tiempo no real)

PBX (PrivateBranch Exchange, Conmutador Telefónico)

PSTN Red Telefónica Convencional

Qos (Quality of Service, Calidad de Servicio)

RT-VBR (tasa variable de bits para tiempo real)

SS7 (CommonChannelSignaligSystem No.7) SS7 es un estándar global para telecomunicaciones definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Define los procedimientos y protocolos mediante los cuales los elementos de la Red Telefónica Conmutada intercambian información sobre una red de señalización digital para establecer, enrutar, facturar y controlar llamadas, tanto a terminales fijos como móviles.

STM (Modo de Transmisión Sincrónica). El STM es utilizado en las redes de telecomunicaciones para transmitir paquetes de datos y voz a lo largo de grandes distancias.

TDP (Tag Distribution Protocol, Etiqueta de Distribución de Protocolo)

TDM (Multiplexaje por División de Tiempo)

UBR (unspecified Bit Rate, tasa de datos no especificada)

VBR (Variable Bit Rate, velocidad de bits variable o tasa variable de bits)

VPNet (Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales)

WAN (redes de área extensa)

BIBLIOGRAFIA

BECKER, B. Hall

Analisis funcional de Redes de Información

Mexico,

Editorial Limusa

1977, 276 pp

BROWN Kevin,

IP Telephony Unveiled

Cisco Press 2004

DAVIDSON, Jonathan & PETERS James

Voice over IP Fundamentals,

Cisco Press 2005

DERFLER, Frank,

Descubre Redes LAN & WAN

España,

Editorial Prentice Hall

1988, 373 pp

DOUGLAS E. Comer

Redes de computadoras, Internet e Interredes”,

Mexico

Editorial Prentice Hall

1997, 506 pp

FITZ GERALD, Jerry y Tom S Eason,

Fundamentos de Comunicacion de Datos

3a Edición

Mexico

Editorial Limusa,

1998, 275 pp

SPOHN L.Darren

Data Network Design

United States of America

Editorial Mc-Graw Hill

1993, 778 pp

OTRAS FUENTES

INTERNET:

www.itu.int/itu-t/rec/g/g100-699/g107.html

<http://www.atmforum.com>

<http://www.cesga.es/caq/Teleensino/atm.html>

<http://www.dtm.un>