

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



DESARROLLO DE LAS REDES WAN EN EL PERÚ

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JUAN BURGOS CHOQUEHUANCA

**PROMOCIÓN
1984 - II**

**LIMA – PERÚ
2003**

DESARROLLO DE LAS REDES WAN EN EL PERÚ

SUMARIO

El presente informe de suficiencia titulado **“Desarrollo de las Redes WAN en el Perú”**, busca mostrar la evolución de las redes de cobertura amplia en el país, y como estas impactan tremendamente en el desarrollo nacional, integrando los pueblos y facilitando que nos insertemos en este mundo globalizado y competitivo que vivimos.

El Capítulo I: Redes de Telecomunicaciones; resume la evolución histórica de las redes y las diferentes formas en que podemos clasificarlas.

En el Capítulo II: Principales Tecnologías y Protocolos WAN; se resalta los protocolos y tecnologías aplicables a las redes WAN.

Toda red tiene como elemento imprescindible al medio de transmisión, de allí la importancia de incluir este tema en el Capítulo III.

El Capítulo IV: Implementación en el Perú; describe la evolución de las redes WAN en el país y se hace énfasis en la red de transmisión de voz y datos de Telefónica del Perú.

El Capítulo V: Presente y Futuro de las Redes WAN: Su Impacto en el Desarrollo Nacional; resalta la importancia de estas redes.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

1.1 Evolución histórica	4
1.2 Clasificación de las redes	17
1.2.1 De acuerdo con el tipo de transmisión	17
1.2.2 De acuerdo con su propiedad	19
1.2.3 De acuerdo con el tipo de tráfico	20
1.2.4 De acuerdo con su cobertura	20
1.3 Estructura de una red	23
1.4 Modelo de referencia OSI	28

CAPÍTULO II

PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y PROTOCOLOS WAN

2.1 Capa física: WAN	35
2.2 Capa de enlace de datos: Protocolos WAN	36
2.3 X.25	38
2.4 Frame Relay	40

2.5 ATM	42
CAPÍTULO III	
MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
3.1 Medios guiados	47
3.1.1 Pares trenzados	48
3.1.2 Cable coaxial	50
3.1.3 Fibra óptica	51
3.2 Medios no guiados	53
3.2.1 Radio enlaces de onda corta	54
3.2.2 Radio enlaces de VHF/UHF	54
3.2.3 Microondas	55
CAPÍTULO IV	
IMPLEMENTACIÓN EN EL PERÚ	
4.1 Aplicación: Red de transmisión de voz y datos de Telefónica	63
4.1.1 Topología	65
4.1.2 Cobertura	66
4.1.3 Servicios	67
4.2 Descripción del sistema	68
4.2.1 Equipos que la conforman	68
4.2.2 Tarjetas	72
4.2.3 Sincronización	76
4.2.4 Redundancia	78
4.2.5 Arquitectura	79
4.2.6 Software	82

4.2.7 Configuración	83
4.2.8 Consideraciones de diseño	85
4.3 Sistema administrador de la red	87
4.3.1 Capacidades del software de gestión	87
4.3.2 Plataforma de gestión	90
4.4 Dominios de gestión	92
4.4.1 Protocolo CPSS	93
4.4.2 Tablas de enrutamiento	95
4.5 Evolución a una red Frame Relay y ATM	97
4.5.1 Red Frame Relay	97
4.5.2 Red ATM	98
4.6 Interoperatividad TDM / Frame Relay / ATM	99
CAPÍTULO V	
PRESENTE Y FUTURO DE LAS REDES WAN: SU IMPACTO EN EL DESARROLLO NACIONAL	
CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	108

PRÓLOGO

El presente informe de suficiencia titulado “**Desarrollo de las redes WAN en el Perú**”, busca mostrar la evolución de las redes de cobertura amplia en el país, y como estas impactan tremendamente en el desarrollo nacional; integrando a las comunidades académicas y científicas, a los diferentes sectores productivos y financieros, “acortando” las distancias físicas y facilitando la inserción de nuestro país en este mundo globalizado y competitivo que vivimos.

Al ser este un tema muy amplio se puede abordar desde diferentes perspectivas, como son sus tecnologías, sus protocolos, sus servicios, sus modalidades de cobro, su cobertura, etc. De ahí que he centrado el tema en las redes de cobertura amplia conocidas como redes WAN de las siglas en inglés (Wide Area Network); y dentro de las principales redes WAN existentes en el país, se aborda como aplicación práctica la red de transmisión de voz y datos de Telefónica del Perú, por considerarla un buen ejemplo dada su cobertura nacional, soporta varios servicios, tiene la capacidad de conmutar circuitos, paquetes y celdas ATM, y además por que

esta red cobra vital importancia al servir de acceso a otras redes existentes, tales como UNIRED, INFOVIA, Red IP, IP-VPN, Meganet.

El autor ha decidido realizar un trabajo que comprenda desde el marco teórico necesario para ubicarnos en el maravilloso mundo de las redes, que muestre una aplicación real y que permita conocer el presente y futuro de las redes en nuestro país, con el animo de que pueda ampliarse ó iniciarse otros estudios relacionados a este tema.

Para alcanzar este propósito se ha recopilado información relacionada de libros, manuales, revistas, de la INTERNET y de la propia experiencia profesional del autor; la cual después de ser analizada, procesada y relacionada se ha logrado estructurarla en cinco capítulos, tratando de que sigan una secuencia lógica.

Los temas incluidos son : “Las Redes de Telecomunicaciones”, “Principales tecnologías y protocolos WAN”, “Medios de transmisión”, “Implementación en el Perú”, y “Presente y futuro de las redes WAN: Su Impacto en el Desarrollo Nacional”. El capítulo I hace una reseña histórica de las redes de telecomunicaciones resaltando los hechos relevantes que han contribuido a su desarrollo; con el objetivo de crear el marco teórico necesario, se hace una clasificación, se toma como modelo de red a la red ARPANET y como modelo de interconexión de sistemas abiertos al modelo OSI, los cuales sirven de base para el desarrollo del trabajo. El capítulo II continua con el marco teórico pero ya enfocado al tema de las redes WAN. Toda red sea WAN ó no se soporta sobre un medio de transmisión, estos se abordan en el capítulo III. La aplicación practica se incluye en el capítulo IV, como existen

varias redes WAN en el país, se ha seleccionando a la red de transmisión de voz y datos de Telefónica. El capítulo V incide en la importancia del desarrollo de estas redes, sus tendencias y como impactan tremendamente en el desarrollo del país.

Expreso mi agradecimiento y reconocimiento al ingeniero Alfredo Rodríguez Gutierrez de la Universidad Nacional de Ingeniería, por su apoyo permanente en la asesoría del presente trabajo. Mi reconocimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería por la sólida formación académica y humanista recibida en sus aulas. Finalmente, no puedo dejar de expresar mi reconocimiento al Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones – INICTEL, a la Empresa Nacional de Telecomunicaciones – ENTEL PERU y a Telefónica del Perú, por la constante exigencia y apoyo en mi desarrollo profesional.

CAPÍTULO I

LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

El hombre en su afán por comunicarse entre sí, lo ha llevado a buscar diferentes y cada vez más sofisticadas formas de hacerlo, desde el uso de señales de humo hasta la red de redes de hoy día la INTERNET.

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Las telecomunicaciones comenzaron en 1830 con la utilización del telégrafo, que permitió diversos tipos de comunicaciones digitales, utilizando códigos como el Morse inventado por Samuel Morse en 1820.

En 1874 el francés Emile Baudot inventó el telégrafo múltiple, que permitía el envío de varios mensajes por la misma línea, se conectaban varios manipuladores de cinco teclas a una misma línea a través de un distribuidor que repartía el tiempo entre los distintos usuarios. En el receptor existía un distribuidor similar al del transmisor y sincronizado con el, que repartía los mensajes entre distintas impresoras.

Mas tarde en 1876 Alexander Graham Bell invento el teléfono con el que comenzó la comunicación de la voz a distancia. Este invento que tuvo mucha aceptación por sus propias características, hizo que muchas ciudades se unieran por el hilo telefónico muy rápidamente, lo cual facilitó mucho la utilización de otros medios de comunicación posteriores que aprovecharon las propias líneas telefónicas.

Con la aparición de maquinas de escribir que incorporaban reles para la activación de la escritura, E. Kleinschmidt desarrollo un sistema de transmisión que no requería de operadores en línea. Este sistema hizo posible la aparición en 1910 del teletipo o teleimpresor, que permitió el envío de mensajes a distancia utilizando el código Baudot creado por Emile Baudot en 1874. Los teletipos tenían un distribuidor rotante capaz de enviar un carácter por vuelta compuesto por 5 bits que se acompañaban de otros datos de arranque y parada.

En 1971 aparece la red ARPANET, fundada por la organización DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) que ha dado origen a la red Internet. En esta red se desarrollo el conjunto de protocolos denominados TCP/IP que han ejercido gran influencia en las redes teleinformáticas.

En España aparece en 1972 la primera red pública de conmutación de paquetes denominada Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) de propiedad de Telefónica que actualmente configura la red IBERPAC.

En 1974, la empresa International Business Machines (IBM) configura la primera arquitectura teleinformática para sistemas distribuidos denominada System Network Architecture (SNA). A esta arquitectura le sigue la

denominada Digital Network Architecture (DNA) creada por la empresa Digital Equipment Corporation (DEC) en 1976.

Esta década de los setenta se caracterizó también por el gran auge que toma la normalización. En 1976, el Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (Consultive Committee for International Telephone and Telegraph - CCITT) normalizó las redes de conmutación de circuitos (normas X.21) y las redes de conmutación de paquetes (normas X.25). En 1977, la Organización de Estándares Internacionales (International Standard Organization - ISO) modela y normaliza la interconexión de computadoras creando el Modelo Básico de Referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (Open System Interconnection - OSI).

El final de la década de los setenta viene marcada, fundamentalmente por la aparición en 1978 de las Redes de Área Local (Local Area Network - LAN) que permiten interconexión entre equipos informáticos en un entorno reducido.

La década de los ochenta, con la popularización de las Computadoras Personales (Personal Computer - PC), marco un desarrollo definitivo en el campo de la teleinformática. Aparecen los denominados Servicios de Valor Añadido como el Telefax, Videotex, Terminal Bancario en casa, etc.

También en esta década aparecen las Redes Digitales para dar servicios especializados a usuarios que requieran la integración de información compuesta por texto, datos, imagen y voz.

La década de los noventa representa una inflexión. Por una parte se habla de nuevos aires en las Tecnologías de la Información, debido a que los

costos del Hardware se han reducido sustancialmente. Por otra parte, aparece tecnologías muy creativas y prometedoras, como son la programación orientada a objeto y los sistemas expertos que, sin duda, incidirán en las Tecnologías Multimedia.

Actualmente, en Telecomunicaciones se tiende al abaratamiento de la utilización de las redes, así como a nuevas posibilidades de transmisión proporcionada por las Redes Digitales de Banda Ancha que operan a gran velocidad (del orden de 155 millones de bit por segundos).

La evolución de las redes de transmisión de datos se puede abordar desde distintos puntos de vista; en primer lugar podemos referirnos al elemento físico que soporta la transmisión de datos, la primera red que se utilizó fue la ya existente Red Telefónica. Esta red que ya empezó a utilizarse para la transmisión de datos en la década de los sesenta (generalmente entre todas las ciudades y un gran número de usuarios en cada una de ellas). Posteriormente, en la década de los setenta aparecen en la mayoría de los países, Redes Especializadas en la Transmisión de Datos cuyo uso exclusivo aportaba una gran mejora en calidad y seguridad frente a las redes telefónicas.

Las primeras redes fueron las que tenían un solo procesador central que daba servicio a todo el conjunto de terminales conectados.

Aparecieron más tarde Redes Multisistema, donde el control de la red es compartido por múltiples procesadores ó aplicaciones instaladas en los mismos.

Posteriormente, aparecen las Redes Distribuidas que permiten la conexión entre distintos tipos de redes, procesadores y terminales. En estas se encuentran conectados todo tipo de procesadores, redes de empresas, redes locales.

Las telecomunicaciones aquí en el Perú, también se iniciaron con el telégrafo en 1857; a continuación se mencionan los hechos más relevantes sucedidos a lo largo de la historia de las telecomunicaciones en el Perú.

Marzo de 1857:

Instalación del primer cableado telegráfico

Mediante un Decreto de la República, se le concede a Augusto Goné la exclusividad en la construcción de las líneas de Lima a Callao y de Lima a Cerro de Pasco. Sin embargo, diez años más tarde, el telégrafo fue declarado de propiedad nacional por incumplimiento de contrato.

Septiembre de 1867:

El telégrafo pasa a ser administrado por la empresa privada

Carlos Paz Soldán, considerado el introductor del telégrafo en el Perú, se encarga de la administración de este servicio, fundando la Compañía Nacional de Telegrafía.

Abril de 1875:

El Gobierno Peruano asume nuevamente la propiedad del servicio

La Compañía Nacional de Telegrafía, al no cumplir su compromiso de establecer comunicaciones en toda la República, pierde la concesión

durante el gobierno de Manuel Prado. Dos años después, por déficit presupuestario, el Gobierno entregaría nuevamente, durante ocho años, la administración de este servicio al Sr. Paz Soldán.

1878:

El Telégrafo es declarado servicio nacional

La última concesión al Sr. Paz Soldán fue de breve duración: sólo dos años. El servicio telegráfico sería administrado por el Gobierno en la misma forma que el correo. Para entonces, habían 2525 Km cableados, empleándose el sistema Morse.

1879:

Guerra del Pacífico

Finalizados los enfrentamientos con Chile, el sucesor del señor Paz Soldán, Melitón Carvajal, tiene por objetivo la restauración de las destruidas líneas telegráficas, reparar las oficinas telegráficas dañadas, y preparar al personal del servicio, creándose la Escuela de telegrafistas.

1888:

Primera comunicación telefónica entre las cámaras de senadores y diputados

El 7 de septiembre de ese mismo año, se comunicó Lima con el Callao. Seis días después se entregó la línea al servicio público, cobrándose 10 centavos de plata por cinco minutos de conversación.

1889:

Se convoca una licitación pública para establecer el servicio telefónico en Lima

Fue durante el Gobierno del General Andrés Avelino Cáceres, que sólo se presentó a esta licitación la Casa Cohen, la que fue rechazada. Posteriormente obtuvo la aceptación la casa norteamericana Bacigalupi fundándose así la Peruvian Telephone Company.

1911:

Primera estación radiotelegráfica en Lima

La poderosa estación Telefunken del Cerro San Cristóbal, inaugurada al año siguiente por el Presidente Augusto B. Leguía, permitía la comunicación entre Lima e Iquitos.

1920:

Fundación de la Compañía Peruana de Teléfonos

Fusionándose con la Peruvian Telephone Company, el servicio telefónico contaba ya con 4,000 teléfonos a nivel nacional, todos manuales.

1921:

La Casa Marconi pasa a administrar los servicios de correo y telégrafo

Durante el Gobierno del Presidente Augusto B. Leguía, los servicios de telégrafos y correos del Perú, fusionados en 1895, son entregados a la administración de la firma inglesa The Marconi Wireless Telegraph Co.

1930:

ITT entra al mercado

La International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) adquiere el 60% de las acciones de la Compañía Peruana de Teléfonos, ante la necesidad de ampliar y modernizar el servicio. Entra en funcionamiento la primera central automática en el Perú.

1947:

Se promulga el Reglamento General de Telecomunicaciones

El entonces Presidente de la República, José Luis Bustamante y Rivero, promulga este Reglamento General, contemplando las Normas Administrativas y Operativas para los servicios privados de radiocomunicaciones, sean experimentales y de carácter científico, de carácter cultural o informativos.

1958:

El servicio de Teleimpresión (Télex) es inaugurado

La compañía All American Cables & Radio inaugura dos circuitos Lima-Nueva York, para servir a unos 20 abonados exclusivamente para tráfico internacional. Este servicio era sólo internacional.

Diciembre de 1968:

Se crea el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El Gobierno Militar del Gral. Velasco, considerando que las comunicaciones son básicas para el desarrollo y seguridad nacional, crea este

Ministerio. Posteriormente, se establecería una política de Nacionalización progresiva de las empresas que operaban los servicios de telecomunicaciones.

Noviembre de 1969:

La Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL-PERÚ) es creada

Al hacerse cargo de los servicios públicos de telecomunicaciones, ENTEL-PERÚ se incorpora al Comité Interino de Telecomunicaciones Internacionales (CITI). Asume la implementación y operación de la Estación Terrena Vía Satélite de Lurín, operativa 4 meses antes.

Noviembre de 1971:

Se promulga la Ley General de Telecomunicaciones

Julio de 1972:

Expropiación de las acciones de la Compañía Nacional de Teléfonos

1975:

El Gobierno implementa la Red Nacional de Télex

Mayo de 1981

ENTEL-PERÚ es transformada en empresa estatal

En la década que comienza en 1980 se produce un desarrollo de las telecomunicaciones en distintos departamentos del país, apareciendo las primeras centrales telefónicas digitales (Ayacucho, 1985).

Noviembre de 1991:**Entra en vigencia la nueva Ley de Telecomunicaciones**

Esta permite la inversión privada y la libre competencia, estableciendo el marco propicio para lo que sería el actual desarrollo de las telecomunicaciones en el Perú.

Junio de 1992:**Nombramiento del Comité Especial de Telecomunicaciones (CEPRI de Telecom)**

Encargado de conducir el proceso de transferencia al sector privado de las empresas del sector, la Cía. Peruana de Teléfonos (CPT) y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL PERÚ).

Enero de 1993:**Se crea OSIPTEL****Enero de 1994:****Se dicta la Ley de Desmonopolización Progresiva**

En ella se promueve la libre competencia en todos los servicios en donde es técnicamente posible y se establece un periodo de exclusividad de cinco años de duración en los servicios de telefonía fija, larga distancia nacional e internacional, conocido como período de concurrencia limitada.

Febrero de 1994:**Se privatiza ENTEL Perú y la Cía. Peruana de Teléfonos**

Ambas se fusionan, adoptando el nombre de Telefónica del Perú,

comenzando una etapa de modernización y reestructuración de los servicios de telecomunicaciones. La oferta de Telefónica de España resultó ser la más elevada con US\$ 2,002 millones, superando el precio base fijado en US\$ 546 millones.

Agosto de 1994:

Publicación del Reglamento de OSIPTEL

En esta norma se le concede en forma expresa potestades regulatorias, correctivas, sancionadoras, y de solución de controversias. Se definió su estructura orgánica y su régimen económico y financiero, que le otorgó la autonomía y los recursos necesarios.

1996:

Introducción de los servicios 80C

El avance tecnológico en las telecomunicaciones permite que los usuarios tengan acceso a más servicios como son las series 80C, facilidades que le ofrece la "red inteligente" cuando usted marca los números que se inician con 0-800, 0-801 o 0-808.

1997:

BellSouth concretó su ingreso al Perú

Para ello adquirió más del 58.7% de participación de la empresa Tele 2000.

Enero de 1998:

Aprobación del Reglamento de Interconexión

La interconexión es obligatoria y es uno de los requisitos prácticos para que un país se integre al globalizado mundo de las telecomunicaciones. Gracias a ella, un operador menor o que recién ingresa al mercado puede hacer uso de la red portadora local para brindar sus servicios finales. Es necesario establecer condiciones, tiempos y costos para el uso de las redes interconectadas.

Junio de 1998:

Tele 2000 se adjudica la concesión de la banda B en provincias

Esto le permite desarrollar telefonía celular en el país, con excepción de Lima y Callao. La empresa perteneciente a BellSouth ofreció un pago de US\$ 35.100 millones.

1998:

Implementación del programa de Proyectos Rurales

Agosto de 1998:

Se acuerda la Apertura del Mercado de las Telecomunicaciones en el Perú

Enero de 1999:

Se reconoce a Nextel como concesionario del Servicio Troncalizado

Tras adquirir a las empresas Mastercom Trunking S.A., Radionet S.A. y Dualcom y sus respectivas concesiones para brindar el servicio de Trunking.

Mayo de 1999:**FirstCom (ahora AT&T) inicia actividades**

Obtiene la concesión para prestar servicios de telefonía fija. Construyó una red de fibra óptica en Lima Metropolitana para brindar servicios de voz, datos y video. Provee de infraestructura de acceso a Internet.

Junio de 1999:**BellSouth obtiene la concesión para prestar el servicio de telefonía fija**

Planea prestar los servicios de telefonía fija e Internet.

Junio de 1999:**Ingreso de la tecnología Worldgate**

Aprovecha la amplitud de banda de la infraestructura de cables de fibra óptica. De esta forma es posible navegar por Internet desde la televisión, sin necesidad de conectarse a un proveedor de Internet.

Mayo de 2000:

Telecom Italia Mobile (TIM) obtiene en concesión la tercera banda (Sistema de Comunicaciones Personales o PCS). Su oferta ascendió a US\$ 180 millones, superando así la propuesta de Teléfonos de México y el precio base fijado en US\$ 47 millones.

Julio del 2000:**Se otorga la buena pro para frecuencia de telefonía fija. (Millicom y a Telefónica)**

Ambas empresas brindarán telefonía fija inalámbrica.

Diciembre del 2000:

Se otorga la buena pro para la frecuencia de telefonía fija (Orbitel)

Enero del 2001:**Ingreso al Perú de TIM con la tecnología GSM**

Tecnología con la cual busca ofrecer menores tarifas por minuto y nuevos servicios, como transmisión de datos y acceso inalámbrico a Internet a través de los teléfonos celulares.

Agosto del 2001:**Telefónica introduce el servicio de acceso a Internet usando tecnología ADSL**

Servicio que busca la masificación de INTERNET en el país.

1.2 Clasificación de las Redes

Existen varios criterios para clasificar las redes entre los que se encuentran:

Tipo de transmisión, Cobertura, Propiedad, Tipo de Tráfico, Aplicación.

1.2.1 De acuerdo con el tipo de transmisión

Se clasifican en:

- Redes de difusión amplia (broadcast)
- Redes punto a punto

a) Redes de difusión amplia (broadcast)

En este tipo de redes existe un sólo canal de comunicaciones que es compartido por todas las máquinas en la red. Las máquinas envían mensajes cortos, denominados paquetes en algunos contextos, los cuales son recibidos por todas las otras máquinas. Un campo de dirección dentro del paquete especifica para quién está dirigido. Al recibir el paquete, cada máquina verifica el campo de dirección. Si el paquete es para ella, lo procesa, sino lo ignora. En los sistemas de difusión es posible ponerle a un paquete como dirección todos los destinos, este tipo de paquete se conoce como broadcast. En algunos sistemas de difusión también es posible enviar paquetes a un subconjunto de las máquinas, a esto se conoce como multicast.

Ejemplos:

- Redes por radio ó satelitales
- Redes de Televisión
- Redes LAN

b) Redes punto a punto:

Este tipo de redes están formadas por muchas conexiones entre pares de máquinas. Para ir del origen al destino es necesario pasar por una o más máquinas intermedias. En ocasiones se pueden tener diferentes rutas con distancias diferentes para llegar a un mismo destino, por lo tanto se hacen necesarios algoritmos de enrutamiento.

En general las redes pequeñas tienden a utilizar medios de difusión, mientras que las redes grandes tienden a utilizar sistemas punto a punto.

1.2.2 De acuerdo con su propiedad

Las podemos clasificar como:

- Públicas
- Privadas

a) Públicas

Son redes que prestan servicios a terceros. El servicio que prestan puede ser simplemente transporte de información o servicios de valor agregado. Como es necesario cobrar por dicho servicio, tienen muy desarrollados los esquemas de tarificación. Por lo general son redes de cobertura amplia.

Ejemplo: Red Telefónica Conmutada, DIGIRED / INTERLAN, UNIREN, etc.

b) Privadas

Son propiedad de una empresa ó entidad en particular y están sólo al servicio de esta. Por lo general no tienen muy desarrollados los esquemas de tarificación y control. Son utilizadas para aumentar la productividad y para dar soporte a operaciones.

1.2.3 De acuerdo con el tipo de tráfico

- Voz
 - Tráfico que no admite retardos, ni adelantos (isocronico)
 - Admite pequeñas pérdidas de información
 - Ocupa un ancho de banda constante, de 64 Kb/s si no se usa logaritmos de compresión

- Vídeo
 - Tráfico que no admite retardos, ni adelantos (isocronico)
 - Admite pequeñas pérdidas de información
 - Ocupa un ancho de banda variable si se utiliza compresión de vídeo

- Datos
 - Tráfico que admite retardos o adelantos
 - No admite pérdidas de la información, ni alteración de la misma
 - Ocupa un ancho de banda variable, por ráfagas, en ocasiones hay mucho tráfico y en otras nada

1.2.4 De acuerdo con su cobertura

- LAN
- MAN
- WAN
- GAN

a) LAN (Local Area Network)

Son redes privadas localizadas en un edificio ó campus. Su extensión es de algunos kilómetros. Muy usadas para la interconexión de computadores personales y estaciones de trabajo.

Se caracterizan por su tamaño restringido, tecnología de transmisión (por lo general broadcasting), alta velocidad. Son redes con velocidades entre 10 y 100 Mbps, tienen baja latencia y baja tasa de errores.

Cuando se utiliza un medio compartido es necesario un mecanismo de arbitraje para resolver conflictos. Son siempre privadas.

Ejemplos: IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.4 (Token Bus), IEEE 802.5 (Token Ring).

b) MAN (Metropolitan Area Network)

Básicamente son una versión mayor de una Red de Área Local y utilizan normalmente tecnología similar. Puede ser pública o privada. Una MAN puede soportar tanto voz como datos. Una MAN tiene uno o dos cables y no tiene elementos de intercambio de paquetes o conmutadores, lo cual simplifica bastante el diseño. La razón principal para distinguirla de otro tipo de redes, es que para las MAN's se ha adoptado un estándar llamado DQDB (Distributed Queue Dual Bus) o IEEE 802.6. Utiliza medios de difusión al igual que las Redes de Área Local.

Teóricamente, una MAN es de mayor velocidad que una LAN, pero ha habido una división o clasificación privada: privadas que son implementadas

en Áreas tipo campus universitario debido a la facilidad de instalación de Fibra Óptica y públicas de baja velocidad (< 2 Mbps), como Frame Relay, ISDN, T1-E1, etc. Hoy en día son poco usadas.

Ejemplos: DQDB, FDDI, ATM, N-ISDN, B-ISDN

c) WAN (Wide Area Network)

Son redes que cubren una amplia región geográfica, a menudo un país o un continente. Este tipo de redes contiene máquinas que ejecutan programas de usuario llamadas hosts o sistemas finales (end system). Los sistemas finales están conectados a una subred de comunicaciones. La función de la subred es transportar los mensajes de un host a otro. En este caso los aspectos de la comunicación pura (la subred) están separados de los aspectos de la aplicación (los host), lo cual simplifica el diseño.

En la mayoría de las redes de amplia cobertura se pueden distinguir dos componentes: Las líneas de transmisión y los elementos de intercambio (Conmutación). Las líneas de transmisión se conocen como circuitos, canales o tróncas. Los elementos de intercambio son procesadores especializados utilizados para conectar dos o más líneas de transmisión.

Las redes de área local son diseñadas de tal forma que tienen topologías simétricas, mientras que las redes de amplia cobertura tienen topología irregular.

Otra forma de lograr una red de amplia cobertura es a través de satélite ó sistemas de radio.

Ejemplos: X.25, RTC, ISDN, etc.

d) GAN (Global Area Network)

- Son redes de cobertura mundial
- Une todas las redes

Ejemplo : Internet

1.3 Estructura de una red

Una de las primeras y más importantes redes abiertas es la ARPANET (USA). Su nombre viene de Advanced Research Projects Agency Network, que pertenece al DOD (Department of Defense) de USA. A finales de los años 60 esta red conectaba los departamentos de ciencias de varias universidades y algunas empresas privadas. Actualmente cubre medio globo terrestre, desde Hawaii hasta Noruega.

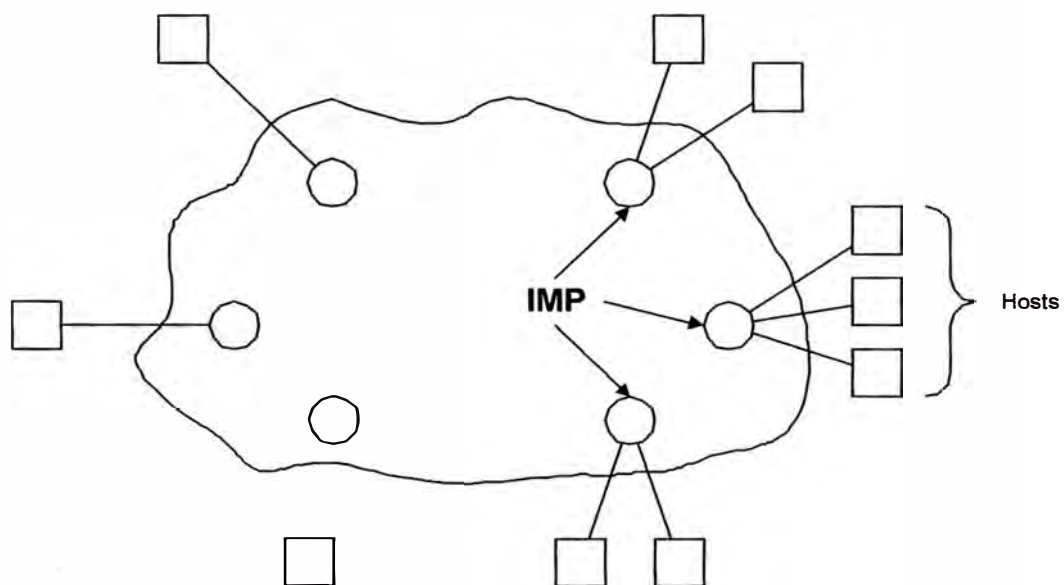
Mucho del presente conocimiento sobre redes es consecuencia directa del proyecto ARPANET, es por eso que usaremos su modelo para describir a las redes de cobertura amplia. Ver Figura 1.1 en la página siguiente.

ARPANET diferencia en una red los siguientes elementos:

- **Host:** Máquinas que ejecutan procesos de usuario (aplicaciones). En esta definición se incluyen los mecanismos de acceso a la subred
- **Subred:** Mecanismos que permiten el paso de información de un host a otro. En la mayor parte de las redes de área extendida, una subred

consiste de dos componentes diferentes las líneas de transmisión y los IMP's.

- **Líneas de transmisión:** también se denominan circuitos o canales. Es el medio físico a través del cual se realiza la transmisión de los datos.
- **I.M.P. (Interface Message Processor):** también llamados nodos, conmutadores de paquetes, ordenadores de comunicaciones, intercambiadores de datos, sistemas intermedios, etc. Son ordenadores especializados que sólo ejecutan programas de comunicaciones. Su misión es habilitar una conexión entre dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación deberá seleccionar una línea de salida para reenviarlos.



Relación entre hosts e IMPs

Figura 1.1 Estructura de una red

En términos generales, puede decirse que hay dos tipos de diseños para la subred de comunicación:

- Canales punto a punto (point to point)
- Canales de difusión o multipunto (broadcast)

En el primero de ellos, la red contiene varios cables o líneas telefónicas alquiladas, conectando cada una de ellas un par de IMP's. Si dos IMP's desean comunicarse y no comparten un cable común, deberán hacerlo indirectamente a través de otro IMP. Cuando un mensaje (que en el contexto de subred normalmente se denomina paquete o packet) se envía de un IMP a otro, a través de uno o más IMP's intermediarios, el paquete se recibe íntegramente en cada uno de estos IMP's intermediarios. Se almacenará ahí y no continuará su camino hasta que la línea de salida necesaria para reenviarlo esté libre. La subred que utiliza este principio se denomina subred punto a punto, de almacenamiento y reenvío o de conmutación de paquetes. Casi todas las redes de área extendida tienen subredes del tipo de almacenamiento y reenvío.

Un aspecto importante de diseño, cuando se utiliza una subred punto a punto, consiste en considerar cómo deberá ser la topología de interconexión de los IMP's. Las redes locales que se diseñaron como tales, tienen por lo general una topología simétrica. A diferencia de éstas, las redes de área extendida tienen típicamente topologías irregulares. Ver Figura 1.2.

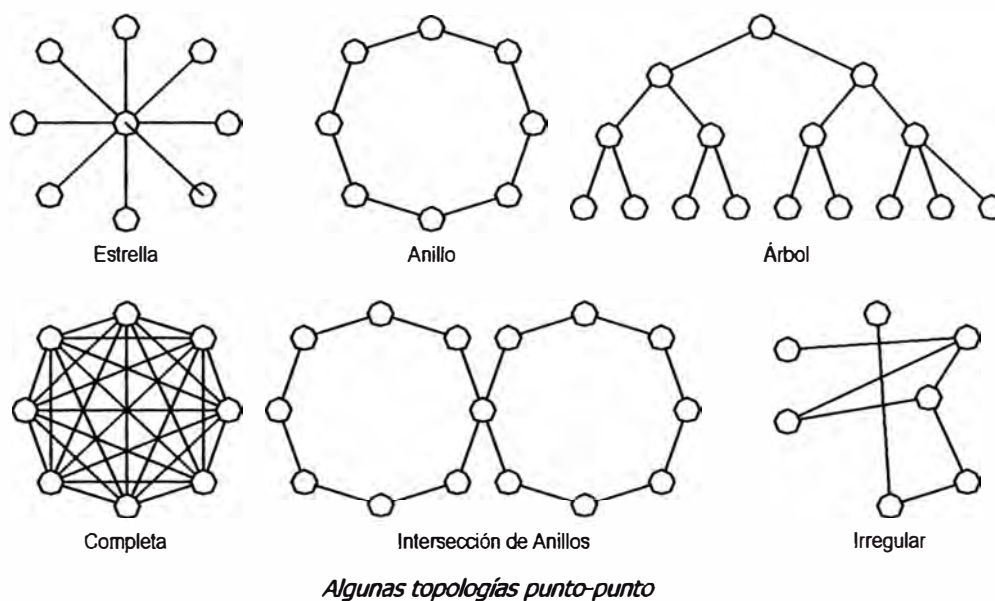
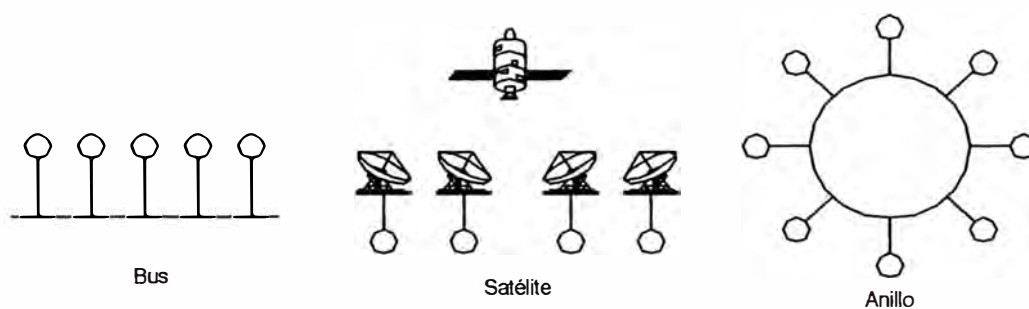


Figura 1.2 Topologías punto-punto

La estructura multipunto se emplea como un segundo tipo de arquitectura de comunicación y la utilizan la mayoría de las redes de área local y un número muy reducido de redes de área extendida. En una red de área local, el IMP se reduce a un solo chip, el cual se incluye en el interior del host, de tal manera que siempre habrá un host para cada IMP, mientras que en una red de área extendida podrá tener varios hosts por IMP. Ver Figura 1.3.



Comunicación de subredes de difusión

Figura 1.3 Subredes de difusión

Los sistemas multipunto (o de difusión) tienen un solo canal de comunicación que, a su vez, es compartido por todas las máquinas que constituyen la red. Los paquetes que una máquina cualquiera envía, son recibidos por todas las demás. El campo de dirección, localizado en el interior de un paquete, especifica a quién va dirigido. En el momento en que se recibe un paquete, se verifica el campo de dirección y, si el paquete está destinado a otra maquina, éste simplemente se ignora. En cualquier instante, una máquina conectada a una subred multipunto, tiene la función de maestra y está capacitada para transmitir. El resto de las máquinas no pueden enviar. Se necesita un mecanismo de arbitraje para resolver los conflictos en el momento en que dos o más máquinas quieren transmitir a la vez. Este mecanismo de arbitraje puede estar centralizado o distribuido.

Resumiendo, podemos dividir las topologías multipunto en:

- Estáticas, cada IMP posee el canal para transmitir durante un tiempo predeterminado (Quantum), que se desperdicia en caso de que el IMP no tenga nada que transmitir.
- Dinámicas, dentro de las cuales existen dos tipos:
 - Centralizadas: Un IMP que desea transmitir lo solicita a un elemento común que arbitra.
 - Descentralizadas: Los IMP's deciden por sí mismos si pueden o no tomar el canal para transmitir.

1.4 Modelo de referencia OSI

Permite comunicar múltiples computadores heterogéneos en un ambiente de aplicaciones distribuidas. Es un modelo de la ISO (International Standard Organization) llamado OSI (Open System Interconnection).

Es un modelo de siete capas, basado en los siguientes principios:

- Una capa se creará cuando se necesite un nivel diferente de abstracción
- Cada capa debe ejecutar una función bien definida
- Cada capa debe permitir definir protocolos normalizados internacionalmente
- Debe optimizarse el flujo de información entre capas
- El número de capas debe ser lo suficientemente grande para que una capa no realice más de una función y lo suficientemente pequeño para que la arquitectura pueda ser manejable

OSI no es una arquitectura de red porque no especifica los servicios, ni los protocolos usados en cada nivel, sólo dice que debe hacer cada nivel.

El modelo OSI define los siguientes conceptos:

a) Servicio

Conjunto de primitivas (operaciones) que un nivel provee al nivel superior. El servicio define que operaciones pueden ejecutar el nivel, pero no dice cómo se implementan.

b) Protocolo

Conjunto de reglas que gobiernan el formato y significado de las unidades de datos del protocolo (PDU), ya sean frames, paquetes, mensajes o datagramas, que son intercambiados por las entidades de una capa. Las entidades utilizan protocolos para implementar la definición de sus servicios.

c) Niveles OSI

□ Nivel Físico

- Transmisión de bits por el canal de comunicaciones
- Especifica el medio físico de transmisión (Coaxial, F.O., Par trenzado, etc.)
- Niveles de voltaje o corriente para representar 1's ó 0's
- Características eléctricas
- Conectores
- Aspectos mecánicos y eléctricos de la interfase de red
- Multiplexación
- Transmisión Análoga vs. Digital
- Transmisión Asíncrona vs. Síncrona

Ejemplo: RS-232, RS-449, X.21, Transceivers, MAUs, V.35, SONET, E1, T1, etc.

□ Nivel de Enlace de Datos

- Controla el acceso al medio físico

- Ensambla y reensambla mensajes provenientes del nivel de red y los envía en tramas o frames a través del medio físico
- Detecta y corrige errores provenientes del medio físico
- Posee mecanismos de control de congestión
- Sincronización de frames
- Puede ser orientado o no a la conexión (connection oriented vs. connection less)
- Protocolos orientados al bit u orientados al carácter
- Algunas arquitecturas de redes dividen este nivel en dos subniveles: LLC (Logical Link Control) y MAC (Medium Access Control)

Ejemplos: HDLC, SDLC, LAPB, 802.2 (LLC), 802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), 802.6 (DQDB), etc.

□ **Nivel de Red**

- Provee el medio para establecer, mantener y liberar conexiones entre sistemas
- Su servicio básico es proveer transferencia de datos transparente entre entidades de transporte
- Control de operaciones de la subred de comunicaciones
- Enrutamiento de paquetes del origen al destino
- Maneja rutas estáticas o dinámicas
- Control de congestión

- Algunas veces se introducen funciones de contabilidad
- Es una capa clave en la integración de redes heterogéneas
- En redes Broadcast este nivel es muy liviano o inclusive no existe
- Control de errores
- Secuencia de paquetes de red a través de la subred
- Provee servicios orientados y no orientados a la conexión

Ejemplos: X.25, TCP/IP, IPX, XNS, etc.

□ **Capa de Transporte**

- Es el primer nivel de comunicación entre usuarios o sistemas, conocido con primer nivel extremo a extremo
- Es el nivel que aísla todas las funciones del sistema final de la tecnología de intercambio de datos a través de la subred
- Aísla el nivel de sesión de los cambios inevitables de la tecnología del Hardware
- Provee flujo de datos TRANSPARENTE entre entidades de sesión
- Maneja la contabilidad a través de la red
- Ejecuta recuperación de errores
- Control de congestión
- No le importa como llegan los datos al otro lado, sino como manejarlos cuando llegan

- Puede crear tantas conexiones en el nivel de red como crea necesario por requerimiento del nivel de sesión o puede multiplexar varios requerimientos del nivel de sesión en solo una conexión de red
- Determina la calidad del servicio
- Se puede manejar orientado a la conexión o no
- Los protocolos de los niveles inferiores son entre máquinas adyacentes, el nivel de transporte es extremo a extremo

Ejemplos: TCP/IP, TP0-TP4, SPX, etc.

□ **Nivel del Sesión**

- Permite la comunicación coordinada de entidades para organizar y sincronizar su diálogo y administrar el intercambio de mensajes.
- Gestiona el control del diálogo (uni o bidireccional)
- Maneja la sincronización en la administración de mensajes, es decir, si aborta un mensaje no lo retransmite completo sino la parte que hace falta.
- Reporte de excepciones
- Es aquí donde se definen las APIs (Application Program Interface)
- Base para el desarrollo de aplicaciones Cliente/Servidor

Ejemplos: RPC, Sockets, Streams, TLI, Named Pipes, Netbios, APPC.

□ **Capa de Presentación**

- Maneja la sintaxis y la semántica de la información que se transmite.
- Codificación de datos (ASCII, ABCDIC)
- Interpretación de formatos de números (complemento uno o complemento dos), Notación Big Indians, Little Indians.
- Compresión de datos
- Encriptación de datos
- Es el nivel clave para el sistema de seguridad del modelo OSI

Ejemplos: ASN.1 (Abstract Syntax Notation), XDR (eXternal Data Representation)

□ **Nivel de Aplicación**

- Es el nivel superior, que provee el medio para que los procesos ó usuarios accedan el ambiente OSI.

Ejemplos: Terminales virtuales, Transferencia de archivos, Correo electrónico, Remote jobs, Servicios de directorio, Sistemas Operativos de Red (NOS), Aplicaciones Cliente / servidor

CAPÍTULO II

PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y PROTOCOLOS WAN

Los protocolos de capa física WAN describen cómo proporcionar conexiones eléctricas, mecánicas, operacionales, y funcionales para los servicios de una red de área amplia. Estos servicios se obtienen en la mayoría de los casos de proveedores de servicio WAN tales como las compañías telefónicas, portadoras alternas. Los protocolos de enlace de datos WAN describen cómo las tramas se llevan entre los sistemas en un único enlace de datos. Incluyen los protocolos diseñados para operar sobre recursos punto a punto dedicados, recursos multipunto basados en recursos dedicados, y los servicios conmutados multiacceso tales como Frame Relay.

Los estándares WAN son definidos y manejados por un número de entidades reconocidas incluyendo las siguientes:

- International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), antes el Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (CCITT).

- International Organization for Standardization (ISO).
- Internet Engineering Task Force (IETF).
- Electronic Industries Association (ETA).

Los estándares WAN describen típicamente tanto los requisitos de la capa física como de la capa de enlace de datos.

2.1 Capa Física: WAN

La capa física WAN describe la interfaz entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo de conexión de los datos (DCE). Típicamente, el DCE es el proveedor de servicio, y el DTE es el dispositivo asociado. En este modelo, los servicios ofrecidos al DTE se hacen disponibles a través de un módem o unidad de servicio del canal / unidad de servicios de datos (CSU / DSU).

Algunos estándares de la capa física que especifican esta interfaz son:

- EIA/TIA-232D: Esta norma fue definida como una interfaz estándar para conectar un DTE a un DCE.
- EIA/TIA-449: Junto a la 422 y 423 formando la norma para transmisión en serie que extienden las distancias y velocidades de transmisión más allá de la norma 232.
- V.35: Según su definición original, serviría para conectar un DTE a un DCE síncrono de banda ancha (analógico) que operara en el intervalo de 48 a 168 kbps.

- X.21: Estándar CCITT para redes de conmutación de circuitos. Conecta un DTE al DCE de una red de datos pública.
- G.703: Recomendaciones del ITU-T, antiguamente CCITT, relativas a los aspectos generales de una interfaz.
- EIA-530: Presenta el mismo conjunto de señales que la EIA-232D.
- High-Speed Serial Interface (HSSI): Estándar de red para las conexiones seriales de alta velocidad (hasta 52 Mbps) sobre conexiones WAN.

2.2 Capa de Enlace de Datos: Protocolos WAN

Las tramas más comunes en la capa de enlace de datos, asociadas con las líneas seriales sincrónicas se enumeran a continuación:

- Synchronous Data Link Control (SDLC). Es un protocolo orientado a dígitos desarrollado por IBM. SDLC define un ambiente WAN multipunto que permite que varias estaciones se conecten a un recurso dedicado. SDLC define una estación primaria y una o más estaciones secundarias. La comunicación siempre es entre la estación primaria y una de sus estaciones secundarias. Las estaciones secundarias no pueden comunicarse entre sí directamente.
- High-Level Data Link Control (HDLC). Es un estándar ISO. HDLC no pudo ser compatible entre diversos vendedores por la forma en que

cada vendedor ha elegido cómo implementarlo. HDLC soporta tanto configuraciones punto a punto como multipunto.

- Link Access Procedure Balanced (LAPB). Utilizado sobre todo con X.25, puede también ser utilizado como transporte simple de enlace de datos. LAPB incluye capacidades para la detección de pérdida de secuencia o extravío de marcos así como también para intercambio, retransmisión, y reconocimiento de marcos.
- Frame Relay. Utiliza los recursos digitales de alta calidad donde sea innecesario verificar los errores LAPB. Al utilizar un marco simplificado sin mecanismos de corrección de errores, Frame Relay puede enviar la información de la capa 2 muy rápidamente, comparado con otros protocolos WAN.
- Point-to-Point Protocol (PPP). Descrito por el RFC 1661, dos estándares desarrollados por el IETF. El PPP contiene un campo de protocolo para identificar el protocolo de la capa de red.
- X.25. Define la conexión entre una terminal y una red de conmutación de paquetes.
- Integrated Services Digital Network (ISDN). Un conjunto de servicios digitales que transmite voz y datos sobre las líneas de teléfono existentes.

2.3 X.25

X.25 es una tecnología de red desarrollada por la CCITT (hoy día ITU-T) en los años 70, para responder a la necesidad imperante en ese momento de contar con un estándar que cubriera las redes de datos públicas de conmutación de paquetes.

X.25 define las capas 1, 2 y 3 del modelo OSI para una red con conmutación de paquetes

La estructura de las redes X.25 divide el problema de comunicar dos usuarios de la red en dos problemas separados:

- Comunicación usuario-red, que cumple las especificaciones X.25. Al usuario se le conoce como ETD (Equipo terminal de datos) y al nodo de la red que recibe al usuario como ETCD (Equipo de terminación de circuito de datos).
- Comunicación entre los nodos de la red, no se encuentra especificado y puede ser cualquier conjunto de protocolos, en forma transparente para el usuario.

De lo anterior se desprende que X.25, al igual que otras redes, sólo especifica la interfaz usuario-red no así el funcionamiento interno de la red.

X.25 se basa en conmutación de paquetes por circuitos virtuales, es decir, antes de comenzar la comunicación entre dos ETDs, el ETD llamante envía un paquete de petición de llamado (CRP) especificando la dirección del ETD

llamado, la red se encarga entonces de hacer llegar este paquete al ETD llamado que lo acepta mediante un paquete de aceptación de llamado (CA). En ese momento la red forma un circuito virtual entre los dos ETDs, y el resto de los paquetes se direccionarán sólo mediante el identificador del circuito virtual. Cuando se termina la comunicación, un ETD envía un paquete de requerimiento de termino hacia el otro ETD, entonces el circuito virtual es liberado. Existe además la posibilidad de contar con PVC (Permanent Vitual Circuit) o Circuitos Virtuales Permanentes que no necesitan la fase de establecimiento y liberación antes mencionada. Este servicio debe ser configurado durante la suscripción.

Los protocolos que intervienen en X.25 son:

- Capa 1: En la capa física se utiliza la norma X.21 y X.21bis, que definen un flujo de datos sincrónicos entre ETD y ETCD
- Capa 2: Especifica el protocolo LAPB (Link Access Protocol Balanced). LAPB es un protocolo de capa 2, basado en HDLC, que permite la comunicación entre 2 nodos adyacentes (ETD y ETCD), además implementa control de flujo y de errores, las direcciones que se emplean son sólo dos, una para el ETD y otra para el ETCD
- Capa 3: En la capa de red se emplea el protocolo denominado X.25PLP (Packet Layer Protocol), este protocolo es el encargado de la transmisión de paquetes de señalización antes mencionados, y de direccionar los ETD mediante direcciones X.121 y posteriormente mediante el identificador de circuito virtual. Es el encargado además

de transportar la información del usuario, e implementa control de flujo y de errores.

- X.25 actualmente es utilizado para la interconexión de redes, empleando ruteadores con puertas X.25.

2.4 Frame Relay

Frame Relay nace como la evolución de X.25, diseñado para ser utilizado con enlaces con muchos errores, debido a eso existía control de flujo y de errores en capa 2 y capa 3. En el caso de Frame Relay, desaparece la capa 3, y en capa 2 sólo se lleva a cabo la función de transporte de la trama, no existe control de flujo ni de errores. Si se detecta que la trama contiene algún error, es automáticamente descartada por la red.

Lo anterior se basa en asumir medios de transmisión muy confiables y libres de errores, y que los protocolos de capas superiores sí realizan control de flujo y de errores.

Al igual que X.25, Frame Relay sólo especifica los protocolos de la interfaz usuario-red.

Las redes Frame Relay funcionan sobre la base de conmutación de tramas (capa 2 y no de paquetes, capa 3) empleando circuitos virtuales de capa 2, que son identificados mediante un DLCI (Data Link Connection Identifier). Actualmente el servicio es ofrecido como PVC, circuitos virtuales

permanentes, a pesar que hoy en día los equipos soportan circuitos virtuales conmutados (SVC).

Cabe destacar que Frame Relay nace ligado a la RDSI, pero su éxito ha sido alcanzado como una red independiente. En sus comienzos, se pensó en el establecimiento / liberación de circuitos virtuales empleando un canal sólo para señalización, estilo RDSI, sin embargo las actuales implementaciones utilizan un DLCI particular para enviar mensajes de señalización si es necesario (DLCI = 0).

En general, Frame Relay sólo establece el protocolo de capa 2 conocido como LAPF, que se deriva de LAPD de la RDSI, pero sin contar con control de flujo y errores. Sólo contiene un identificador del circuito virtual, los datos y un campo de chequeo de error.

En la capa física, Frame Relay funciona sobre cualquier protocolo de transmisión síncrono, como los accesos BRI (1.430) o PRI (1.431) de la RDSI o sobre líneas dedicadas (V.24,V.35, etc.).

Frame Relay es utilizado actualmente para la interconexión de redes.

2.5 ATM

El protocolo ATM, fue desarrollado en conjunto con los estándares SONET (América) y SDH (CCITT/Europa) para redes de banda ancha. El objetivo era alcanzar velocidades de transmisión de Giga bits por segundo, constituyendo una red de transporte que soporte múltiples protocolos de acceso, como X.25 ó Frame Relay, por ejemplo. La idea de ATM es transmitir información en pequeños paquetes, de tamaño fijo, denominados celdas, lo que supone una mayor sencillez a la hora de desarrollar dispositivos hardware que permitan el encaminamiento de las celdas a muy altas velocidades, en principio superiores a los 50 Mbps. El tamaño fijo es bastante adecuado a las necesidades de transmisión de voz e imagen, ya que en este caso se debe conseguir un retardo mínimo y de valor constante. El mecanismo "cell relay" es un sistema de conmutación idóneo para el tráfico multimedia a gran velocidad sobre fibras ópticas. Esta tecnología de "Celda conmutada" facilita a los suministradores de servicios el control de congestión, ya que la red no se encarga más que de la transmisión, realizándose en caso necesario el control por los terminales extremo a extremo. La transmisión "asíncrona" no significa que sea "start-stop", si no que es capaz de procesar tráfico aleatorio ocupando el canal de comunicaciones solamente cuando es requerido. Es una tecnología de conmutación en "cell switching" de alta capacidad y bajo retardo, cuya funcionalidad corresponde al nivel físico, que realiza multiplexado a muy alta velocidad, basado en la cabecera de las celdas, ofreciendo un servicio orientado a la conexión, en el que las conexiones virtuales pueden ser

permanentes o conmutadas. Las redes ATM están orientadas a la conexión: Realiza una llamada, requiriendo enviar una celda mensaje para iniciar la conexión. Toda la sub.-secuencia de celdas siguientes son enviadas por el mismo camino y circuito virtuales. El envío de celdas no está garantizado, pero si enviadas y recibidas en orden.

Los servicios de alta velocidad requieren una nueva estructura de protocolos, distinta a la de los modelos clásicos. Las características físicas dependen del medio empleado y del modo de utilización del mismo. El nivel físico incluye las funciones propias del medio (subnivel PMD-Physical Medium Dependent) asociadas con la transmisión de bits, el método de sincronización y el código de línea empleado. También se incluye dentro del nivel físico las funciones de convergencia de transmisión (subnivel TC), que manejan el proceso de adaptación de velocidad, control de errores (checksum), delimitación de celdas y enmarcado de la transmisión. El nivel ATM, propiamente dicho, es el inmediato superior y es el encargado del multiplexado de celdas, control del camino virtual y de la conexión, procesado de celdas y control de flujo. Por encima se encuentra el AAL (nivel de adaptación ATM), encargado de la transmisión y recepción de información en las celdas, ajustando las características a los diferentes tipos de tráfico. Aquí se pueden distinguir dos sub.-niveles: SAR: Segmentación y reensamblado, y CS: Funciones de convergencia. Ver Cuadro 2.1 en la página siguiente.

Nivel OSI	Nivel ATM	Subnivel ATM	Funciones
3/4	AAL	CS	Nivel de convergencia
		SAR	Segmentación y reensamble
2/3	ATM		Control de flujo
			Generación y extracción del cabecero de las celdas
			Multiplexado de celdas
			Control del camino virtual
			Conexión
2	Físico	TC	Adaptación de velocidad
			Control de errores
			Delimitación de celdas
			Enmarcado de la transmisión
1		PDM	Método de sincronización
			Acceso a la red física
			Código de línea

Cuadro 2.1 Niveles del protocolo ATM

Las capas del modelo ATM no se proyecta dentro de las capas OSI, lo cual provoca ambigüedades. El nivel de enlace OSI trata de las tramas y de los protocolos de transferencia entre dos máquinas a través del mismo medio físico. El nivel más bajo que va desde origen a destino y que involucra el encaminamiento es el nivel de red. El nivel ATM trata del movimiento de las celdas desde fuente a destino, incluyendo el encaminamiento, direccionamiento y protocolos. La confusión viene porque mucha gente considera el nivel ATM como un nivel de enlace, o incluso, hablando de redes de área local, como un nivel físico. Incluso en la comunidad de Internet

se considera como un nivel de enlace. El problema es que el nivel ATM no tiene las características del nivel de enlace, sino las de un nivel de red: circuitos virtuales punto a punto, encaminamiento y direccionamiento. Todo esto puede dar lugar a controversias. El nivel ATM es orientado a la conexión, pero desde el punto de vista del servicio que ofrece y en el modo de operar internamente. El elemento básico del nivel ATM es el circuito virtual o canal virtual, que es una conexión de origen a destino, permitiendo conexiones multicast. Un circuito virtual es unidireccional, pero se pueden crear dos circuitos entre dos máquinas al mismo tiempo, uno en un sentido y otro en el sentido contrario, con lo que tendríamos una transmisión full-duplex simulada. Además, las características del canal como capacidad, velocidad, etc., pueden variar de un canal a otro. ATM fue diseñada para usarse en fibras ópticas, las cuales son más fiables y producen menos errores que otros medios de transmisión, por lo que se dejó el control de errores para niveles superiores. Las redes ATM son frecuentemente usadas para transmisión en tiempo real como pueden ser voz e imagen. Las celdas que se mandan por un mismo circuito virtual nunca llegarán fuera de orden. La subred ATM puede descartar celdas si hay congestión. Aunque falten celdas en los envíos se garantiza la secuencialidad. Donde no se garantiza la secuencialidad es si un host manda información de un tema por varios circuitos virtuales a la vez. Una celda enviada por un circuito virtual puede llegar al destino después que, otras enviadas posteriormente, por otros circuitos.

CAPÍTULO III

MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Se basan en la propagación de ondas electromagnéticas, sufren atenuación, están sujetos a interferencias y ruido y son limitados en ancho de banda. La velocidad de transmisión en bit/s es proporcional al ancho de banda disponible y este factor de proporcionalidad depende de la eficiencia del método de modulación empleado. En la Figura 3.1 se esquematiza los elementos que intervienen en todo sistema de comunicaciones.

Elementos de un sistema de comunicaciones



Figura 3.1 Sistema de comunicaciones

Podemos distinguir dos tipos de medios: guiados y no guiados.

- Guiados
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Fibra óptica
- No guiados
 - Radiofrecuencias
 - Microondas
 - Rayos infrarrojos

La naturaleza del medio junto con la de la señal que se transmite a través de él constituyen los factores determinantes de las características y la calidad de la transmisión. En el caso de medios guiados es el propio medio el que determina principalmente las limitaciones de la transmisión: velocidad de transmisión de los datos, ancho de banda que puede soportar y espaciado entre repetidores. Sin embargo, al utilizar medios no guiados resulta más determinante en la transmisión el espectro de frecuencia de la señal producida por la antena que el propio medio de transmisión.

3.1 Medios guiados

La Figura 3.2 muestra la constitución física de los medios guiados que se describirán a continuación.

Los medios guiados

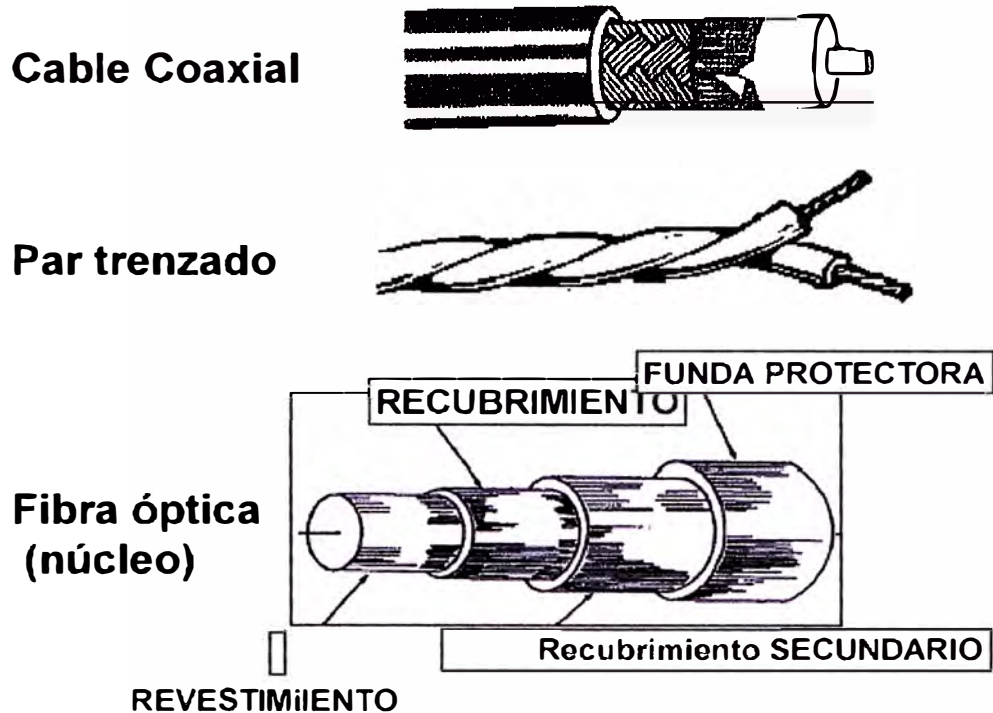


Figura 3.2 Medios guiados

3.1.1 Pares trenzados

Este consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1mm de espesor. Los alambres se entrelazan en forma helicoidal, para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor, (Dos cables paralelos constituyen una antena simple, en tanto que un par trenzado no.)

La aplicación más común del par trenzado es el sistema telefónico, casi todos los teléfonos están conectados a la oficina de la compañía telefónica a través de un par trenzado. La distancia que se puede recorrer con estos

cables es de varios kilómetros, sin necesidad de amplificar las señales, pero si es necesario incluir repetidores en distancias más largas. Cuando hay muchos pares trenzados colocados paralelamente que recorren distancias considerables, como podría ser el caso de los cables de un edificio de departamentos que se dirigen a la oficina de teléfonos, éstos se agrupan y se cubren con una malla protectora. Los pares dentro de estos agrupamientos podrían sufrir interferencias mutuas si no estuviera trenzados. En algunos lugares del mundo en donde las líneas telefónicas se instalan en la parte alta de los postes, se observan frecuentemente dichos agrupamientos, como cables con diámetros de varios centímetros.

Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios Mb/s, en distancias de pocos kilómetros. Debido a su adecuado comportamiento y bajo costo, los pares trenzados se utilizan ampliamente y es probable que se presencia permanezca por muchos años.

El principal factor limitador de la línea de par trenzado es causado por un fenómeno conocido como efecto piel. Al aumentar la velocidad de transmisión y por tanto la frecuencia de la señal transmitida, la corriente tiende a fluir únicamente por la superficie del cable. Esto tiene el efecto de aumentar la resistencia de los hilos para las señales de alta frecuencia, lo que provoca una mayor atenuación de las señales transmitidas. A altas frecuencias una cantidad creciente de la potencia de la señal se pierde debido a los efectos de la radiación. Por eso, tradicionalmente para aquellas

aplicaciones que requieren una velocidad superior a 1Mbps solían emplearse otros medios de transmisión. Una línea de transmisión que minimiza ambos efectos es el cable coaxial.

3.1.2 Cable coaxial

El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector.

La construcción del cable coaxial produce una buena combinación de un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores hasta los 150 Mb/s. Se pueden utilizar cables con mayor longitud, pero se obtienen velocidades muy bajas.

La atenuación es proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia e inversamente proporcional a la longitud del cable, el cociente entre los diámetros de los conductores determina la impedancia característica del cable.

Atenuación del Cable Coaxial

$$at = k \frac{\sqrt{f}}{\log(D/d)} (1/D + 1/d)$$

k = constante que depende del dieléctrico utilizado como aislante

f = frecuencia en Hz

D = diámetro interior del tubo

d = diámetro del conductor central

El cable ya no es recomendado su uso en redes de área local, siendo sustituido por el par trenzado no apantallado a distancias cortas y la fibra óptica para distancias mayores ó ancho de banda elevados. Se sigue utilizando para la conexión entre antenas y radios.

3.1.3 Fibra óptica

La fibra óptica tiene la menor atenuación y el mayor ancho de banda entre los sistemas de transmisión, es inmune a las interferencias electromagnéticas y al acceso no autorizado, aunque es más costosa se recomienda en instalaciones de altas prestaciones.

Una fibra óptica es un cilindro de pequeña sección (diámetro del orden de 2 a 125 μm), de un medio flexible –cristal, plástico- capaz de conducir un rayo óptico. Las mejores son las de silicio puro, y que tienen menos pérdidas, aunque su precio es más elevado.

Un cable de fibra óptica consta de tres secciones concéntricas. La más interna, el núcleo, consiste en una o más hebras o fibras hechas de cristal o plástico. Cada una de ellas lleva un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La capa más exterior, que recubre una o más fibras, debe ser de un material opaco y resistente. En la Figura 3.3 se muestra su estructura.

Estructura de la Fibra Óptica

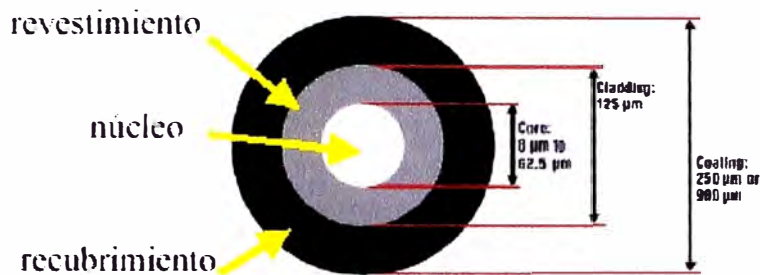


Figura 3.3 Estructura de la Fibra Óptica

Un sistema de transmisión por fibra óptica está formado por una fuente luminosa muy monocromática (generalmente un láser), la fibra encargada de transmitir la señal luminosa y un fotodiodo que reconstruye la señal eléctrica. La luz se propaga en zig - zag debido a los fenómenos de reflexión total que tienen lugar en el interior de la fibra. Por este motivo las pérdidas son muy escasas. Además, las fibras son inmunes a las interferencias electromagnéticas y a su vez no interfieren en otros sistemas. Por lo tanto, resultan extremadamente útiles para la transmisión de señales en medios

muy ruidosos. Entre otras de sus ventajas podemos citar su elevado ancho de banda (permite alcanzar velocidades del orden de Gbps sobre decenas de Kms) y sus reducidos peso y tamaño.

Los sistemas de fibra óptica suelen resultar más caros que los de cable coaxial y mecánicamente más delicados, por lo que presentan más dificultades en su instalación. Se utilizan en telecomunicaciones a larga distancia, aplicaciones militares, redes locales, distribución de señales de audio / vídeo.

En la Tabla 3.1 se muestran comparativamente las características más típicas de los tres medios guiados vistos.

Medio	V. de transmisión	Ancho de banda	Distancia entre repetidores
Par trenzado	4 Mbps	250 KHz	2 – 10 km
Cable coaxial	550 Mbps	350 Mhz	10 –100 km
Fibra óptica	2 Gbps	2 Ghz	

Tabla 3.1 Características típicas de los medios guiados

3.2 Medios no guiados

En muchas ocasiones resulta problemática la instalación de un tendido de cables. Los enlaces vía radio emplean la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio y por lo tanto no precisan de ningún tipo de cableado entre emisor y receptor. Dentro de los enlaces vía radio existen

diferentes tipos según la banda empleada, exhibiendo diferentes propiedades.

Los tipos más usados son:

- Radios enlace de onda corta
- Radio enlaces de VHF y UHF
- Microondas

3.2.1 Radio enlaces de onda corta

La OC es una banda de radio, comprendida entre 2 y 15 Mhz aproximadamente, (aparece con las siglas SW en los receptores de radio). Poseen un alcance de miles de kilómetros, ya que se reflejan en la ionosfera y además son omnidireccionales, aunque sólo permite reducidas velocidades de transmisión, menores de 1200 bps. Aunque antaño fueron el medio más común, su uso actualmente se encuentra restringido a circunstancias especiales, debido a su limitada capacidad. Se emplea, por ejemplo, para la difusión de noticias de las agencias de teletipos de todo el mundo.

3.2.2 Radio enlaces de VHF y UHF

Estas bandas cubren aproximadamente desde 55 a 550 Mhz. Son también omnidireccionales, pero a diferencia de las anteriores la ionosfera es transparente a ellas. Su alcance máximo es de un centenar de kilómetros, y

las velocidades que permite del orden de los 9600 bps. Su aplicación suele estar relacionada con los radioaficionados y con equipos de comunicación militares, también la televisión y los aviones.

3.2.3 Microondas

Además de su aplicación en hornos, las microondas nos permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Dada sus frecuencias, del orden de 1 a 10 Ghz, las microondas son muy direccionales y sólo se pueden emplear en situaciones en que existe una línea visual que une emisor y receptor. Los enlaces de microondas permiten grandes velocidades de transmisión, del orden de 10 Mbps.

Como hemos visto, existen diferentes tipos de enlaces vía radio, y cada uno nos permite cubrir un rango de distancias a diferentes velocidades de transmisión. No se olvide que en el caso de los enlaces de microondas las distancias, en tierra, de un enlace suelen ser de unos 30 a 50 Km. máximo. Sin embargo, en el caso de la comunicación con un satélite, si bien las distancias pueden ser de hasta 36.000 Km., sólo durante una pequeña parte del recorrido la señal se atenúa por el efecto de la atmósfera y el resto del trayecto es prácticamente en el vacío, que no atenúa la señal.

Los medios de transmisión principalmente usados en las redes WAN son los cables coaxiales, las microondas y la fibra óptica.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN EN EL PERU

Revisaremos la evolución de las redes WAN en el Perú desde la perspectiva de la empresa pública y de la empresa privada.

El año 1969 se creó la Empresa Nacional de Telecomunicaciones – ENTEL PERÚ S.A. que tenía la concesión de la prestación de los servicios de telecomunicaciones en todo el territorio nacional, a excepción del servicio de telefonía en Lima, que era ofrecido por la Compañía Peruana de Teléfonos - CPTSA. Bajo la administración de ENTEL PERU S.A. nacieron dos grandes redes de datos: La Red Pública de Conmutación de paquetes – X.25 llamada PERUNET el año 1985, y posteriormente el año 1991 la Red Empresarial Digital conocida hoy en día como DIGIRED / INTERLAN, que combina las técnicas de conmutación de circuitos (DIGIRED) y la conmutación de paquetes (INTERLAN).

La ex – Compañía Peruana de Teléfonos S.A. (CPTSA) que tenía la concesión de los servicios de telefonía en Lima Metropolitana, incursionó el año 1992 también en datos, con su red de datos por conmutación de circuitos llamada MIDAS, y otra por conmutación de paquetes conocida como MEGAPAC; ambas sólo operaron en la ciudad de Lima.

Cuando se privatizaron ambas empresas en 1994 y son adquiridas por Telefónica de España en 2,002 millones de dólares, nace una nueva empresa privada llamada Telefónica del Perú S.A. (TdP). La nueva administración empieza todo un proceso de optimización de procesos y recursos, con el objetivo de hacerla más dinámica, manejable y pueda iniciarse un ambicioso proceso de expansión de los servicios de telecomunicaciones en el país, proceso al cual estaba obligada según el contrato firmado con el estado peruano.

Justamente este proceso de optimización lleva a TdP a tomar la decisión de sacar de operación a las redes de datos de la ex – CPTSA; uniendo los servicios de conmutación de paquetes X.25 que ofrecían PERUNET y MEGAPAC, bajo el nombre de MEGANET. Por el lado de los servicios que ofrecían la Red Empresarial Digital de ENTEL PERÚ y MIDAS por CPTSA, se unieron como DIGIRED para la conmutación de circuitos e INTERLAN para la conmutación de paquetes Frame Relay.

Desde el año 1994 bajo la administración privada a cargo de TELEFÓNICA DEL PERÚ, se dio impulso a las redes anteriores; modernizando la red X.25 cambiando los nodos conmutadores por equipos más veloces y modernos (los equipos actuales datan de 6 años atrás). En cuanto a la red DIGIRED / INTERLAN se mantienen los mismos equipos, pero se expandió tremendamente llegando a la actualidad a contar con más 20,000 puertas de acceso, distribuidas en más de 600 nodos a nivel nacional. Esta red satisface las necesidades de comunicaciones de los sectores financieros, educativos, tanto públicos como privados; además, esta red dada su gran

cobertura se ha convertido también en una red de acceso a las nuevas redes de TELEFÓNICA y de otros proveedores de servicios de telecomunicaciones como ATT, BELL SOUT, NEXTEL, WORLDCOM, y otros. En la Figura 4.1 se muestra la interrelación de DIGIRED / INTERLAN con las otras redes de TELEFÓNICA.

Con TELEFÓNICA se vienen implantando redes orientadas a dar servicios de acceso a INTERNET: empezando el año 1995 con UNIREN orientada a las empresas y basada en accesos por líneas dedicadas, luego vino INFOVIA en 1996 para proveer contenido local y acceso a INTERNET vía los CPI's (Centros Proveedores de Información), INFOVIA usa accesos conmutados. El año 2000 nació la Red IP de cobertura nacional con acceso tanto por línea conmutada como dedicada, provee de servicios de INTERNET y de contenido local; justamente TdP está en un proceso de migración de los servicios de INFOVIA a esta nueva red IP, como parte del objetivo de TdP de mejorar y expandir los servicios, así como de optimizar el uso de sus infraestructuras de red.

Lo último que viene impulsando TELEFÓNICA en el Perú es la masificación de INTERNET en el país, y para esto ha implementado desde Agosto del año 2001, un nuevo servicio de acceso a INTERNET, conocido comercialmente como SPEEDY, que utiliza la tecnología ADSL aprovechando así una de sus fortalezas actuales, que es la de contar con una enorme planta de cobre distribuida a nivel nacional. Este es un servicio orientado tanto al sector empresarial, las grandes empresas, las pequeñas y medianas empresas (PYMES); así como al sector residencial.

Las modalidades (velocidades) actuales del servicio Speedy son las siguientes:

- Premium (2.048 Mbps / 320 Kbps)
- Class (512 Kbps / 128 Kbps)
- Estandar (256 Kbps / 128 Kbps)
- Básico (128 Kbps / 64 Kbps)

Cuando se habla del servicio Speedy se asigna dinámicamente IP públicas y se garantiza una tasa mínima en el acceso local del 10% de las velocidades indicadas líneas arriba. En la Tabla 4.1 se resumen las tarifas vigentes del servicio Speedy.

Existen dos variantes del servicio Speedy, que principalmente están orientadas al segmento empresarial, y que se conocen como Speedy Plus y Speedy WAN.

El Speedy Plus se diferencia del Speedy convencional (tasa mínima garantizada de 10%) en que se asigna IP's públicas fijas (para manejo de servidores) y tasas mínimas garantizadas de 30% y 70%. En la Tabla 4.2 se resumen las tarifas asociadas a este servicio.

El Speedy WAN permite crear Redes Privadas Virtuales (VPN) a un costo bastante competitivo comparado con otros servicios similares, aquí se ofrecen tasas mínimas garantizadas de 10%, 30% y 70%. En la Tabla 4.3 se resumen sus modalidades y tarifas vigentes.

Telefónica del Perú S.A.A.			
Servicio de Transmisión de Datos con acceso a Internet vía ADSL			
"Servicio Speedy"			
1 SERVICIO Speedy	PAGO POR ÚNICA VEZ		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
1.1 Conexión, programación y configuración del servicio.	50.84	9.15	59.99
1.2 Utilización y mantenimiento del servicio, por modalidad (velocidad)	SUSCRIPCIÓN MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
- Básico (128Kbps/64Kbps)	37.29	6.71	44
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	55.93	10.07	66
- Class (512Kbps/128Kbps)	83.9	15.1	99
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	250	45	295
1.3 Servicios de valor añadido	SUSCRIPCIÓN ANUAL		
1.3.1 Correo Electrónico (e-mail) ⁽¹⁾	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
a. Con dominio asignada por TdP(**)			
Paquete de 02 cuentas	38.14	6.86	45
Paquete de 04 cuentas	59.32	10.68	70
Paquete de 08 cuentas	101.69	18.31	120
Paquete de 12 cuentas	144.07	25.93	170
b. Con dominio propio			
Paquete de 02 cuentas	55.08	9.92	65
Paquete de 04 cuentas	76.27	13.73	90
Paquete de 08 cuentas	118.64	21.36	140
Paquete de 12 cuentas	161.02	28.98	190
1.4 Equipos	PAGO POR ÚNICA VEZ		
a. Venta	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
Módem ADSL, Interface USB	151.4	27.25	178.65
Módem ADSL, Interface Ethernet	151.4	27.25	178.65
Router ADSL, 4 Interfaces Ethernet	190.52	34.29	224.81
Splitter	12.6	2.27	14.87
Microfiltro	3	0.54	3.54
b. Alquiler	SUSCRIPCIÓN MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
Módem ADSL, Interface USB	9.8	1.76	11.56
Módem ADSL, Interface Ethernet	9.8	1.76	11.56
Router ADSL, 4 Interfaces Ethernet	12.42	2.24	14.66

Tabla 4.1: Tarifas del servicio Speedy

Telefónica del Perú S.A.A.			
Precios Servicio de Transmisión de Datos con acceso a Internet vía xDSL			
"Servicio SpeedyPlus"			
1 SERVICIO Speedy Plus	PAGO POR ÚNICA VEZ		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
1.1 Conexión, programación y configuración del servicio.			
- Sobre una línea del servicio de telefonía fija.	89	16.02	105.02
- Sobre un par telefónico dedicado.	600	108	708
- Otros medios de transmisión			
	Estudio especial		
	SUSCRIPCIÓN MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
1.2 Utilización y mantenimiento del servicio, por modalidad (velocidad) y Tasa mínima sostenida:			
1.2.1 Tasa mínima del 30% (*)			
Con acceso ADSL			
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	204	36.72	240.72
- Class (512Kbps/128Kbps)	333	59.94	392.94
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	702	126.36	828.36
1.2 Utilización y mantenimiento del servicio, por modalidad (velocidad) y Tasa mínima sostenida:			
1.2.2 Tasa mínima del 70% (**)			
Con acceso ADSL			
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	414	74.52	488.52
- Class (512Kbps/128Kbps)	632	113.76	745.76
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	1,266.00	227.88	1,493.88
Con acceso Simétrico			
- 512Kbps.	1,342.00	241.56	1,583.56
- 1024Kbps.	1,953.00	351.54	2,304.54
- 2048Kbps.	3,363.00	605.34	3,968.34
E3 : 4Mbps	11,280.00	2,030.40	13,310.40
Por 1 Mbps adicional	1,590.00	286.2	1,876.20
STM-1 : 10Mbps	22,650.00	4,077.00	26,727.00
Por 1 Mbps adicional	1,370.00	246.6	1,616.60
1.3 Pool de direcciones IP ⁽⁰⁾			
- 8 direcciones IP (/29)	20	3.6	23.6
- 16 direcciones IP (/28)	42	7.56	49.56
- 32 direcciones IP (/27)	88	15.84	103.84

Tabla 4.2: Tarifas del Servicio Speedy Plus

Telefónica del Perú S.A.A.			
Precios Servicio de Gestión y Operación de la Red Privada del Cliente "SpeedyWAN"			
	PAGO POR ÚNICA VEZ		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
SERVICIO SpeedyWAN			
1 Conexión, programación y configuración del servicio.			
- Sobre una línea del servicio de telefonía fija.	89.00	16.02	105.02
- Sobre un par telefónico dedicado.	600.00	108.00	708.00
- Otros medios de transmisión			
	Estudio especial		
	SUSCRIPCIÓN MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
2 Servicio de Operatividad y Gestión de la Red Privada del Cliente, sobre la base de la velocidad y tasa mínima sostenida:			
2.1 Cobertura Local			
2.1.1 Tasa mínima del 10% (Teletrabajo)			
Con acceso ADSL			
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	77.00	13.86	90.86
- Class (512Kbps/128Kbps)	126.00	22.68	148.68
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	274.00	49.32	323.32
Con acceso Simétrico			
2.1.2 Tasa mínima del 30% (PyMes)			
Con acceso ADSL			
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	125.00	22.50	147.50
- Class (512Kbps/128Kbps)	205.00	36.90	241.90
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	433.00	77.94	510.94
Con acceso Simétrico			
2.1.3 Tasa mínima del 70% (Empresarial)			
Con acceso ADSL			
- Estándar (256Kbps/128Kbps)	213.00	38.34	251.34
- Class (512Kbps/128Kbps)	352.00	63.36	415.36
- Premium (2048Kbps/300Kbps)	748.00	134.64	882.64
Con acceso Simétrico			
E3: 4Mbps	4,376.00	787.68	5,163.68
Por 1 Mbps adicional	344.00	61.92	405.92
STM-1: 10Mbps	8,925.00	1,606.50	10,531.50
Por 1 Mbps adicional	230.00	41.40	271.40

Tabla 4.3: Tarifas del Servicio Speedy WAN

A fines del 2002 y en menos de dos años de haberse lanzado el servicio Speedy, se cuenta con una capacidad instalada de 30,000 puertas distribuidas en más de 40 ciudades del país, y 20,000 accesos en servicio; se tiene proyectado terminar el próximo año 2003 con 70,000 accesos en servicio y cubriendo todos los departamentos, provincias e inclusive los principales distritos del Perú.

4.1 APLICACIÓN: RED DE TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS DE TELEFÓNICA

Desde 1994 TELEFÓNICA DEL PERÚ S.A. viene liderando el sector de telecomunicaciones en el país, expandiendo sus redes y servicios, modernizando sus infraestructuras de red, contribuyendo a la integración de los pueblos y facilitando nuestra presencia en un mundo globalizado y competitivo como el que estamos viviendo.

TELEFÓNICA cuenta con varias redes de cobertura amplia orientadas a satisfacer diferentes servicios:

- Red Telefónica Conmutada
- Red Télex
- Red de conmutación de paquetes X.25 (MEGANET)
- Red de transmisión de voz y datos (DIGIRED / INTERLAN)
- Red IP
- Red ADSL (Speedy)
- Red IP-VPN

Dado que cada una de estas redes involucra diferentes tecnologías, alcances, protocolos, normas y complejidades propias; el presente informe se centra en la red de transmisión de voz y datos (DIGIRED / INTERLAN), por ser esta una de las redes de mayor cobertura, es multi-servicios (voz, datos, video), soporta diferentes tecnologías de conmutación (circuitos, paquetes, celdas), maneja “internetworking” y se interconecta con varias de las otras redes; por lo tanto todo esto hace interesante su estudio, ver la Figura 4.1.

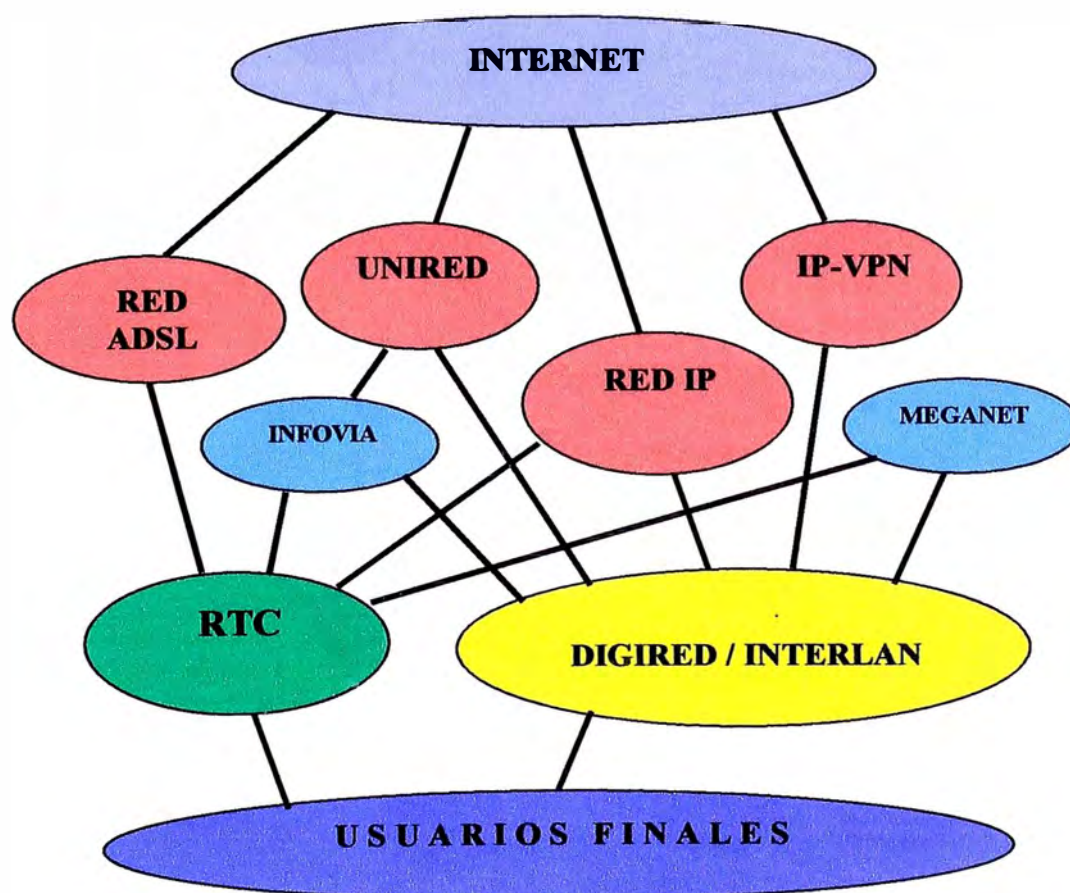


Figura 4.1 : Principales redes de Telefónica del Perú

4.1.1 Topología

La red de voz y datos de Telefónica del Perú tiene una topología mixta malla – estrella; la estructura tipo malla esta formada por equipos 3645 conectados con enlaces ópticos de velocidades E3 (34 Mb/s), y equipos 3600 de menor jerarquía se conectan a estos equipos 3645, por medio de enlaces E1 (2.048 Mb/s) siguiendo una topología en estrella. Ver Figura 4.2.

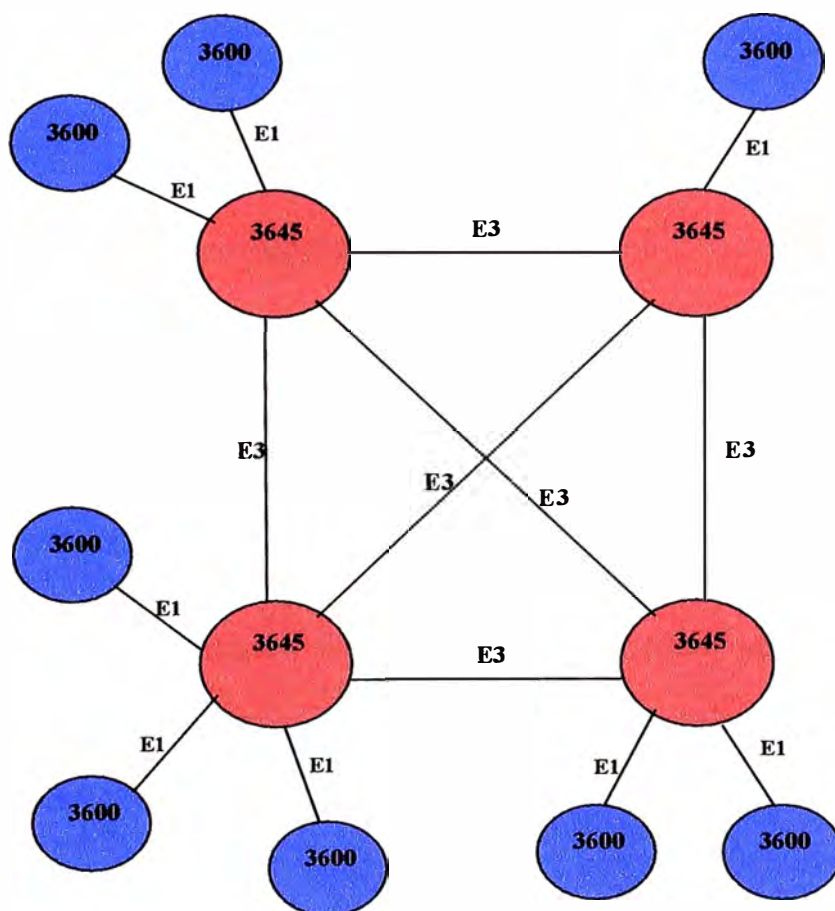


Figura 4.2 : Topología de la Red

La Red DIGIRED es un conjunto de multiplexores TDM enlazados principalmente por fibra óptica, la capacidad máxima de los enlaces es de nivel E3; tiene una topología mixta: tipo malla entre los principales nodos de Lima (Washington, San Isidro, Miraflores, Monterrico, El Cercado, San José, Callao, Los Olivos, Magdalena, Higuiereta, San Borja), y las ciudades de Trujillo y Arequipa; los nodos más pequeños se conectan a estos nodos principales en estrella, formándose así una red con topología malla – estrella.

4.1.2 Cobertura

Es una red WAN de cobertura nacional, desde Tumbes por el norte, hasta Tacna por el sur, las principales ciudades del centro como Huancayo, La Oroya, Huancavelica y por el oriente Pucallpa, Iquitos, Tarapoto, etc.

Su presencia en casi todas las capitales de departamento y las principales provincias del país, ha facilitado la integración de las empresas públicas y privadas, pues mediante enlaces dedicados estas han integrado sus redes y por ende han optimizado sus procesos financieros, administrativos, y productivos. Hoy en día, los principales bancos cuentan con cajeros automáticos en las principales ciudades y de seguro están interconectados con sus hosts principales ubicados en Lima, a través de la red de datos de TdP; esta red sin duda viene contribuyendo al desarrollo del país.

4.1.3 Servicios

Esta red ofrece servicios de voz, datos y video; mediante enlaces dedicados punto a punto y punto multipunto y esta orientada a satisfacer las necesidades de comunicaciones del sector empresarial tanto público como privado.

Entre los servicios de voz que se brindan tenemos:

- Anexos extendidos (LGE – LGS)
- Líneas “calientes” (LGS – LGS) no se requiere marcar ningún número
- Interconexión de centrales telefónicas (E&M)

En lo que respecta a datos ofrece:

- Circuitos dedicados punto a punto desde bajas velocidades como 1200 b/s (que casi nadie ya los solicita) hasta 2.048 Mb/s.
- Circuitos dedicados punto – multipunto a bajas velocidades hasta 64 Kb/s.

Entre los principales clientes que utilizan esta red, tenemos: la mayoría de los bancos; las principales empresas productivas, mineras, petroleras, y de servicios; el sector educativo de nivel universitario y de formación gerencial; así, como un gran número de organismos e instituciones públicas. Se provee de servicios de comunicaciones, a más de 1,000 clientes a través de más de 8,000 circuitos que cruzan esta red.

4.2 Descripción del sistema

Dado lo extenso que puede resultar la descripción de los diferentes elementos que constituyen la red de transmisión de datos de TdP, se hará una breve explicación de los elementos críticos que intervienen en su constitución y funcionamiento.

Entre estos se considerarán:

- Los equipos que la conforman
 - Tarjetas
 - Configuraciones
 - Facilidades
- Sincronización
- Gestor
- Comunicación del Gestor con la Red

4.2.1 Equipos que la conforman

Esta Red esta formada por equipos de la familia MainStreet de Newbridge (ahora ALCATEL) de fabricación canadiense, conocidos como manejadores de ancho de banda y jerárquicamente esta constituida por 02 tipos de equipos el 3600 MainStreet Bandwidth Manager y el 3645 MainStreet Bandwidth Manager; que son sistemas que combinan las funciones de un channel bank, un cross-connect switch y un multiplexor que integra voz y

datos. Ambos manejadores de ancho de banda soportan conmutación de circuitos y de paquetes.

a) 3600 MainStreet Bandwidth

Es un multiplexor que integra voz y datos, que puede operar a velocidades de enlace de agregado E1 (2,048 Mb/s CEPT) y T1 (1,544 Mb/s).

Soporta voz por conmutación de circuitos, y datos por conmutación de circuitos y conmutación de paquetes (Frame Relay). Tiene una matriz de conmutación no bloqueable (Digital Cross-connect Switch – DCS) a nivel de DS-0 hasta 32 T1/E1 enlaces de red, lo que hace una capacidad de conmutación de 64 Mb/s.

El 3600 se puede instalar para operar como un equipo simple, ó dual con ó sin control redundante. En la Figura 4.3 se muestra el equipo 3600 en configuración simple.



Figura 4.3: Equipo simple 3600

Esta provisto de un extenso rango de interfases y de recursos de aplicación diseñados para reunir y satisfacer los requerimientos de las redes públicas y privadas, las que se resumen en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Características del 3600

Tipo	Características
Interfases 2B+D	2B1Q Line Card para conexiones de las 27xx DTUs DNIC Line Card para conexiones de las 26xx DTUs
System Features	Capacidad de conmutación de 64 Mb/s Sincronización de Red Automática (ANS) Reserved Alternate Path with Immediate Diversion (RAP+ID) Diagnósticos
Interfases de agregado	1,544 Mb/s T1 2,048 Mb/s E1 n*56 Kb/s y n*64 Kb/s V.35 PRI n*56 Kb/s y n*64 Kb/s X.21 PRI
Interfases de Datos	RS-232 (V.24) X.21 (V.11) V.35 RS-422 (RS-449, RS-530, V.36)
Interfases de Voz	E&M LGS-FXS LGE-FXO
Modulos/Tarjetas de Aplicación	ADPCM Control Packet Switching System (CPSS) routing FAST Frame Relay Switching Multi-Drop Data Bridging (MDDB) Cancelación de eco High Capacity Voice (HCV) Compression G3 FAX sobre compresión de voz a 16 y 8 Kb/s Aplicaciones a velocidades menores a 64 Kb/s (Sub-rate Multiplexing -SRM) Sub-Rate Switching (SRS) I.460 (n*8 Kb/s transparent multiplexing) High Capacity Multiplexing (HCM) Super-rate multiplexing (n*64 Kb/s)

b) 3645 MainStreet Bandwidth

Es un multiplexor que integra voz y datos, que puede operar a velocidades de enlace de agregado E1 (2,048 Mb/s CEPT), T1 (1,544 Mb/s), E3 (34,368 Mb/s), y DS-3 (44,736 Mb/s).

Soporta voz por conmutación de circuitos, datos por conmutación de circuitos y de paquetes (Frame Relay). Cuenta con una matriz de conmutación de 512 Mb/s no bloqueable (Digital Cross-connect Switch – DCS) a nivel de DS-0 hasta 256 enlaces T1/E1, 8 enlaces DS-3, ó 16 enlaces E3.

El 3645 esta constituido por 01 conmutador y hasta 08 equipos periféricos: que pueden ser Peripheral Shelf ó High Speed Peripheral Shelf (HSPS). El conmutador es el hub del sistema y provee DCS, control total del sistema, y control centralizado de alarmas. Los Peripheral Shelves proveen de enlaces primarios DS-1, interfases de voz y datos, y funcionalidades de aplicación especiales. Los High Speed Peripheral Shelves proveen de interfases DS-3 y E3.

Las características del 3645 se resumen en la Tabla 4.5. Se puede observar que incluye todas las características del modelo 3600, diferenciándose con este en que es un sistema multi-shelf, formado por un conmutador y 08 periféricos, el conmutador tiene una capacidad de conmutación de $8 * 64 = 512$ Mb/s, y su capacidad de enlaces de agregado llega a nivel E3.

Tabla 4.5: Características del 3645

Tipo	Características
Interfases 2B+D	2B1Q Line Card para conexiones de las 27xx DTUs DNIC Line Card para conexiones de las 26xx DTUs
System Features	Capacidad de conmutación de 512 Mb/s Sincronización de Red Automática (ANS) Reserved Alternate Path with Immediate Diversion (RAP+ID) Diagnósticos
Interfases de agregado	44,736 Mb/s DS-3 34,368 Mb/s E3 1,544 Mb/s T1 2,048 Mb/s E1 n*56 Kb/s y n*64 Kb/s V.35 PRI n*56 Kb/s y n*64 Kb/s X.21 PRI
Interfases de Datos	RS-232 (V.24) X.21 (V.11) V.35 RS-422 (RS-449, RS-530, V.36)
Interfases de Voz	E&M LGS-FXS LGE-FXO
Modulos/Tarjetas de Aplicación	ADPCM Control Packet Switching System (CPSS) routing FAST Frame Relay Switching Multi-Drop Data Bridging (MDDB) Cancelación de eco High Capacity Voice (HCV) Compression G3 FAX sobre compresión de voz a 16 y 8 Kb/s Aplicaciones a velocidades menores a 64 Kb/s (Sub-rate Multiplexing -SRM) Sub-Rate Switching (SRS) I.460 (n*8 Kb/s transparent multiplexing) High Capacity Multiplexing (HCM) Super-rate multiplexing (n*64 Kb/s)

4.2.2 Tarjetas

Las tarjetas del sistema 3645 se clasifican en 02 grupos:

- Tarjetas del sistema:

Para las funciones de control, conmutación, diagnóstico, y mantenimiento.

- Tarjetas de interfase y aplicación:
Proveen las interfases con enlaces primarios, circuitos de voz y data; así como capacidades adicionales.

a) Tarjetas de sistema

La Tabla 4.6 lista las tarjetas de sistema usadas en el 3645.

Tabla 4.6: Tarjetas de sistema usadas en el 3645

Tipo Shelf	Tarjeta
Conmutador	Tarjeta de Control Tarjeta de clock Tarjeta Conmutadora
Periférico	Tarjeta de Control Tarjeta de Interfase con el conmutador Balanced Transceiver Card Tarjeta de Facilidades Generales (GFC)
Periférico de alta velocidad	n/a

El conmutador debe tener al menos una tarjeta de control y una tarjeta de clock. Una tarjeta conmutadora es requerida por cada periférico ó tarjeta DS3 / DE3 conectada al conmutador.

La tarjeta de control del conmutador permite las siguientes funciones:

- Conmutación a nivel de DS-0 usando una matriz de no bloqueo con una capacidad de 512 Mb/s.
- Almacenamiento central de alarmas para todos los periféricos conectados al conmutador.

- Almacenamiento en memorias no volátiles de la base de datos de todas las cross-conexiones.
- Generación, terminación y enrutamiento de mensajes del protocolo de gestión CPSS (Control Packet Switching System).

Cada periférico debe tener al menos una tarjeta de control y una tarjeta de interfase con el conmutador.

Las tarjetas Balanced Transceiver son usadas para interconectar equipos en una configuración dual. Las tarjetas GFC son opcionales para proveer de facilidades de diagnostico al sistema.

La tarjeta de control del periférico permite las siguientes funciones:

- Mantenimiento de las aplicaciones Digital Signal Processor (DSP), tales como sub-rate multiplexing y compresión de voz.
- Almacenamiento en una memoria no volátil de la base de datos que describe la configuración del periférico.
- Integra las actividades de mantenimiento, diagnostico y aislamiento de fallas.
- Generación, terminación y enrutamiento de mensajes del protocolo de gestión CPSS (Control Packet Switching System).

Los periféricos de alta velocidad (tarjeta DS3 ó DE3) no requieren de tarjetas de control. El complejo control de las tarjetas DS3 / E3 permite las siguientes funciones:

- Mantiene en una memoria no volátil la base de datos que describe su configuración.
- Integra las actividades de diagnóstico, mantenimiento y aislamiento de fallas, y generación de estadísticas de alarmas.

b) Tarjetas de interfase y aplicación

La Tabla 4.7 lista las tarjetas de interfase de velocidad primaria, de voz y datos, así como las tarjetas de aplicación soportadas por el sistema 3645. Todas las tarjetas de interfase y aplicación son instaladas en los equipos periféricos excepto las tarjetas de interfase DS3 y DE3 que se instalan en el HSPS y HSPS2 respectivamente.

Tabla 4.7: Tarjetas de interfase y aplicación usadas en el 3645

Tipo	Tarjeta
Velocidad primaria ó agregado	Tarjeta Dual T1 (2 * 1,544 Mb/s) Tarjeta Dual E1 (2 * 2,048 Mb/s) Dual E3 V.35 PRI X.21 PRI
Voz	E&M LGE LGS
Datos	RS-232 Direct Connect Card (DCC) X.21 DCC V.35 DCC Digital Network Interface Card (DNIC) Line Card 2 Binary 1 Quaternary (2B1Q) Line card
Aplicación	Digital Signal Processor (DSP) Digital Communication Processor (DCP) Frame relay

4.2.3 Sincronización

La tarea de sincronizar un 3645 a la Red es realizada por la Unidad de Sincronización del Sistema – SSU (System Synchronization Unit) ó la Unidad de sincronización Inteligente del Sistema – ISSU (Intelligent System Synchronization Unit). La fuente de reloj a usarse es seleccionada de una de las fuentes de reloj previamente programadas en el equipo conmutador y siguiendo una prioridad establecida.

El equipo conmutador puede tener hasta 08 fuentes de reloj programables.

Cada una de estas fuentes de reloj pueden ser configuradas como:

- Externa

El reloj es obtenido de un dispositivo externo conectado a un conector BNC ubicado en la parte posterior del conmutador (backplane)

- Derivada

La señal de reloj es obtenida de una fuente disponible en un periférico, ó de un periférico de alta velocidad (HSPS ó HSPS2).

Cada periférico puede tener hasta 08 fuente de sincronismo programadas y cada fuente de sincronismo programada puede ser configurada como:

- Externa

El reloj es obtenido de un dispositivo externo conectado a un conector BNC ubicado en la parte posterior del periférico.

- Derivada

El reloj es obtenido de un enlace primario (T1, E1, X.21 PRI, V.35 PRI) ó una DCC, instalados en el periférico.

Los periféricos de alta velocidad están conformados por tarjetas DS3 ó DE3 y puede tener hasta 04 fuentes de sincronización programables. Cada fuente de sincronización es derivada de uno de los enlaces T1 ó E1 de las tarjetas.

A cada fuente de sincronismo programada en el conmutador, se le asigna un número de clase del 1 al 14. El número de clase de la fuente es una medida de que tan deseable es; el menor numero de clase, corresponde a la más deseable fuente.

La fuente de sincronismo programable que se obtiene de las unidades SSU / ISSU puede ser seleccionada siguiendo uno de dos métodos:

- Sincronización stand-alone
- Automatic Network Synchronization (ANS)

Ambos algoritmos proveen un mecanismo de control de "slips" el cual permite el uso del 3645 en redes plesiocronas.

En una sincronización stand-alone, la fuente de reloj programable que obtiene la unidad SSU / ISSU es seleccionada por el operador de la red. Si la fuente seleccionada falla, el equipo 3645 conmuta a la fuente de sincronismo programada con el siguiente menor número de clase.

En el modo de sincronización automática de red, el protocolo ANS es usado para seleccionar la fuente de sincronismo que se derivará de la unidad SSU / ISSU. El protocolo ANS usa mensajes CPSS para transferir información de sincronismo entre todos los sistemas que corren ANS. Usando este mecanismo, un sistema selecciona la mejor fuente de sincronización entre

todas las fuentes de reloj programadas en los diferentes sistemas que corren ANS en la red. Esto asegura que todos los nodos en una red son automáticamente sincronizados a la misma frecuencia de referencia.

4.2.4 Redundancia

El sistema 3645 provee las siguientes formas de redundancia:

- Shelf redundancy (Switching Shelf)
- Control redundancy (Peripheral Shelf)
- Protection switching (Peripheral, HSPS, y HSPS2)
- Interface redundancy (Peripheral, HSPS, y HSPS2)
- Access redundancy (HSPS, y HSPS2)
- Power redundancy

Shelf redundancy, provee de un backup del conmutador para asegurar la continuidad en el servicio del conmutador, debido a falla de cualquier tarjeta conmutadora ó cable.

Control redundancy, provee backup de las tarjetas de sistema del periférico, para asegurar la continuidad del servicio. El control redundante esta disponible sólo en configuraciones duales.

Protection switching, permite especificar dos conexiones por cada circuito: una conexión principal ó preferida y una conexión protegida. Si la conexión preferida falla el sistema automáticamente conmuta a la conexión protegida.

Interface redundancy, es soportada entre tarjeta de enlaces primarios ubicadas en el mismo periférico, entre tarjetas DS3 configuradas como un par de tarjetas redundantes en un HSSP, y entre tarjetas DE3 configuradas como un par redundante en un HSSP2. En cada caso el enlace es conectado solamente a una de las tarjetas.

Access redundancy, permite que dos tarjetas DS3 ó DE3 en el mismo equipo y conectadas con independientes enlaces se protejan. Una tarjeta y su enlace es activa mientras la otra es inactiva, si la primera tarjeta ó su enlace falla, el trafico es automáticamente conmutado a la segunda tarjeta y enlace.

Power redundancy, es soportado por todos los equipos 3645. Cada equipo puede ser equipado con fuentes de alimentación duales en modalidad de carga compartida. Si una fuente falla, la segunda mantiene la alimentación del equipo.

4.2.5 Arquitectura

Como se muestra en la Figura 4.4 de la página siguiente, el sistema 3645 consiste de un conmutador y uno ó más periféricos, y/o una ó más tarjetas DS3 instaladas en el HSPS, y/o una ó más tarjetas DE3 instaladas en el HSPS2.

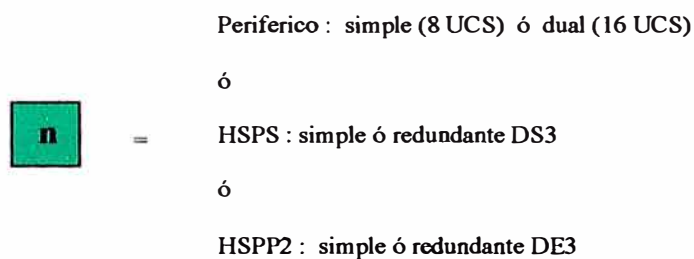
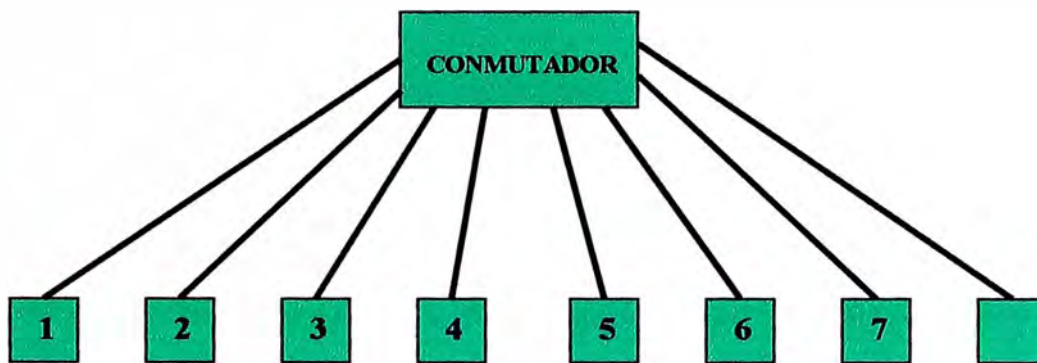


Figura 4.4 : Arquitectura del sistema 3645

El equipo conmutador, sirve como hub del sistema 3645. Todos los equipos periféricos, HSPS, y HSPS2 se conectan al conmutador. Provee de conexiones, monitoreo centralizado de alarmas, y control total de todo el sistema 3645.

Las alarmas reportadas por todos los periféricos, HSPSs, y HSPS2s son recolectadas y visualizadas desde el conmutador.

El conmutador, soporta shelf redundancy, es decir un segundo equipo conmutador configurado idénticamente (tarjeta por tarjeta) al primero puede ser adicionado al sistema 3645, de tal manera que si cualquier tarjeta del

primer conmutador falla, el conmutador redundante toma el control del sistema.

El conmutador posee 08 buses de conmutación de no bloqueo, permitiendo soportar cualquier combinación de periféricos, HSPS, y HSPS2, hasta un máximo de ocho. Cada periférico, DS3 ó DE3, se conecta al conmutador a través de una tarjeta conmutadora, estas tarjetas expanden la capacidad de conmutación del equipo conmutador en incrementos de 64 Mb/s hasta la capacidad máxima de 512 Mb/s.

Los equipos periféricos, proveen de todas las funcionalidades que ofrecen los equipos 3600 pero con dos excepciones: el periférico depende del conmutador para todas las funciones DCS (Digital Cross-connect Switch) y para la conexión de alarmas externas. Idénticamente al 3600, el periférico provee de funciones de interfase y aplicación, conecta equipos externos de voz y datos hacia el sistema, cuenta con interfases de velocidad primaria hasta 2,048 Mb/s, y soporta un ancho de banda total de 64 Mb/s. Soportan configuración simple, y dual con ó sin control redundante.

Cada periférico se conecta a la tarjeta conmutadora del equipo conmutador a través de la tarjeta Switching Interface, esta tarjeta le permite al periférico acceso a la matriz DCS del conmutador.

Periféricos HSPS y HSPS2, proveen de interfases de mayor orden. Hay 02 variantes de los periféricos de alta velocidad:

- El High Speed Peripheral Shelf (HSPS) que provee hasta 08 interfases DS3 (44,736 Mb/s)
- El High Speed Peripheral Shelf 2 (HSPS2) que provee hasta 16 interfases E3 -34,368 Mb/s (08 tarjetas duales E3 – DE3)

Las tarjetas DS3 ó DE3 pueden ser configuradas en pares redundantes hasta un total de 04 pares de tarjetas redundantes por shelf ó rack.

Cada tarjeta DS3 ó DE3 provee de un complejo control, que supervisa su propio slot, tarjeta, la configuración de circuitos y el mantenimiento de la tarjeta. Las DS3 y DE3 dependen del conmutador para todas las funciones DCS. Cada tarjeta DS3 ó DE3 se conecta directamente a una tarjeta conmutadora.

4.2.6 Software

En un sistema 3645 la tarjeta de control del conmutador, todas las tarjetas de control de los periféricos, y todas las tarjetas DS3 ó DE3; deben correr el mismo software genérico. La Tabla 4.8 lista los genéricos usados de acuerdo al tipo de equipo.

Tabla 4.8: Software del sistema 3645

Card	Genérico
Switching shelf Control card	C117-ab-cd
Peripheral shelf Control card	D117-ab-cd
HSPS DS3 card	H115-H2-02 and up
HSPS2 E3 card	E117-ab-cd

4.2.7 Configuración

Se describen todas las configuraciones para:

- Conmutador
- Periféricos
- Periféricos de alta velocidad (HSSP, HSPS2)

La Tabla 4.9 muestra las opciones que se tienen para configurar a los conmutadores.

Tabla 4.9: Configuraciones del 3645

Configurations	Switching Section ⁽¹⁾	Common Control Section		Switching Cables	Intershelf Cables
		Slot 9	Slot 10		
Non-redundant (single) shelf	A: 1-8	A: CLK ⁽²⁾	A: CTL ⁽³⁾	1 or 2 ⁽⁴⁾	None
Redundant (dual) shelf ⁽⁵⁾	A: 1-8 B: 1-8	A: CLK B: CLK	A: CTL B: CTL	2 or 4 ⁽⁴⁾	1

Notes

1. The switching section slots are reserved for Switching cards. Class A switching shelves have Connectors A and B for external equipment. For non-redundant DS-3 configurations, DS-3 cards in even-numbered slots must be connected to external Connector B; DS-3 cards in odd-numbered slots must be connected to external Connector A.
2. CLK = Clock card
3. CTL = Control card
4. One switching interface cable is needed for each single or non-control-redundant peripheral shelf, or non-redundant DS-3 or E3 card. Two cables are needed for each control-redundant peripheral shelf or redundant DS-3 or E3 card pair.
5. Each shelf in a redundant switching shelf configuration must have identical card placements.
6. Two switching interface cables are needed for each single or non-control-redundant peripheral shelf, or non-redundant DS-3 or E3 card. Four cables are needed for each control-redundant peripheral shelf or redundant DS-3 or E3 card pair.

La Tabla 4.10 muestra las opciones en las que se configuran los periféricos:

Tabla 4.10: Configuraciones de los periféricos

Configurations ⁽¹⁾	Interface Section ⁽²⁾	Common Control Section			
		Slot 9	Slot 10	Slot 11	Slot 12 ⁽³⁾
Single shelf	A: 1-8	A: CTL ⁽⁴⁾	A: SI	A: empty	A: GFC, GFC2 or GFC3
Dual shelf	A: 1-8 B: 1-8	A: CTL B: empty	A: SI B: empty	A: BT(U) ⁽⁵⁾ B: BT(L)	A: GFC, GFC2 or GFC3 B: empty
Control redundant ⁽⁶⁾	A: 1-8 B: 1-8	A: CTL B: CTL	A: SI B: SI	A: BT(U+L) B: BT(U+L)	A: GFC, GFC2 or GFC3 B: empty

Notes

- All configurations are double-bandwidth configurations.
- The UCSs of the Interface section are reserved for any combination of primary rate, voice, and data interface cards and application cards. The quantity and specific slot location of the cards depends only on the customer application.
- Slot 12 is reserved for a GFC, GFC2 or GFC3. Installing a GFC, GFC2 or GFC3 is optional but recommended.
- CTL = Control card
- BT = Balanced Transceiver card (the type of card follows in brackets: U for upper, L for lower or U+L for upper and lower)
- All control-redundant configurations require dual shelves.

En la Tabla 4.11 se resume las posibilidades de configuración para los periféricos de alta velocidad (HSPS y HSPS2):

Tabla 4.11: Configuraciones de los HSPS

Configurations	Interface Section	Number of DS-3 Links (HSPS)	Number of E3 Links ⁽¹⁾ (HSPS2)
Single Shelf			
Non-redundant ⁽²⁾	1: 1-8	8	8 or 16
Interface-redundant ⁽³⁾	1: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8	4	4 or 8
Access-redundant ⁽⁴⁾	1: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8	8	8 or 16
Dual Shelf ⁽⁵⁾			
Interface-redundant	1: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 2: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8	8	8 or 16

Notes

- These can be SE3 or DE3 cards.
- For an HSPS, these are non-redundant DS-3 cards; for an HSPS2, these are non-redundant E3 cards.
- For an HSPS, these are DS-3 cards installed in adjacent slots and configured as redundant card pairs; for an HSPS2, these are E3 cards configured for interface redundancy.
- For an HSPS, these are DS-3 cards installed in adjacent slots and configured as redundant card pairs; for an HSPS2, these are E3 cards configured for access redundancy.
- The two shelves in this configuration are connected only to the switching shelf; they are not connected to each other.

4.2.8 Consideraciones de diseño

Después de haber realizado una breve descripción de los equipos que conforman la red, sus capacidades, sus configuraciones, y las tarjetas que se utilizan para las distintas aplicaciones; pasaremos a indicar las premisas y consideraciones de diseño que se han tenido en su implementación.

- Alta disponibilidad de red, para esto se ha instalado y configurado los sistemas críticos en forma redundante.
- El backbone de la red esta constituido por sistemas 3645, interconectados con enlaces ópticos E3, en una topología tipo malla.
- Los sistemas 3600 se conectan mediante enlace E1 al backbone, siguiendo una topología estrella.
- Mantener una red jerárquica a nivel de capacidad de conmutación y enlaces de interconexión; el equipo 3600 tiene una capacidad de conmutación de 64 Mb/s con enlaces E1, mientras que el sistema 3645, tiene 512 Mb/s como capacidad de conmutación y enlaces E3 de interconexión.
- La capacidad de conmutación a nivel de ranura ó slot ya sea en un 3600 ó en un periférico del 3645 es de 4 Mb/s. La premisa es usar al máximo esta capacidad, y para ello se usan los periféricos de los 3645, principalmente con tarjetas DE1 (2 * 2.048 Mb/s) que permitan concentrar el trafico proveniente de los equipos 3600, que tienen instaladas las tarjetas de aplicación de cara a los equipos del cliente.

- Mantener un criterio de balanceo del tráfico entrante y saliente en los equipos. Los sistemas 3645 están conformados principalmente por 04 periféricos que concentran tráfico y 04 periféricos de alta velocidad (HSPS2) las tarjetas DE3 (8 * 34 Mb/s) para encaminar el tráfico hacia los otros nodos de la red.
- Es una red plesiocrona que tiene varias entradas de reloj (una activa y varias en standby) de alta precisión Stratum 1, a partir de esta fuente de reloj se sincronizan todos los nodos de la red; por lo tanto todos los nodos están sincronizados a una misma referencia. El nodo que tiene la entrada Stratum 1 activa se le llama nodo master.
- Mantener la sincronización de la red estable y prevista de fuentes de reloj alternas, de manera que la señal de reloj derivada con la que se sincroniza cualquier nodo de la red no exceda los 05 saltos a partir del nodo master.
- Garantizar una alta disponibilidad del gestor de la red, por lo que se tiene un sistema 46020 redundante (modalidad activa /standby).
- Asegurar una rápida gestión de la red. En una gran red (mayor a 100 nodos) la comunicación de mensajes CPSS entre nodos, y entre nodos con el gestor de red se vuelve lenta; por lo que se busca manejar el tráfico CPSS eficientemente, para lo cual se ha dividido la red en subredes lógicas llamadas dominios, manteniendo el criterio de que cada dominio no exceda de 80 nodos.

4.3 Sistema administrador de la red

La Red de transmisión de Datos de TdP esta dotada de la capacidad de conmutar circuitos, paquetes Frame Relay, y celdas ATM; cuenta con un avanzado gestor de red (Network Management System – NMS), que es un producto también de la familia MainStreet de Newbridge (ahora ALCATEL) conocido comercialmente como el 46020 MainStreet.

El 46020 es un software propietario que corre sobre Solaris y usa interfase totalmente grafica en estaciones de trabajo Sun. Muestra en forma centralizada un mapa de la red, desde el cual los operadores pueden configurar todos los elementos de red, monitorear la operación de la red en tiempo real, realizar diagnósticos y aislar los problemas de la red.

4.3.1 Capacidades del software de gestión

El 46020 MainStreet esta provisto de las siguientes capacidades avanzadas de gestión de redes.

Arquitectura Centralizada / Distribuida, que consiste en que la administración de la red es dividida entre un procesador central – la Sun Workstation – y los nodos en sí mismos. El 46020 usa una base de datos relacional (SQL) sobre la Sun Workstation para mantener un completo y comprensible modelo de toda la red, con esta información el 46020 realiza muchas complejas y sofisticadas tareas a nivel de red, una tarea en particular es el calculo de la trayectoria óptima a seguir entre 02 puntos

extremos de la red. Los resultados de este proceso central son almacenados no solamente en la Sun Workstation sino que también se almacenan en cada nodo. Sin embargo, para reducir el procesamiento a nivel de nodo, cada nodo recibe la información específica a él y no de toda la red.

El 46020 puede configurarse para operación redundante, requiriéndose para esto instalar el 46020 en 02 Workstations Sun llamadas una activa y la otra standby. La estación activa controla y monitorea la red. La redundante (inactiva) constantemente monitorea la red, y toma el control cuando cae la activa. Permanentemente las bases de datos de las estaciones activa y standby están alineadas ó sincronizadas.

Integración y control de red

- Integra redes LAN / WAN
- Integra equipos de conmutación de circuitos y de paquetes
- Gestiona equipos de varios fabricantes

Configuración remota

El 46020 configura remotamente y en forma centralizada todos los nodos de la red:

- Configuración de tarjetas, módulos, puertos, circuitos lógicos en enlaces primarios (timeslots), recursos frame relay, SRM, SRS.
- Envío y recuperación de la base de datos de los nodos.

Utilización del ancho de banda

El 46020 provee de un control eficiente de la utilización del ancho de banda, mediante capacidades sofisticadas de administración de los enlaces

- Creación de full y fraccional enlaces
- Muestra gráficamente la utilización de los enlaces

Re-enrutamiento

- Provee protección automática extremo – extremo de las conexiones.
- Creación de caminos a través de la red, ya sea inmediatamente ó programando su creación a una fecha y hora definida
- Lista los circuitos creados en toda la red ó para algún elemento de red
- Re-enrutamiento de caminos en caso de falla de enlaces ó nodos, usando hasta 16 niveles de prioridad
- Protección de circuitos de alta prioridad, a través de un camino reservado como backup (RAP+ID)
- Conmutación automática de un camino hacia un alternativo destino en caso de falla de un nodo ó enlace

Diagnostico y estadísticas

- Muestra gráficamente los estados de sincronización de los nodos y enlaces
- Permite realizar bucles de prueba (loopbacks)
- Permite poner fuera de servicio enlaces para realizar mantenimiento

- Recolecta estadísticas de enlaces, sincronización, utilización de canales de voz, utilización de caminos

Gestión de problemas

Con el 46020 se monitorea y gestiona los problemas de la red.

- Gráficamente aísla elementos de red fallados, mediante una codificación de colores
- Automáticamente abre tickets de falla de los elementos de red
- Delega ó asigna tickets de falla a los operadores
- Centraliza la colección de alarmas

4.3.2 Plataforma de gestión

El sistema de gestión de la red maneja más de 600 nodos, entre equipos conmutadores de circuitos (3600 y 3645), conmutadores de paquetes Frame Relay (36120), y conmutadores de celdas ATM (36170).

La plataforma de gestión esta conformada por máquinas SUN de alta prestación:

- Workstation Activa & Standbye
 - Mantienen la base de datos de la red
 - Configuración redundante
- Ruteadores de trafico CPSS para la gestión por dominios
 - No contienen la base de datos de la red

- Sólo manejan tráfico CPSS
- Estaciones servidoras de delegadas
 - No contienen la base de datos de la red
 - Pueden manejar hasta 22 sesiones GUI (X-terminales)
- Estaciones de trabajo delegadas
 - No contienen la base de datos de la red
 - Corren una sola sesión GUI

En la Figura 4.5, se esquematiza la plataforma de gestión de la red.

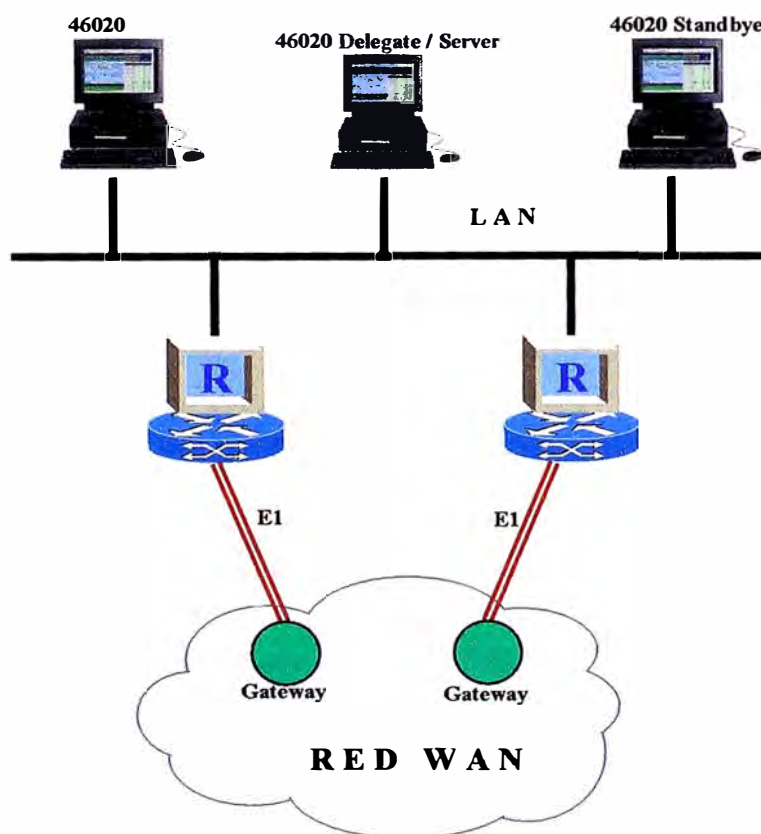


Figura 4.5 : Plataforma de Gestión de la Red

4.4 Dominios de gestión

Con el objetivo de tener una eficiente gestión de la red esta se ha dividido en dominios. Ver Figura 4.6.

Grandes redes pueden ser divididas en varias subredes llamadas dominios, un dominio es una división lógica de la red en subredes. Las redes se vuelven más escalables dividiéndolas en dominios por que:

- Los nodos de un mismo dominio sólo conversan entre sí manteniendo tablas de enrutamiento de un tamaño manejable
- Los números de nodo pueden ser re-usados en otro dominio
- El tamaño de la red esta limitada por el número de dominios y nodos por dominio

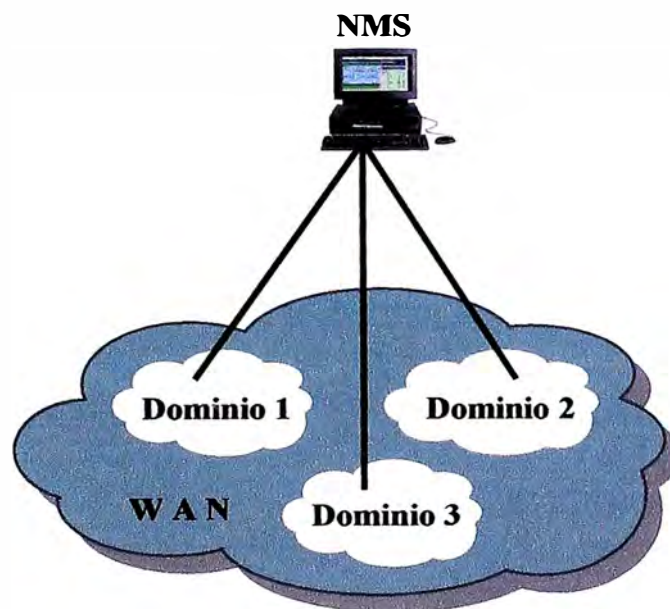


Figura 4.6 : Dominios de Gestión

4.4.1 Protocolo CPSS

De las siglas en ingles **Control Packet Switching System**, es un protocolo propietario basado en X.25 usado para la comunicación entre el Network Management System (NMS) y los nodos de la red.

Veamos algunos conceptos básicos:

a) Recursos CPSS

- Función :
 - Envío de paquetes CPSS
 - Terminador de enlaces CPSS
- Tipos :
 - Dedicados
Soporta solamente una conexión remota
 - Compartidos
Soporta múltiples conexiones remotas
- Tarjetas donde se encuentran:
 - Control Card
 - DCP card

b) Enlace CPSS

Un enlace CPSS tiene como punto extremos recursos CPSS, puede conectar 02 nodos adyacentes ó conectar 02 nodos pasando a través de

nodos intermedios (a esto se le llama tandem). Las conexiones tandem, CPSS usan conmutación de circuitos en vez de conmutación de paquetes.

El tráfico CPSS puede dividirse en dos categorías:

- Tráfico base: tráfico que existe en un nodo independientemente de cualquier aplicación corriendo en el.

Ejemplos: Tráfico de enrutamiento, notificación de eventos

- Tráfico de aplicación: tráfico adicional de aplicaciones opcionales.

Ejemplos: Recolección de estadísticas, re-enrutamiento alternativo automático, ANS

La Figura 4.7 de la siguiente página, resume los elementos involucrados y el tipo de mensajes ó tráfico CPSS que se transmiten en el sistema de gestión.

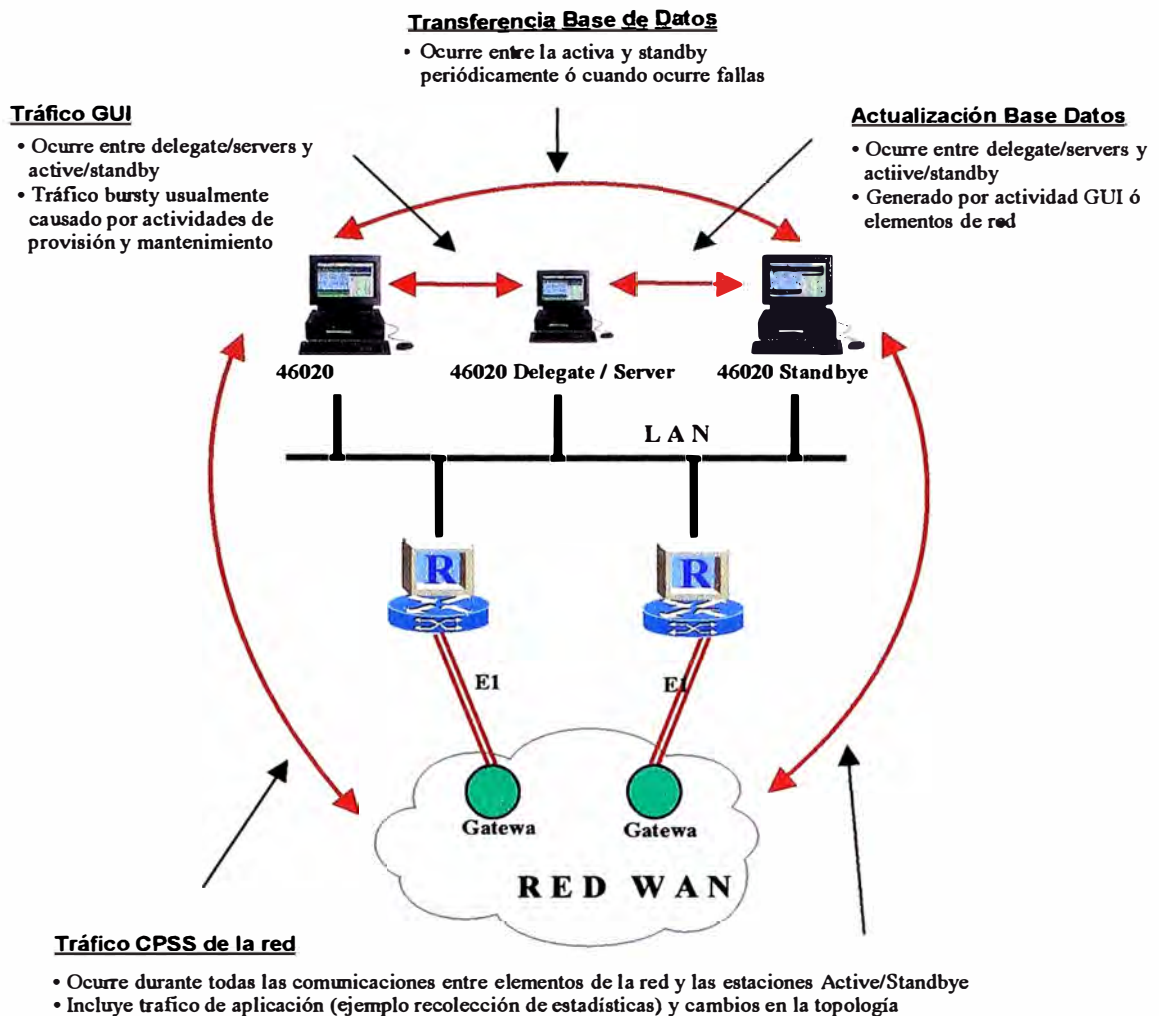


Figura 4.7 Tipos de mensajes NMS

4.4.2 Tablas de enrutamiento

El tráfico de enrutamiento se intercambia entre nodos y es usado para construir sus tablas de ruteo. A partir de la tabla de ruteo, un nodo decide cual enlace CPSS usar para enviar la información de gestión a su destino.

Existen diferentes algoritmos usados para construir y actualizar las tablas de enrutamiento:

□ **Distance Vector (DV):**

- Cada nodo sólo conoce los costos de enlace de sus nodos adyacentes (no conoce la topología de la red)
- Cada nodo actualiza sus tablas de enrutamiento usando mensajes de sus nodos vecinos
- La información de enrutamiento es difundida a todos los nodos vecinos, creando un alto trafico CPSS
- No provee de un mecanismo de control de congestión
- Número de nodos DV usados por domino 80

□ **Link State (LS) :**

- Cada nodo tiene una base de datos del estado de los enlaces de toda la red (o dominio) desde la cual calcula su tabla de enrutamiento
- Bajo operación normal, cada nodo en un determinado dominio tiene idéntica base de datos del estado de los enlaces
- Un nodo actualiza su base de datos LS y tabla de enrutamiento cuando recibe mensajes de actualización LS
- Un nodo sólo propaga mensajes de actualización LS si se da un cambio en el estado del enlace

- Cada nodo selecciona una ruta usando el método Shortest Path First
- Número de nodos LS recomendado por dominio 200

4.5 Evolución a una red Frame Relay y ATM

4.5.1 Red Frame Relay

El sistema 3645 puede fácilmente evolucionar a un sistema 36120 para soportar frame relay, adicionándole simplemente tarjetas conmutadoras Frame Relay – llamadas FRE (Frame Relay Engine) y un panel de interconexión FASTbus – FIP (FASTbus Interconnect Panel). Todas las tarjetas FRE son interconectadas a través del FIP a una velocidad de conmutación de 100 Mb/s y un FIP puede manejar como máximo 12 FREs.

Las tarjetas FRE se pueden alojar en las ranuras universales de los equipos 3600 y 3645, que como ya sabemos tienen una capacidad de conmutación de 4 Mb/s. La FRE conmuta tramas que arriban sobre un enlace de datos de entrada hacia un enlace de datos de salida vía el backplane bus (a 64 Mb/s) del equipo, ó vía el FASTbus (a 100 Mb/s) a otra FRE. La tarjeta FRE provee una velocidad máxima de 11,000 tramas por segundo.

Un “frame stream” identifica el ancho de banda al cual el conmutador esta operando y conecta este ancho de banda al proceso de la tarjeta conmutadora Frame Relay. Un “frame stream” puede ser configurado sobre cualquier enlace de velocidad primaria ó enlace de datos, incluyendo T1, E1,

T3, E3, V.35, RS-232, etc. La FRE puede soportar hasta 62 "frame streams" con una suma de ancho de banda total de 3,968 Kb/s (recordemos que una ranura del 3600 ó 3645 tiene una capacidad de 4 Mb/s), y un solo "frame stream" puede tener hasta 1984 Kb/s.

Cada "frame stream" puede ser configurado hasta con un máximo de 992 circuitos virtuales ó Data Link Connection (DLC), previendo que la suma de todos los DLCs configurados en todos los "frame streams" de la tarjeta FRE no exceda de 1984. Los DLCs son identificados por un Data Link Connection Identifier (DLCI).

4.5.2 Red ATM

La Red de datos de TdP también cuenta con equipos conmutadores de celdas ATM. El sistema usado es el 36170 MainStreet Xpress que es un conmutador de celdas ATM de alta capacidad, puede operar como sistema standalone y como multi-shelf; bajo la configuración standalone tiene una capacidad de conmutación de 1,6 Gb/s y como multi-shelf provee una capacidad de conmutación escalable desde 800 Mb/s hasta 12,8 Gb/s .

Se usa convertidores Frame Relay / ATM llamados FRATM que hacen la función de internetworking entre el sistema 36120 y 36170.

4.6 Interoperatividad TDM / Frame Relay / ATM

Un criterio fundamental a tener en cuenta cuando se implementan redes de transmisión de datos, es la escalabilidad de los sistemas que garanticen la inversión inicial que generalmente es alta, las redes deberían expandirse a medida que crece la demanda y evolucionar fácilmente con los cambios tecnológicos.

Justamente esto ha sucedido con la red de datos de TdP, empezó con apenas 03 equipos 3600 ubicados en los nodos de Washington (Lima Cercado), Camino Real (San Isidro) y Av. Del Aire (San Luis y que ahora ya no existe), luego se instalaron los primeros sistemas 3645 para darle mayor capacidad de conmutación y elevar los enlaces de interconexión de E1 (2 Mb/s) a nivel de E3 (34 Mb/s), ambos equipos usan la tecnología de conmutación de circuitos. Luego fácilmente se evoluciono al sistema 36120 para proveer a la red de la capacidad de conmutar paquetes Frame Relay, que como se ha visto es una fácil evolución que aprovecha la gran infraestructura montada con los equipos 3645. Finalmente, con el sistema 36170 se elevo la capacidad de interconexión de los nodos a nivel de STM-4 (622,52 Mb/s), y dotando a la red de la capacidad de conmutar celdas ATM. En la Figura 4.8 de la siguiente página se muestra la evolución de la red.

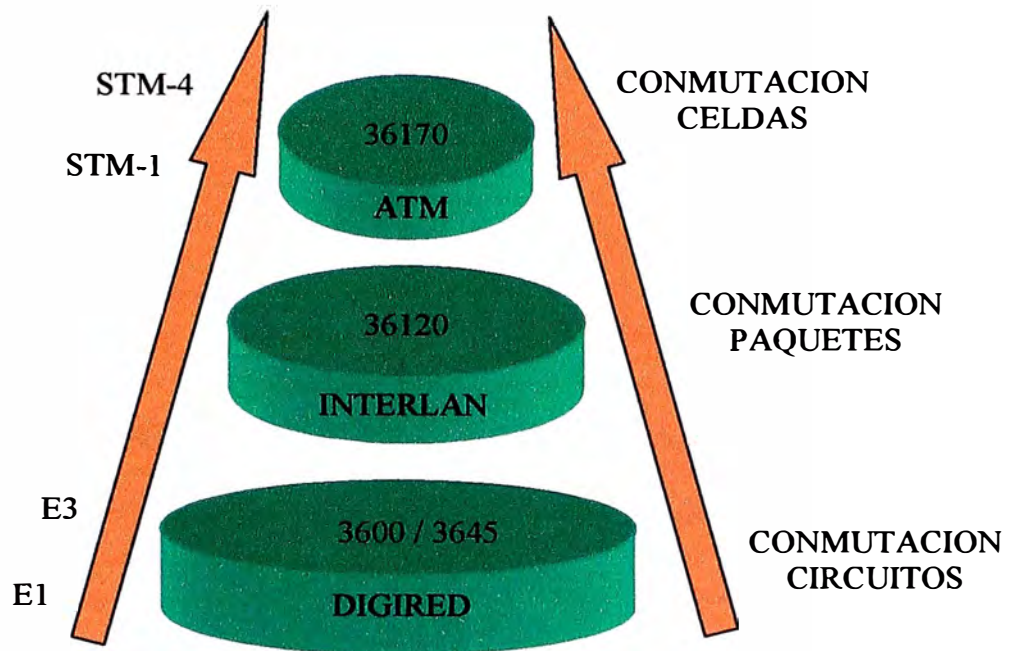


Figura 4.8: Evolución de la red

En conclusión, es una red que ha evolucionado con las tecnologías de conmutación, ha escalado en cuanto a las capacidades de los enlaces de interconexión, desde E1 hasta STM-4; y algo que es muy importante resaltar se tiene un control total de la red bajo una misma plataforma de gestión que es el sistema 46020.

CAPÍTULO V

EL PRESENTE Y FUTURO DE LAS REDES WAN: SU IMPACTO EN EL DESARROLLO NACIONAL

Nos hemos puesto a pensar que pasaría sino contáramos con la Red Telefónica Conmutada, ó sin las redes de datos como DIGIRED / INTERLAN. Ubiquémonos unos 15 años atrás para no ir muy lejos que teníamos en el país en redes de datos: la red TELEX (que aún está en operación) y PERUNET (ahora MEGANET), con la primera hablábamos de baudios y con la segunda en sus inicios apenas llegábamos a transmitir datos a 19,200 bps, (ahora alcanza velocidades hasta de 64 Kbps), no eran grandes velocidades pero era lo que disponíamos y realmente nos permitían conectarnos con el mundo. La velocidad umbral de 64 Kbps se superó como ya hemos visto con la introducción de la Red Empresarial Digital por parte de ENTEL PERÚ con la que se dio un “salto espectacular” hasta los 2.048 Mbps.

Hoy en día, el país cuenta con redes WAN de diferentes tecnologías como Frame Relay, ATM, IP:

- Red Telefónica Conmutada, digitalizada al 96%; usada por mucho tiempo para transmitir datos a bajas velocidades y como acceso dial-up a INTERNET, tráfico de datos que últimamente esta disminuyendo al existir redes especializadas, inclusive el tráfico telefónico esta descendiendo y derivándose como tráfico IP.
- Red TELEX, seguirá operando porque es usada por embajadas, organismos de gobierno, los militares.
- Red de conmutación de paquetes X.25 (MEGANET)
- Red de transmisión de voz y datos (conmutación de circuitos – DIGIRED, conmutación de paquetes - INTERLAN, conmutación de celdas ATM).
- Red IP (acceso por dial-up y línea dedicada, servicios de INFOVIA y de INTERNET)
- Red IP-VPN (para los servicios CABINET, INFOINTERNET)
- Red ADSL (servicios Speedy, Speedy Plus y Speedy WAN)

Como se puede apreciar, cronológicamente en el país se han implementado redes de mayores prestaciones que siguen el paso del desarrollo tecnológico en telecomunicaciones; hoy en día las redes ya no son orientadas a un servicio específico sino que soportan múltiples servicios y mayores velocidades de transmisión, ahora con facilidad se llega a los 155 Mbps, velocidad que podemos brindar a un usuario final aquí en el país.

La infraestructura de las redes WAN en el Perú esta inmersa en un continuo crecimiento; ahora esta orientada a los servicios de banda ancha y un claro ejemplo es la ultima red WAN de Telefónica, con tecnología ADSL que sin duda permitirá la masificación de INTERNET en el país, realmente es una ventana virtual al mundo que contribuirá al desarrollo del país.

Pero detrás de las redes están los operadores como actores principales en el desarrollo de las mismas, en los últimos años estos se han incrementado y esto sin duda se ha debido a la apertura del mercado y al fomento de la inversión privada por parte del estado; es decir, los organismos normativos y reguladores tendrán que jugar un papel importante.

Principales operadores

- **Telefónica** : Telefonía fija nacional, móvil celular, LD, Cable TV, Internet, banda ancha...
- **BellSouth** : Móvil celular, LD, Internet, Telefonía fija en Lima...
- **AT&T** : Telefonía fija en Lima, LD, Internet, banda ancha...
- **Nextel** : Trunking digital
- **TIM** : Móvil PCS
- **Americatel** : LD
- **Gilat to Home** : Telefonía fija en áreas rurales, Internet...
- **GlobalStar** : Móvil Satelital
- **Millicom** : Internet, banda ancha...
- **Comsat, Diveo, Digital Way, Impsat, Qnet. RCP, Vía BCP, Terra, otros** : Internet...

Fuente: OSIPTEL, Empresas

Por el lado de la implantación de nuevas tecnologías, también hemos avanzado y tenemos una infraestructura de redes que nos permite disfrutar de nuevos y cada vez más sofisticados servicios.

Principales tecnologías

- **Móvil** : AMPS, TDMA, CDMA, GSM
- **Redes de datos** : TDM, Frame Relay, ATM, IP
- **Telefonía** : POTS, ISDN, VoIP
- **Telefonía rural** : HF, VHF, UHF, VSAT
- **LDI** : Comunicación satelital analógica y digital, cable submarino de fibra óptica
- **Transporte de alta capacidad** : Microondas, Fibra óptica, Satelital
- **Internet – banda ancha** : Dial-up, líneas dedicadas, VSAT, FWA-WLL, ADSL, Cable Módem

Fuente: OSIPTEL, Empresas

La tendencia del mercado es hacia el uso de los servicios de banda ancha, hacia la masificación en el uso de herramientas y servicios orientados hacia la INTERNET, ha tener empresas cada día más y mejor interconectadas, que ayuden a minimizar sus costos operativos y mejoren sus procesos; el mundo globalizado en que vivimos así lo exige.

La masificación de INTERNET en el país ya es una preocupación del estado, por ser una ventana a muchas fuentes de información ya sean científicas, tecnológicas, humanistas, ó de interés particular de cualquier persona ó comunidad; la INTERNET está cambiando la forma de hacer negocios

(e-Business), ó de transmitir conocimientos, ahora se habla de bibliotecas virtuales y de universidades virtuales.

Actualmente en el país contamos con la infraestructura necesaria, como ejemplo está la Red ADSL de Telefónica que en menos de dos años de operación cuenta con 20,000 subscriptores de INTERNET y tiene proyectado crecer en 50,000 más en el año 2003.

Falta que desarrollemos contenido INTERNET hecho en el Perú, en la actualidad más del 70% de los contenidos web demandados por los navegantes locales, se solicitan al extranjero, esto como consecuencia del escaso desarrollo propio. Ya tenemos los medios (las redes), faltan actores que ayuden a la construcción de la sociedad de la información, las universidades son el medio ideal para desarrollar contenido local interesante e importante, porque cuentan con la infraestructura y los recursos humanos adecuados para hacerlo.

CONCLUSIONES

1. Las redes WAN en el Perú vienen experimentando un desarrollo sostenido con los avances tecnológicos existentes en el mundo. Contamos con redes de diversas tecnologías desde X.25 hasta IP, pasando por Frame Relay y ATM.
2. El presente trabajo muestra de una manera evolutiva los hechos relevantes que han contribuido al desarrollo de las redes, desde la invención del telégrafo hasta la INTERNET de nuestros días.
3. Se resalta la importancia de la normalización para la interconexión de sistemas abiertos y toma como modelo de red a la red ARPANET, por ser la base de conocimiento en el desarrollo de muchas de las redes existentes.
4. Permite conocer las diferentes redes y servicios existentes en el país, desde diferentes clasificaciones, como son las tecnologías de conmutación de circuitos, de paquetes y de celdas, por sus capacidades de transmisión de datos (ahora mayores a 155 Mbps), por su cobertura cubren el territorio nacional.

5. Se estudia un caso práctico lo más detallado posible que permite conocer una de las redes WAN más importantes actualmente en operación, donde se tocan temas como la conmutación de circuitos, de paquetes Frame Relay y de celdas ATM, protocolos, confiabilidad de la red a través de diferentes formas de redundancia, su potente software de gestión centralizado, el concepto de dominios para hacer más manejable y eficiente la gestión de la red, así como las consideraciones de diseño que se han tenido en su implementación.

6. Las redes WAN impactan tremendamente en el desarrollo del país, son la columna vertebral para integrar a los pueblos, para tener empresas más eficientes y competitivas, para modernizar el estado, para facilitar que las universidades muestren y compartan sus investigaciones. Son imprescindibles en este mundo globalizado.

7. Se resalta la necesidad de involucrar actores relevantes en la construcción de la sociedad de la información, urge el desarrollo de contenido Internet hecho en el Perú.

8. El tema de las redes de telecomunicaciones en general y de las redes WAN en particular es muy amplio, por lo que se pretende que el presente informe sirva de marco de referencia para su ampliación ó inicio de trabajos relacionados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Universidad Nacional de Ingeniería. “Segundo Programa de Titulación de Ingeniería Electrónica por Actualización de Conocimientos”, 2002.
2. Alcócer García, Carlos. “Redes de Computadoras”, 2da. Edición, 2000.
3. Newbridge Networks. 3600/3645/36120/36170 Main Street Technical Manual, 1999.
4. OSIPTEL. “Memorias e Informes Técnicos”. <http://www.osiptel.gob.pe/>
5. TELEFÓNICA. “Memorias y Documentación”,
<http://www.telefonica.com.pe/>
6. International Organization for Standardization-ISO
7. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU)
8. European Telecommunications Standards Institute, <http://www.etsi.fr>
9. Internet Engineering Task Force, <http://www.ietf.org>