



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“Análisis de un enlace dedicado con tecnología Frame Relay”

Tesis Profesional
Que para obtener el título de
Ing. en Computación
PRESENTAN:
Esquivel Esquivel Martha Carolina
Jiménez Navarrete Angélica Marina

Asesor: Ing. Juan Gastaldi Pérez



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Esta tesis esta dedicada a:

Mi madre por pensar en nosotras antes que en ella, a mi padre por haberme insistido constante mente para que terminará este trabajo.

A mis hermanas Roció y Karina por formar y ser lo más importante en mi vida, a mi motita por su amor incondicional.

A mis amigas por estar ahí cuando lo he necesitado.

A Carolina por ser una gran compañera y por que a pesar de la circunstancias hemos concluido esto.

A mis profesores por darme elementos para luchar en la vida.

A la Universidad Autónoma de México por abrirme sus puertas, ser mi alma mater y permitir mi desarrollo profesional.

Agradecimientos:

A mis padres por el apoyo, consejos, amor y libertad que me dieron para cursar y terminar la carrera profesional que elegí.

A mi esposo por compartir intereses, por ser un ejemplo, un compañero, un apoyo y por no dejarme abandonar mis sueños y metas.

A mis hijos Gabriel y Leonardo por ser mi inspiración y lo más importante de mi vida.

A mis hermanas Lulú y Sheyla por contar con su ayuda, amor, respeto y por ser mis mejores amigas.

A los todos los profesores por dedicar tiempo de su vida a compartir su conocimiento y experiencia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser una institución dedicada a formar profesionistas con oportunidades de destacar en el campo laboral.

Índice

INTRODUCCIÓN.

I. TELECOMUNICACIONES.

I.1 Definición de telecomunicaciones.	1
I.2 Antecedentes de comunicación.	1
I.3 Sistemas Básicos de Telecomunicaciones.	2
I.4 Tipos de sistemas de telecomunicaciones.	4
I.5 Introducción a la transmisión de señales.	5
I.6 Organizaciones de normalización.	11

II. REDES.

II.1 Arquitectura de Redes por capas.	13
II.2 Modelo OSI.	14
II.3 Clasificación de las Redes.	19
II.3.1 Tipo de transmisión.	20
II.3.2 Por su propiedad.	21
II.3.3 Tipo de tráfico.	21
II.3.4 Por su cobertura.	22
II.4 Técnicas de transmisión.	22
II.4.1 Banda Base.	22
II.4.2 Banda Ancha.	23
II.5 Medios de transmisión.	24
II.5.1 Medios de transmisión guiados.	24
II.5.2 Medios de transmisión no guiados.	31
II.6 Topologías de red.	35
II.6.1 Topología Jerárquica o de árbol.	35
II.6.2 Topología Estrella.	36
II.6.3 Topología Bus.	37
II.6.4 Topología Anillo.	38
II.6.5 Topología en Malla.	39
II.6.6 Híbrida.	40
II.7 Dispositivos de red.	41
II.7.1 Repetidores (Repeaters).	41
II.7.2 Puentes (Bridges).	42
II.7.3 Ruteadores (Routers).	43
II.7.4 Pasarelas (Gateways).	43
II.8 Redes de área ancha.	44
II.8.1 Características de una WAN.	44
II.8.2 Clasificación de líneas de conmutación.	45
II.8.3 Tipos de Redes WAN.	46

III. TENOLOGIA FRAME RELAY COMO UNA SOLUCIÓN DE TRANSMISIÓN.

III.1 Estandarización Frame Relay.	51
III.2 Arquitectura Frame Relay.	53
III.3 Dispositivos Frame Relay.	55
III.4 Circuitos Virtuales.Frame Relay	56
III.4.1 Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs).	57
III.4.2 Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs).	58
III.5 Identificador de conexión de enlace de datos (DLCi).	58
III.6 Mecanismos de control de saturación.	59
III.7 Verificación de errores en Frame Relay.	61
III.8 Interfase de la Administración Local LMI.	61
III.9 Formato de la trama Frame Relay.	62
III.9.1 Formato básico.	62
III.9.2 Formato LMI.	65
III.10 Protocolo de enlace.	67
III.11 Gestión de la red.	68
III.11.1 Control de gestión.	69
III.11.2 Estrategias Frame Relay.	72
III.12 Ventajas e inconvenientes de Frame Relay.	73
III.13 Frame Relay frente a otras tecnologías.	76

IV. INFRAESTRUCTURA DE UN ENLACE DEDICADO CON TECNOLOGÍA FRAME RELAY.

IV.1 Definición de enlace dedicado.	78
IV.2 Las aplicaciones de un enlace dedicado.	82
IV.3 Esquema general de un enlace dedicado con tecnología FRL	82
IV.4 Consideraciones para un enlace dedicado.	83
IV.5 Red Publica Frame Relay.	85
IV.6 Estructura del servicio público Frame Relay.	86
IV.7 Redes Frame Relay disponibles en México.	84

V. APLICACIÓN DE UN ENLACE DEDICADO CON FRAME RELAY.

V.1 Situación Actual.	95
V.2 Descripción de las aplicaciones del sistema.	96
V.3 Trafico de Datos en las franquicias	97
V.4 Diseño de la red Frame Relay para la armadora en México	98
V.4.1 Topología de la red.	99
V.4.2 Consideraciones del Ancho de Banda.	100
V.4.3 Selección y configuración de los equipos requeridos en cada sitio.	103
V.4.4 Beneficios.	106

CONCLUSIONES	108
APÉNDICE	110
GLOSARIO	127
BIBLIOGRAFIA	135

Introducción

En el siglo pasado se vivieron grandes adelantos tecnológicos en todos los niveles, desde las grandes computadoras que ocupaban cuartos enteros y hechas con bulbos hasta las computadoras portátiles hechas de diminutos microchips, esto en el campo de la informática, en las telecomunicaciones también se vieron avances en la tecnología utilizada; a principio del siglo era el telégrafo después el teléfono y la radio bidireccional, que era solamente de persona a persona no como conocemos la radio actualmente, este último medio era poco seguro para transmitir información importante, ya que cualquier persona podía escuchar esas conversaciones solamente con sintonizar la frecuencia adecuada, así que la información se seguía pasando por teléfono, telégrafo, correo o personal. Y así ha ido evolucionando toda la tecnología.

En la actualidad estar bien comunicado es un factor importante para cualquier persona en el mundo y sobre todo para las empresas. El crecimiento entonces de las telecomunicaciones junto con las ciencias computacionales ha evolucionado dramáticamente, de tal forma que en las últimas décadas estas se han unido para revolucionar los métodos de comunicación utilizados por individuos e instituciones. Las actividades empresariales han sido profundamente influenciadas por los avances tecnológicos.

En los esquemas tradicionales las empresas e instituciones trabajan con dos redes de comunicaciones: una de voz y otra de datos, en la actualidad resulta menos costoso y más benéfico combinar redes privadas de voz y datos para unir las diferentes localidades a través de canales de alta velocidad de transmisión.

La apertura comercial de México en el sector de las telecomunicaciones ha generado una gran expectativa en esta área, tanto a nacionales como a extranjeros, en

nuestro país se está implementando una infraestructura de red de comunicaciones públicas y privadas con base en tecnología ISDN, ATM, X.25 y Frame Relay (que es la que trataremos en el presente trabajo) y MPLS.

El desarrollo de este trabajo tiene como objetivos realizar un análisis completo de los conceptos que rodean la implementación de un enlace dedicado con tecnología Frame Relay, mostrar al estudiante los factores a considerar para dicha implementación y presentar un caso práctico a forma de ejemplo en el cuál se puede observar la aplicación de los conceptos que se manejan a lo largo del presente trabajo. Se mostrará la estructura de red de una importante Empresa Automotriz en México la cual basa la comunicación entre las agencias de todo el país con un nodo concentrador, a través de enlaces dedicados con la elección de Frame Relay como tecnología.

Este trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I << Telecomunicaciones >> se plantea el concepto básico de telecomunicaciones, trata acerca de la evolución de las telecomunicaciones y el desarrollo, con el fin de conocer los antecedentes de la tecnología actual.

En el capítulo II << Redes >> se tratan conceptos básicos de redes, se describe el modelo OSI, la clasificación de redes de comunicaciones, se describen técnicas y medios de transmisión, se plantean las topologías clásicas y dispositivos de una red .

El capítulo III << Tecnología Frame Relay como una solución de transmisión>> plantea el funcionamiento y operación de la tecnología Frame Relay mostrando su modo de trabajo y el por qué de su éxito.

El capítulo IV << Infraestructura de un enlace DS0 con tecnología Frame Relay >> detalla que es un enlace DS0, como se realiza, ventajas y desventajas, esquema general de un enlace DS0 y su funcionamiento.

El capítulo V << Aplicación de un enlace dedicado con Frame Relay >> Se analiza un enlace Frame Relay en una aplicación activa, planteando desde el diseño del enlace hasta la puesta en marcha y su funcionamiento.

Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas, un glosario donde se definen los términos que serán usados a lo largo de este trabajo y un apéndice con las especificaciones técnicas requeridas, las referencias que contienen la bibliografía de los libros y direcciones electrónicas utilizadas para la realización del presente trabajo.

I. TELECOMUNICACIONES

I.1 Definición de Telecomunicaciones.

La comunicación ha sido siempre uno de los grandes retos de la humanidad. La necesidad de intercambiar ideas se ha dado desde tiempos remotos y más recientemente la necesidad de comunicarse a más grandes distancias ha dado paso al nacimiento de las telecomunicaciones.

Para poder establecer lo que son Telecomunicaciones comenzaremos por definir la palabra comunicación que proviene de la raíz latina *comunicare*, que quiere decir, “hacer común algo”. “Comunicación son todos aquellos procedimientos por medio de los cuales una mente afecta a otra”¹; para nuestros fines definiremos a la comunicación como todos los procedimientos por medio de los cuales un mecanismo afecta la operación de otro.

A partir de la palabra comunicación se generó el termino telecomunicaciones al cual se le ante pone el prefijo *tele* que significa “distancia” por lo tanto telecomunicaciones significa: **comunicar a distancia**.

I.2 Antecedentes de telecomunicación.

A través de los años se fueron desarrollando una gran variedad de técnicas de telecomunicación (humo, tambores, etc), pero hasta el descubrimiento de la electricidad en el siglo XIX fue posible desarrollar nuevas formas de comunicación:

- La transmisión de mensajes a gran velocidad gracias a la telegrafía (1838).
- La transmisión de la voz humana mediante la telefonía (1878).

¹ SHANNON, WEAVER, A Matemática theory of communication, EEUA, Universidad de Illinois Press, 1949.

Desde el inicio del siglo XX la comunicación ha ido en constante evolución debido a lo que esto significa para el hombre. A partir de los años 1950's, con la introducción de la computadora en el mundo de los negocios, ha habido grandes desarrollos en el campo de las telecomunicaciones.

Las redes de comunicaciones de datos resultaron de la convergencia de dos tecnologías diferentes: computadoras y telecomunicaciones.

I.3 Sistema básico de telecomunicaciones

Para la transferencia efectiva de información entre dos puntos, deben existir 4 componentes esenciales:

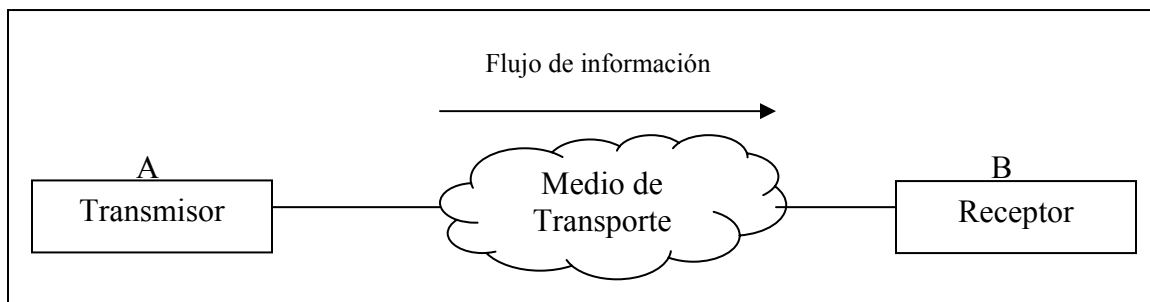
- I) Un dispositivo de transmisión
- II) Un medio de transporte
- III) Un dispositivo de recepción
- IV) El transmisor debe enviar sólo la información que sea compatible con el receptor.

Los 4 componentes anteriores juntos forman un sistema de telecomunicaciones.

Un ejemplo de un sistema de comunicaciones consiste en dos personas que hablan entre sí, el dispositivo de transmisión es la boca, el medio de transporte es el aire sobre el que el sonido se desplaza y el dispositivo de recepción es el oído de la otra persona. Considerando que ambas personas hablan el mismo idioma, el cuarto requisito queda también satisfecho y la conversación se puede realizar. Pero si el emisor habla sólo español y el oyente sólo francés, entonces, a pesar de la disponibilidad de los componentes físicos (boca, aire y oído) la comunicación es inefectiva debido a la incompatibilidad de la información. A este proceso de comunicación basado en reglas y procedimientos se le conoce como **protocolo**. En este caso, el protocolo apronta la

respuesta y evita que ambas partes hablen a la vez. La parte más pesada del diseño de un sistema de telecomunicaciones a menudo es la necesidad de asegurar la compatibilidad del protocolo.

La figura 1.1 ilustra los elementos físicos de un sistema simple de telecomunicaciones. Como ya se dijo, estos elementos se deben complementar con el empleo de un protocolo compatible entre el emisor y receptor. El sistema de la figura 1.1 permite la comunicación en un sólo sentido (**operación simplex**) que tiene aplicación en algunas formas de comunicación.



*Figura 1.1 Elementos básicos de un sistema de Telecomunicaciones (operación **simplex**)*

Para muchos otros ejemplos de comunicación, la operación bidireccional o **dúplex** es necesaria. Para este tipo de operación, se debe proveer un transmisor y un receptor en ambos extremos de la conexión como se ilustra en la figura 1.2 Por ejemplo, un microteléfono contiene un micrófono (transmisor) y un audífono (receptor).

El medio de transporte puede ser alguno de toda una gama de medios diferentes que van desde el aire, sobre el cual se desplazan las ondas acústicas, hasta la tecnología más nueva de fibra óptica a través de la cual se transmiten pulsos de luz. A demás el mecanismo de transporte puede no incluir un elemento de comunicación.

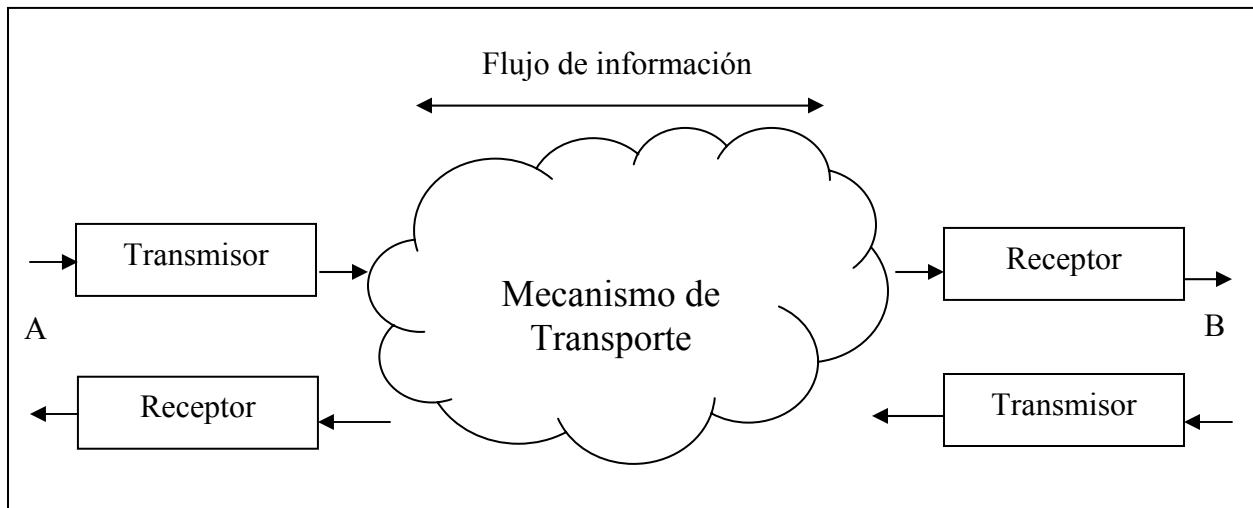


Figura 1.2 Sistema básico *dúplex* de telecomunicaciones.

La mayoría de los **medios de transporte** requieren codificar la información o los datos en una forma de señal apropiada para su envío sobre los medios eléctricos de transmisión.

I.4 Tipos de sistemas de telecomunicaciones.

Con el objetivo de satisfacer diferentes necesidades de comunicación, con el tiempo se han desarrollado diferentes tipos de sistema de telecomunicaciones. En orden cronológico éstos son:

- Telegrafía
- Telefonía
- Teles
- Redes de datos – empleando ya sea **conmutación de circuitos o conmutación de paquetes** (se verá en capítulo II).
- Redes de computadoras locales y de área amplia (LANs y WANs).
- Redes integradas de voz y datos.

I.5 Introducción a la transmisión de Señales.

Para que la información se pueda transportar adecuadamente sobre las redes de telecomunicaciones, primero se debe codificar en forma eléctrica, es decir, como mensaje eléctrico (señal). Únicamente tales señales se pueden enviar sobre los medios de transporte.

Existen dos tipos de señales eléctricas con las cuales se manifiesta la información

- Señal analógica es una onda electromagnética que varía continuamente y que, según sea su espectro, puede propagarse a través de una serie de medios.
- Señal digital es una secuencia de pulsos de tensión que se pueden transmitir a través de un medio conductor. Un nivel de tensión positivo constante puede representar un 1 binario y un nivel de tensión negativo constante puede representar un 0 y así formar información.

El mecanismo de transporte más simple que se emplea en telecomunicaciones es el par de conductores eléctricos (ver capítulo II). Este permite el envío de una corriente eléctrica de señal desde el transmisor en un extremo del par hasta el receptor en el otro extremo.

Existen dos métodos básicos de señalización de información que se pueden utilizar para transmitir en forma eléctrica dicha información. Estos son: la señalización y transmisión analógica y la señalización y transmisión digital.

La señalización analógica implica la creación de una forma de onda eléctrica (señal) análoga a la forma de onda de la información original (por ejemplo, un patrón de onda de voz). De esta manera, la señal es de forma similar a la voz o a la forma de onda de la información que representa. Las líneas de transmisión analógicas se emplean para

enviar señales analógicas, e históricamente, han predominado en los enlaces de las redes de telecomunicaciones del mundo.

En la señalización digital, la información se convierte en una serie de pulsos eléctricos binarios que pueden asumir alguno de sólo dos valores 0 ó 1. Se dice que la información se envía como una serie de dígitos y de aquí el término de transmisión digital.

Esta técnica se ha convertido en el principal método de transmisión de telecomunicaciones. Esto se debe a los beneficios significativos que ofrece la transmisión digital, tanto en los términos de funcionamiento como de costo. Las figuras 1.3 y 1.4 ilustran la forma de onda típica de la señal analógica y digital respectivamente.

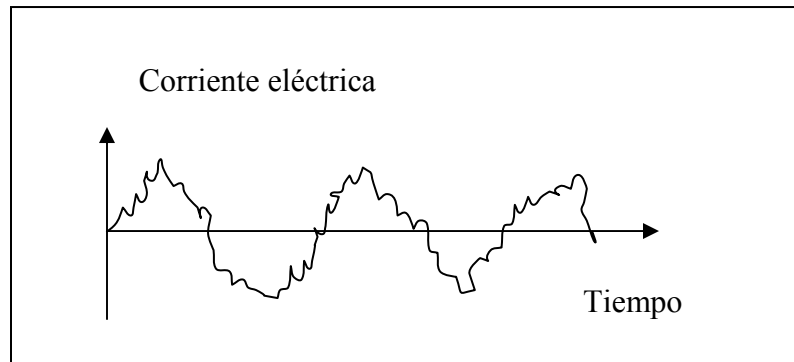


Figura 1.3 Señales analógica típica.

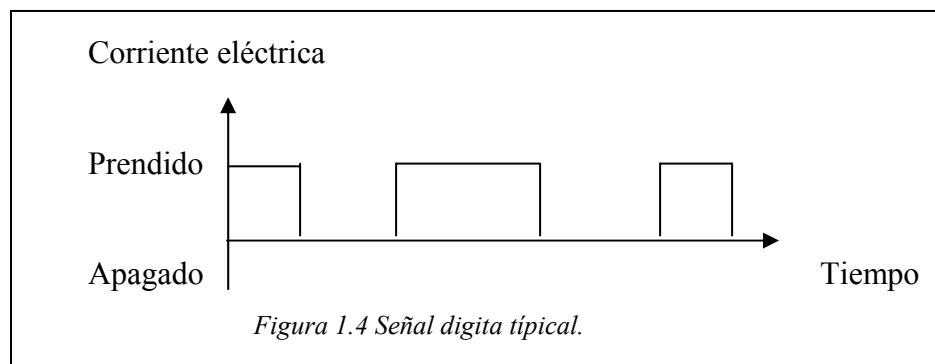


Figura 1.4 Señal digita típica.

Como se muestra en las figuras 1.3 y 1.4 éstas son las únicas posibilidades. Los datos digitales se pueden también representar mediante señales analógicas usando *módems* (modulador-demodulador). El módem convierte la serie de pulsos de tensión binarios (bi-valuados) en una señal analógica, codificando los datos digitales haciendo variar alguno de los parámetros característicos de una señal denominada *portadora*. De esta manera se podrán transmitir datos digitales a través de medios adecuados a la naturaleza de la señal portadora. Los módems más convencionales representan los datos binarios en el espectro de la voz y por lo tanto hacen posible que los datos se propaguen a través de líneas telefónicas convencionales. En el otro extremo de la línea, el módem demodula la señal para con ello recuperar los datos originales.

Realizando una operación muy similar a la que realizan los módems, los datos analógicos se pueden representar mediante señales digitales. El dispositivo que realiza esta función para la voz se denomina *codec* (codificador-decodificador). Esencialmente, el codec aproxima a la señal analógica que representa directamente a la voz, mediante una cadena de bits. En el receptor, dichos bits se usan para reconstruir los datos analógicos.

Así pues, la figura 1.5 sugiere que los datos se pueden codificar de varias maneras.

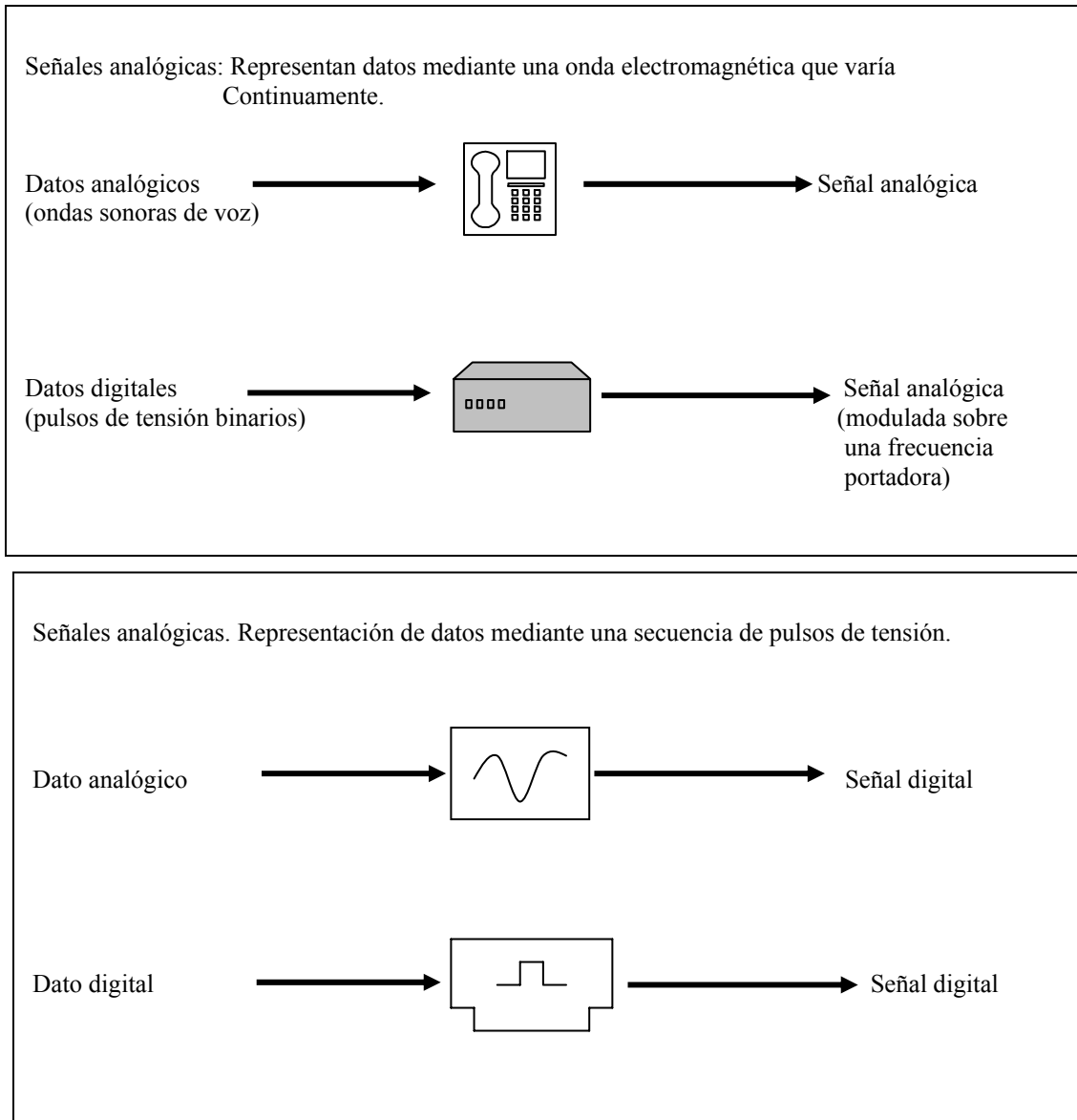


Figura 1.5 Señalización analógica y digital de datos analógicos y digitales

Tanto las señales analógicas como las digitales se pueden transmitir a través del medio de transmisión adecuado (capítulo II). El medio de transmisión en concreto determinará cómo se tratan estas señales.

La transmisión analógica es una forma de transmitir las señales independientemente de su contenido; las señales pueden representar datos analógicos (por ejemplo voz) o datos digitales (por ejemplo, los datos binarios modulados en un módem). En cualquier caso, la señal analógica se irá debilitando (atenuándose) con la distancia. Para conseguir distancias más largas, el sistema de transmisión analógico incluye amplificadores que inyectan energía a la señal. Desgraciadamente, el amplificador también inyecta ruido en los componentes. Para conseguir distancias mayores, al utilizar amplificadores en cascada, la señal se distorsiona cada vez más. Para datos analógicos, como la voz, se puede tolerar una pequeña distorsión, ya que en ese caso los datos siguen siendo inteligibles. Sin embargo, para los datos digitales los amplificadores en cascada introducirían errores.

La transmisión digital, por contrario, es dependiente del contenido de la señal. Una señal digital sólo puede transmitir a una distancia limitada, ya que la atenuación y otros aspectos negativos pueden afectar a la integridad de los datos transmitidos. Para conseguir distancias mayores se usan regeneradores (más a detalle en el capítulo II). Un regenerador recibe la señal digital, regenera el patrón de ceros y unos y los retransmite. De esta manera se evita la atenuación.

Para señales analógicas se puede usar la misma técnica anterior si la señal transmitida transporta datos digitales. En este caso, el sistema de transmisión tendrá repetidores convenientemente espaciados en lugar de amplificadores. Dichos repetidores recuperan los datos digitales a partir de la señal analógica y generan una señal analógica limpia. De esta manera el ruido no es acumulativo.

Un problema a resolver es la elección del mejor método de transmisión. A pesar de que los sistemas de transmisión analógica han absorbido grandes inversiones, la industria de las telecomunicaciones y los usuarios han optado por la transmisión digital. Tanto las comunicaciones a larga distancia como los servicios a distancias muy cortas, (por ejemplo, entre edificios) se están reconvirtiendo gradualmente a digital, y es más,

igualmente se está introduciendo la señalización digital en todos los sistemas donde sea factible. Las razones más importantes que justifican esta elección son:

- **Tecnología digital** las mejoras en las tecnologías de integración a gran escala (LSI, large scale integration) y muy grande escala (VLSI Very large scale integration) se han traducido en una disminución continua tanto en costo como en el tamaño de la circuitería digital. El instrumental analógico no ha experimentado una reducción similar.
- **Integridad de los datos** al usar repetidores en lugar de amplificadores, el ruido y otros efectos negativos no son acumulativos. Por tanto, usando tecnología digital es posible transmitir datos conservando su integridad a distancias mayores utilizando incluso líneas de calidad inferior.
- **Utilización de la capacidad** en términos económicos, el tendido de líneas de transmisión de banda ancha ha llegado a ser factible, incluso para medios tales como canales vía satélite y fibra óptica. Para usar eficazmente todo ese ancho de banda se necesita un alto grado de multiplexación, La multiplexación se puede realizar más fácilmente y con menor costo usando técnicas digitales (división en el tiempo) que con técnicas analógicas (división de frecuencias).
- **Seguridad y privacidad:** las técnicas de encriptación se pueden aplicar fácilmente a los datos digitales, o a los analógicos que se hayan previamente digitalizado.
- **Integración:** en el tratamiento digital de datos analógicos y digitales, todas las señales tienen igual forma y pueden ser procesadas de una forma similar. Este hecho posibilita la integración de voz, datos y video usando la misma infraestructura.

I.6 Organizaciones de normalización.

Con la finalidad de establecer normas o estándares en el campo de las telecomunicaciones para que diferentes fabricantes pudieran producir sus artículos bajo una misma filosofía asegurando de ésta forma la interoperatividad de los mismos y diversos proveedores pudieran proporcionar sus servicios siguiendo parámetros comunes, se crearon varias organizaciones de normalización. A continuación se explica lo que efectúa cada una de las principales organizaciones.

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).

Esta organización es responsable de estándares específicos relacionados con los sistemas de comunicación privada, por ejemplo el estándar IEEE802 se refiere a las redes de área local (LANs).

EIA (*Electronic Industries Association*).

Este cuerpo de normalización de la industria electrónica de los Estados Unidos de América es responsable de los estándares involucrados en el nivel físico. Los estándares originados por esta organización inician con las letras RS, como por ejemplo el RS232-C.

ISO (*International Standards Organization*)

Es un grupo de varias organizaciones de normalización, es responsable de la normalización de una gran variedad de artículos. Específicamente, el comité técnico número 97 es el responsable de los estándares de las comunicaciones de datos, por ejemplo: las recomendaciones relacionadas con el HDLC y el modelo OSI.

ANSI (*American National Standards Institute*).

Es una organización no gubernamental que representa a los Estados Unidos de América ante los organismos internacionales de normalizaciones y es miembro de la ISO. Entre sus trabajos de normalización se encuentran los estándares de la tecnología Frame Relay.

ITU (*International Telecom. Union*).

Antes CCITT (Comité Consultatif International de Telephonie et Telegraphie) define estándares relacionados con telefonía, telegrafía y comunicación de datos. Tiene periodos de estudio de 4 años, los cuales concluyen con la publicación de un conjunto de libros, conocidos anteriormente como recomendaciones CCITT. Por otra parte cuenta con varios grupos de estudio los cuales tienen tareas específicas. Todas las recomendaciones del CCITT inician con una letra seguida de un número de máximo 4 cifras. Las letras indican el área a la que pertenece el estándar. En la tabla 1.1 se especifican las principales recomendaciones del CCITT.

Grupo de estudio	Area	Letra
VII	Redes públicas de comunicación de Datos.	X
VIII	Equipo terminal telegráfico.	S
VIII	Equipo terminal para servicios telemáticos.	T
XI	Señalización en redes telefónicas.	Q
XV	Conexiones y circuitos telefónicos Internacionales Sistemas de transmisión.	G
XVII	Comunicación de datos en redes telefónicas analógicas.	V
XVIII	Red digital de servicios integrados (ISDN)	I

Tabla 1.1 Principales Recomendaciones del CCITT

Este capítulo presentó los conceptos básicos de telecomunicaciones con el fin de conocer los antecedentes de la tecnología actual y tener bases para poder manejar los conceptos posteriores a lo largo de éste trabajo de tesis.

II. REDES.

Debido al rápido progreso tecnológico la forma como se recolectaba, trasportaba, almacenaba y procesaba la información ha cambiado. Antes los sistemas de comunicaciones eran altamente centralizados. El antiguo modelo de un sólo dispositivo sirviendo a todas las necesidades de comunicación de una organización ha sido reemplazado por otro en el cual un gran número de dispositivos independientes pero interconectados realizan el trabajo (se dice que están interconectados, sí entre ellos existe la posibilidad de intercambiar información; la conexión puede hacerse por cualquier medio, sea cobre, fibra óptica, microondas, satélite, etc.).A estos sistemas se les denomina redes de comunicaciones.

El objetivo principal de las redes es entonces el de compartir los recursos y la información, sin importar distancias y facilitando el uso de ellos a los usuario.

Un punto débil de una red, puede ser la perdida de la información, si no se cuenta con una adecuada administración sobre ella; otra desventaja es el alto costo de los dispositivos de red. Sin embargo, generalmente las redes llegan a ser redituables y convenientes para las empresas.

II.1 Arquitectura de Redes por Capas.

Los sistemas de comunicación de datos deben ser capaces de realizar todas las funciones necesarias para permitir la comunicación entre dos o más sistemas, sin importar el hardware usado, y deben ser capaces de hacerlo en una forma simple para el usuario.

Uno de los principales retos de la comunicación de datos es la obtención de un sistema de transmisión confiable de información que puede entregar los datos en forma

inteligible al nodo destino². Para lograr esto, se requieren funciones tales como detección de errores, control de congestión, etc.

Como se menciona en el capítulo I fue necesario establecer un protocolo de comunicación para la transmisión de datos, sin embargo, esto no fue suficiente pues no existía una normalización a la hora de desarrollar sistemas de comunicación entre DTE (dispositivos terminales). Los estándares surgen de facto a partir de los desarrollos de las grandes compañías informáticas, que son incompatibles con los de sus competidores. Para resolver este problema, se plantea entonces la necesidad de establecer una arquitectura de red³ única a partir de la cual todos los fabricantes desarrollen sus productos, de forma que exista compatibilidad entre los diferentes sistemas. Con esta filosofía de trabajo los organismos de normalización internacionales crearon un modelo de arquitectura de red. En 1978, la ISO (Organización Internacional de Estándares) citó a un comité cuya tarea fue definir una arquitectura de red.

Dicha arquitectura debía ser capaz de permitir la comunicación de datos entre productos sin importar quien los había manufacturado, sin que el usuario final se tuviera que preocupar acerca del tipo de producto con el que se estuviera comunicando. Estos conceptos dieron lugar a la realización de **sistemas abiertos**⁴.

II.2 Modelo OSI.

En 1979, ISO definió su **modelo de arquitectura de red OSI** (Interconexión de sistemas abiertos). Este modelo fue adoptado en 1980 por el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y telegrafía) en su recomendación X.200 la cual comprende

² Nodo destino. Es el punto en una red donde se conecta un equipo activo (por ejemplo Pc's) para su comunicación con otras.

³ Una arquitectura de red es el conjunto de capas y protocolos de la misma. Las capas se encargan de comunicarse entre ellas a diversos niveles y los protocolos, son reglas y convenciones usadas para que se comuniquen capas homólogas de diferentes dispositivos

⁴ Sistema abierto es un conjunto de computadoras asociado a periféricos, terminales, etc. que forman un todo autónomo capaz de efectuar procesamientos y transferencias cumpliendo con las normas.

las especificaciones para la transmisión de datos por conmutación de paquetes o circuitos para “sistemas abiertos” ofreciendo una revisión completa de comunicación entre niveles y a nivel de protocolos como veremos más adelante en este capítulo. El OSI entonces es un modelo estratificado para interconexión de sistemas abiertos. En este modelo de referencia se definen los protocolos o relaciones lógicas de comunicación entre dos sistemas que pueden estar enlazados a través de una red.

La comunicación de datos comprende 2 aspectos principales:

El primero es del *transporte*: Involucra todas las funciones relacionadas con la transferencia de datos entre dos usuarios finales.

El segundo se refiere a *la manipulación de datos*: Los datos deben ser liberados en una forma inteligible. En algunos casos los datos deben ser convertidos.

Ambos aspectos se dividieron en subfunciones, por lo que finalmente entre el transporte de datos y la manipulación de los mismos se definió una función que se encarga de monitorear el sistema de transporte.

Las 7 capas del modelo OSI.

El modelo OSI comprende 7 funciones, representadas por 7 **capas** o **niveles**, en la arquitectura de red. En la parte inferior se encuentra el enlace físico entre ambos usuarios finales y en la parte superior se encuentran los usuarios finales con sus peticiones de comunicación de datos y sus datos.

Cada comunicación de datos se lleva a cabo utilizando estas 7 capas, cada una cumple una función específica.

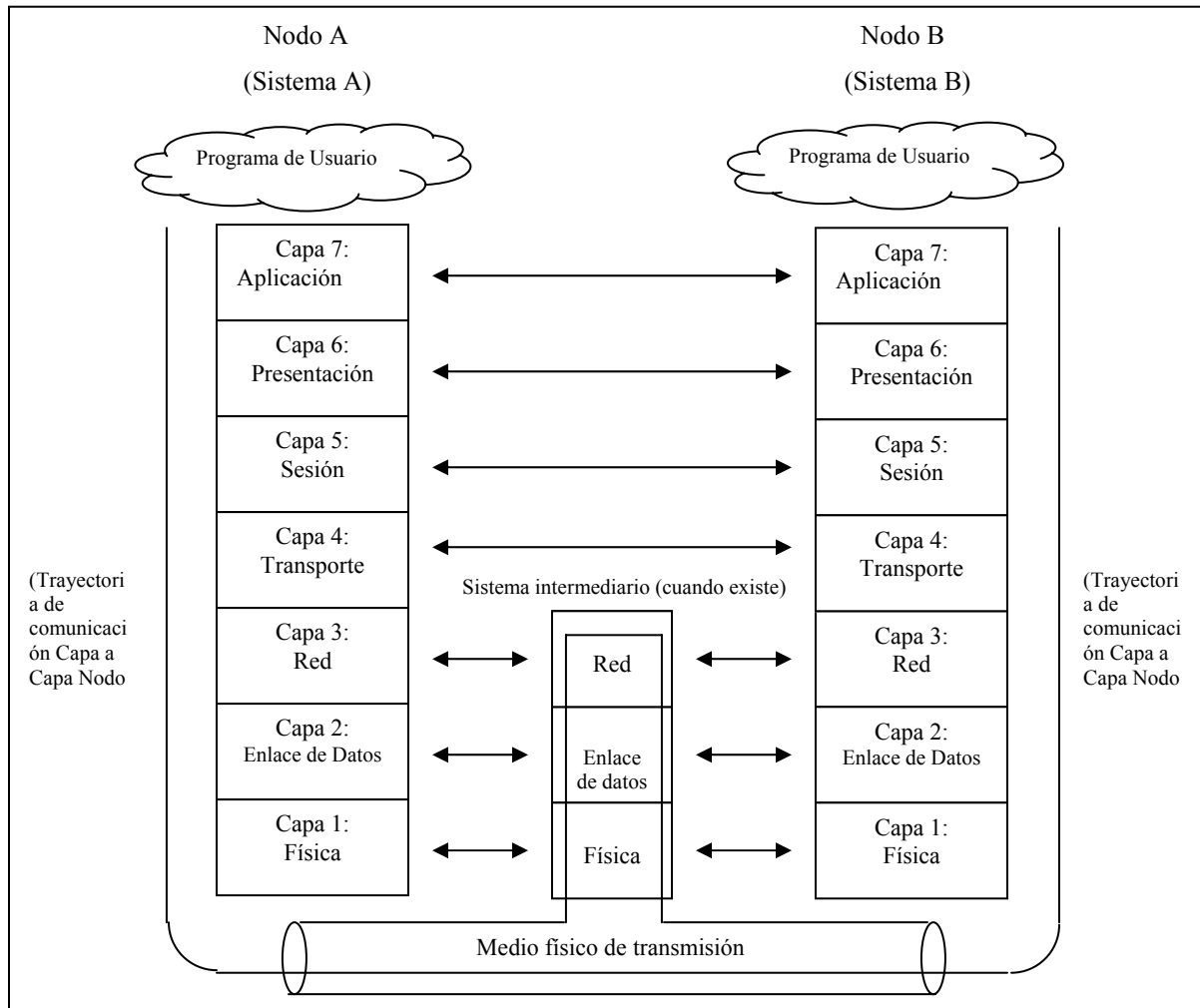


Figura 2.1 Modelo OSI

Para la ejecución de sus funciones cada capa asume que las capas inferiores han realizado su función correctamente como se observa en la figura 2.1. Cada una tiene un papel que a continuación se describe brevemente.

La capa 1 Física.

Es responsable de el **transporte de bits**. Dependiendo del tipo de enlace físico los bits se representan de una manera en la que puedan ser transportados a través del medio. Define voltajes, tiempo de duración de los pulsos, el número de pines que tiene el

conector de la interfase y sus funciones, la forma de establecer la conexión inicial y de interrumpirla, etc.

La capa 2 de Enlace de Datos.

Utilizando un medio de transmisión común y corriente, su función es asegurar que la información sea transmitida sin errores entre nodos adyacentes de la red. Esta capa maneja **tramas de datos** como unidad de transmisión de datos. Como la capa física básicamente acepta y transmite un flujo de bits sin tener en cuenta su significado o estructura, recae sobre la capa de enlace de datos la creación o reconocimiento de los límites de la trama. Además, resuelve los problemas de daño, pérdida o duplicidad de tramas y participa en la regulación de flujo (por ejemplo, evita que un transmisor muy rápido sature con datos a un receptor muy lento).

La capa 3 de Red.

Es la encargada de que los datos sean enviados a su correcto destino, determinando la ruta de transmisión. La unidad de transmisión de datos en esta capa es el **paquete de datos**. También participa en el control de congestión de la red (si en un momento dado hay demasiados paquetes presentes en la red, ellos mismos se obstruirán mutuamente y darán lugar a un cuello de botella). En muchas ocasiones se introduce una función de contabilidad en la capa de red, el software deberá saber cuantos paquetes o bits se enviaron a cada cliente con objeto de producir información de facturación. Además, la responsabilidad de resolver problemas de interconexión de redes heterogéneas recaerá, en todo caso, en esta capa.

La capa 4 de Transporte.

Su función principal consiste en aceptar los datos de la capa de sesión, dividirlos, siempre que sea necesario, en unidades más pequeñas (la capa de red generalmente pone un límite en el tamaño de los mensajes que acepta), pasarlos a la capa de red y asegurar que todos ellos lleguen correctamente a su destino. A partir de la capa de red, las 4 capas superiores restantes manejan **mensajes** como unidad de transmisión de datos. Además, esta capa se usa para detectar fallas en la red y para tomar las acciones correspondientes.

Es capaz de solicitar el establecimiento de un nuevo enlace, en el caso de que falle un enlace de la red.

La capa 5 de Sesión.

Es un tipo de sistema operativo para la comunicación de datos. Permite que los usuarios de diferentes equipos puedan establecer sesiones entre ellos. Uno de los servicios de la capa de sesión consiste en la realización del control del diálogo. Las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o bien, en una sola dirección en un momento dado, la capa de sesión ayudará en el seguimiento de quien tiene el turno. Otro de los servicios de la capa de sesión es la **sincronización**, esta capa proporciona una forma de insertar puntos de verificación en el flujo de datos, con el objeto de que solamente se tengan que retransmitirse los datos que se encuentren enseguida del último punto de verificación cuando se reanuda el servicio después de una caída de la red.

La capa 6 de Presentación.

Permite a equipos que intercambian información, entenderse o interpretarse entre ellas independientemente de la codificación que utilice para los caracteres (por ejemplo, código ASCII y EBCDIC). Esta capa es responsable de convertir los datos transmitidos a una forma inteligible. Después de pasar este nivel los datos recibidos están disponibles en una forma inteligible para el equipo. Esta capa está relacionada también con otros aspectos de representación de la información, por ejemplo: **la compresión de datos** se puede utilizar aquí para reducir el número de bits que tiene que transmitirse y la **criptografía** se necesita usar frecuentemente por razones de privacidad y de autenticación.

La capa 7 de Aplicación.

Contiene una variedad de protocolos que hacen posible ofrecer una serie de aplicaciones al usuario final, por ejemplo **correo electrónico, transferencia de archivos, terminal virtual (telnet), directorio electrónico**, etc.

A continuación se muestra una tabla 2.1 en la cual resume las principales funciones de cada capa que integra el modelo OSI.

Capa de Aplicación (7) Funciones orientadas a aplicaciones (ejemplo: transferencia de archivos).
Capa de Presentación (6) Representación, códigos y formatos de datos.
Capa de Sesión (5) Sincronización y control del diálogo (inicialización y liberación).
Capa de Transporte (4) Control de transporte de mensajes de sistema a sistema, optimización del uso de los recursos de la red.
Capa de Red (3) Envío de paquetes de datos por una ruta de la red hacia sus destino final.
Capa de Enlace de Datos (2) Transferencia confiable de tramas de datos entre nodos adyacentes de la red (detección y corrección de errores en algunos casos).
Capa Física (1) Transmisión de señales eléctricas, ópticas y/o de radio.

Tabla 2.1 Principales funciones de cada una de las capas del modelo de referencia OSI.

II.3 Clasificación de las redes.

Debido al desarrollo de la tecnología y de las redes como tal, fue necesario desde un principio establecer clasificaciones que permitieran identificar estructuras de red concretas.

Existen varios criterios para clasificar las redes entre los que se encuentran: Tipo de transmisión, Propiedad, Tipo de tráfico, Cobertura.

II.3.1 Tipo de transmisión.

Redes de difusión: En este tipo de redes existe un sólo canal de comunicaciones que es compartido por todos los dispositivos en la red. Los dispositivos envían mensajes cortos denominados paquetes en algunos contextos, los cuales son recibidos por todos los demás equipos. Un campo de dirección dentro del paquete especifica para quién está dirigido. Al recibir el paquete, cada dispositivo verifica el campo de dirección. Si el paquete es para él lo procesa, sino lo ignora. En los sistemas de difusión es posible ponerle a un paquete como dirección todos los destinos. Este tipo de paquetes se conoce como broadcast. En algunos sistemas de difusión también es posible enviar paquetes a un subconjunto de las máquinas. Esto se conoce como multicast. Ejemplo: televisión, satélite o radio.

Redes punto a punto: Este tipo de redes están formadas por muchas conexiones entre pares de dispositivos. Para ir del origen al destino es necesario pasar por uno o más dispositivos intermedios. 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. Por ejemplo la red Frame Relay que conectaría el corporativo internacional con el corporativo de México.

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

II.3.2 Por su propiedad.

Públicas: Son redes que prestan servicios a terceros. El servicio que prestan puede ser simplemente transporte de información o servicios de valor agregado. Por lo general son redes de amplia cobertura.

Privadas: Son propiedad de una empresa o entidad en particular y están sólo al servicio de esta. Son utilizadas para aumentar la productividad y para dar soporte a la operación.

II.3.3 Tipo de tráfico.

Se entiende como Tráfico en una red al tipo de información que se va enviar de acuerdo a sus necesidades de transmisión, es decir más veloz ó menos veloz, con mayor o menor ancho de banda, etc. Los diferentes tipos de tráfico presentan características distintas, lo cual ha hecho que los desarrollos para los diferentes tipos de tráfico se han por separado.

Voz.

- Tráfico que no admite retardos ni adelantos (Isocrónico).
- Admite pérdidas de pequeños pedazos de la información.
- Ocupa un ancho de banda constante.

Vídeo.

- Tráfico que no admite retardos, ni adelantos (Isocrónico).
- Admite pérdidas de pequeños pedazos de la información.
- Ocupa un ancho de banda variable si se utiliza compresión de vídeo

Datos.

- Tráfico que admite retardos o adelantos.
- No admite pérdidas de información, ni alteración de la misma.
- Ocupa un ancho de banda variable.

II.3.4 Por su cobertura.

La cobertura de una red se refiere como su nombre lo indica a la extensión geográfica que esta ocupa, estas redes se dividen como sigue:

- Redes de área local LAN. Son redes privadas localizadas en un edificio o campus. Su extensión es de algunos kilómetros.
- Redes de área metropolitana MAN. Básicamente son una versión más grande de una LAN utilizan tecnología similar, pueden ser públicas o privadas.
- Redes de área amplia WAN. Son redes que cubren una amplia región geográfica. Este tipo de redes contienen máquinas que ejecutan programas de usuario llamadas hosts o sistemas finales. Los sistemas finales están conectados a una subred de telecomunicaciones. La función de la subred es transportar los mensajes de un host a otro.

II.4 Técnicas de transmisión.

La técnica de transmisión es la forma en la que se van a transmitir los datos de los dispositivos de comunicación al medio físico como se estudio en el capítulo I podemos transmitir señales de forma analógica o digital. Se utilizan principalmente dos modalidades: Transmisión en Banda Base y Transmisión en Banda Ancha.

II.4.1 Banda Base.

En esta modalidad, la señal se trasmite sin modulación, esto es sin duda una ventaja ya que no se requieren de moduladores ni demoduladores. Cuando se realiza una transmisión todo el ancho de banda del medio es utilizado. Con las distancias la señal

puede sufrir distorsión, para solucionar este problema, se requiere de repetidores para generar la señal a partir de una cierta distancia, la cual depende del tipo de medio utilizado y de la velocidad de transmisión.

Se debe establecer también, un mecanismo que permita que siempre se produzcan transiciones de altos y bajos (1 y 0), para evitar que la recuperación de la señal por parte del receptor se dificulte, ya que no se podría identificar un inicio o término de bit por no tener cambios de nivel en la señal. Existen varios tipos de codificaciones para solucionar estos problemas.

II.4.2 Banda Ancha.

En esta técnica de transmisión se utilizan señales analógicas moduladas. Las frecuencias de transmisión alcanzan hasta 400 MHz. El ancho de banda total del cable se puede dividir, mediante técnicas de multiplexación por división de frecuencia (FDM), en grupos de canales de banda más estrecha. Cada uno de estos canales puede ser utilizado independientemente para un determinado tipo de servicio. Cuando dos o varios canales tienen el mismo tipo de operación, a distinta frecuencia, pueden interconectarse mediante unos dispositivos denominados puentes de banda ancha.

La ventaja principal de esta técnica es la posibilidad de integrar todo tipo de señales en un sólo medio y la gama de distancias que puede abarcar.

II.5 Medios de transmisión.

Uno de los aspectos claves en el diseño de redes es el medio físico que transporta la información, ya que puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología e incluso el método de acceso. Los medios de transmisión pueden ser guiados, si las ondas electromagnéticas van encaminadas a lo largo de un camino físico; no guiados si el medio es sin encauzar (aire, agua, etc.).

II.5.1 Medios de transmisión Guiados.

Entre los principales medios de transmisión guiados los más utilizados son: el cable par trenzado, el cable coaxial, la fibra óptica.

En el caso de los cables (par trenzado, coaxial y fibra óptica), los parámetros más significativos a considerar en la selección del tipo de cable son:

- **Ancho de banda.** Se encuentra definido por el espectro de frecuencias que el medio puede transferir. A mayor ancho de banda se operan velocidades de transmisión más elevadas. El ancho de banda está en función de las características del cable y su longitud. Por ello, es apropiado considerar distancia por velocidad.
- **Longitud.** La longitud de un segmento de cable está en función del tipo de cable.

- **Fiabilidad en la transferencia.** Es la característica que determina la calidad de transmisión, evaluada en porcentaje de errores por número de bits transmitidos.
- **Seguridad.** Indica el grado de dificultad con lo que las señales transportadas pueden ser interceptadas.
- **Facilidad de instalación.** Relacionada con la ligereza y diámetro del cable así como su debilidad a las operaciones que sobre él se realicen.
- **Costo.** Es un criterio determinante en la selección del cable, el cable más económico es el par trenzado, siendo la fibra óptica el más costoso.

Cable Par Trenzado.

Está constituido por dos hilos de cobre trenzados en forma de hélice. Este trenzado helicoidal le hace menos susceptible a interferencias y reduce la posibilidad de interferencias entre pares cuando varios de estos se agrupan en el mismo cable.

El cable par trenzado puede ser blindado o sin blindar. Al cable blindado se le conoce como STP (Shielded Twisted Pair) mientras que al cable sin blindaje se le conoce como UTP (Unshielded Twisted Pair). En la figura 2.2 se muestran ambos tipos de cable.

El cable STP es más adecuado para mayores distancias y velocidades de transmisión debido a su menor sensibilidad a las interferencias y atenuación.

Características.

- Grosor de 1mm.
- El ancho de banda depende del grosor y de la distancia.
- Velocidad del orden de 10-100 Mbps.
- Categorías de cable par trenzado:
 - **STP** (blindado): 2 pares de hilo, recubierto por malla.
 - **UTP** (sin blindaje): 4 pares de hilos.
 - Categoría 1: Hilo telefónico trenzado de calidad de voz no adecuado para las transmisiones de datos. Velocidad de transmisión inferior a la de 1 Mbps
 - Categoría 2: Cable de par trenzado sin apantallar. Su velocidad de transmisión es de hasta 4 Mbps
 - Categoría 3: Velocidad de transmisión de 10 Mbps. Con este tipo de cables se implementa las redes Ethernet 10-Base-T
 - Categoría 4: La velocidad de transmisión llega a 16 Mb/seg.
 - Categoría 5: Puede transmitir datos hasta 100 Mbps

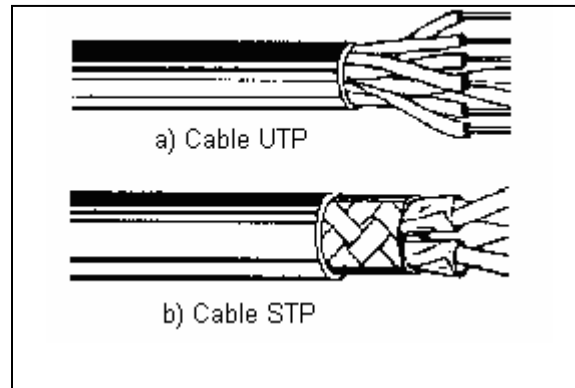


Figura 2.2 Cable par trenzado.

Cable coaxial.

Un cable coaxial consta de un par de conductores de cobre o aluminio. Uno de ellos forma un núcleo y está rodeado por el segundo conductor constituido por una maya muy fina de hilos trenzados o una lámina metálica cilíndrica. La separación de aislamiento entre los dos conductores se realiza mediante un material dieléctrico (plástico o teflón). Todo el cable está compuesto por un aislamiento de protección para reducir las transmisiones eléctricas en la figura 2.3 se observan los componentes del cable coaxial. El cable coaxial tiene normalmente un ancho de banda mayor que el cable de par trenzado. Se utiliza tanto para la transmisión de datos como para la telefonía o señales de video.

Ventajas del cable coaxial.

- Soporta tasas de transmisión mas altas que un par trenzado.
- Buena inmunidad al ruido.

Desventajas del cable coaxial.

- Mayor costo que el par trenzado.
- Menos flexible que el par trenzado y menor facilidad de instalación.

Características del cable coaxial.

Los hay de 2 impedancias típicas:

- 75 ohmios: usado en banda ancha, para la transmisión de TV, distintos canales, 300MHz.
- 50 ohmios: usado en banda base, la transmisión de datos en Ethernet, un canal.

Ejemplos: 10BASE5: coaxial grueso, 500 metros, 10Mbps, conector "N", 10BASE2: coaxial fino, 185 metros, 10 Mbps, conector "BNC".

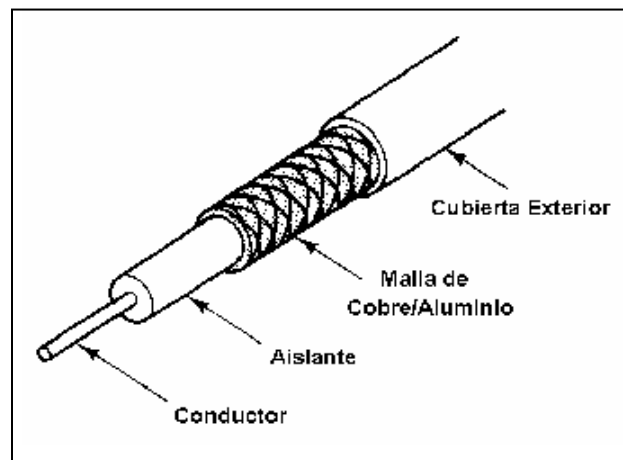


Figura 2.3 Cable coaxial.

Fibra óptica.

Constituye un medio de gran potencial para redes de alta velocidad. La fibra óptica está constituida por un núcleo circular muy fino de fibra de vidrio (Silicio) transparente, capaz de conducir en su interior la energía óptica. Esta rodeado de un revestimiento de otro tipo de vidrio con diferente índice de refracción. Todo el conjunto está cubierto por una cubierta opaca y absorbente de la luz. En la fig 2.4 se aprecia un esquema de la fibra óptica.

El sistema de transmisión óptica está formado por tres componentes:

- *Transmisor de energía óptica* con un modulador para transformar la señal electrónica entrante a la frecuencia entrante a la frecuencia aceptada por la fuente luminosa, la cual convierte la señal electrónica (electrones) en una señal óptica (fotones), que se emite a través de la fibra óptica. Las Fuentes luminosas pueden ser semiconductores.
- *La fibra óptica*, que se conecta a la fuente luminosa y al detector de energía óptica. El componente de la fibra es silicio. La conexión a la fuente y al detector requiere una tecnología compleja y es un factor crítico en el rendimiento de todo el sistema.
- *Detector de energía óptica*, normalmente un fotodiodo, que convierte la señal óptica recibida en electrones. Es necesario también un amplificador para regenerar la señal.

Ventajas de la Fibra óptica

- Insensibilidad a la interferencia electromagnética, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal a otro.
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no pueden dar sacudidas ni otros peligros son convenientes por lo tanto para trabajar en ambientes explosivos.
- Liviandad y reducido tamaño del cable capaz de llevar un gran número de señales.
- Sin puesta a tierra de señales, como ocurre con alambres de cobre que quedan en contacto con ambientes metálicos.
- Compatibilidad con la tecnología digital.
- Fácil de instalar.

Desventajas de la fibra óptica

- Costos elevados.
- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad limitada de conectores.
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo.

Características de la fibra óptica.

- Se necesita una fuente de luz: láser o LED.
- Se transmite por fibra y se capta por foto diodos.

- La topología típica es el anillo.
- Alcanza un ancho de banda de 30000GHz .
- Sólo necesita repetidores cada 30 kms.
- No hay interferencias.
- Pesa 8 veces menos que el cable par trenzado.

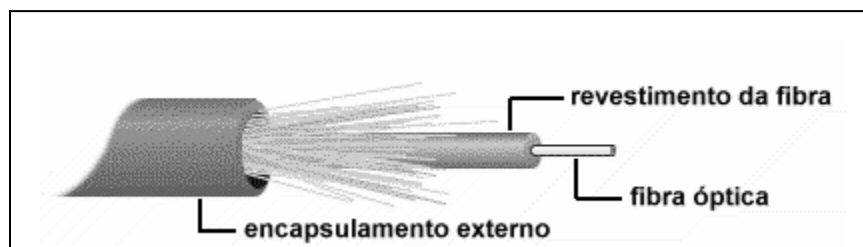


Figura 2.4 Fibra óptica

II.5.2 Medios de transmisión no guiados.

Podemos definir a un medio de transmisión no guiado como aquel que no requiere de ningún tipo de cable para enviar información. El medio de transmisión no guiado es principalmente el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena.

Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: direccional y omnidireccional. En la direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados. En el método omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples

direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Cuanto mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional .

Por tanto, para enlaces punto a punto se suelen utilizar microondas (altas frecuencias). Para enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias). Los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia (en una misma habitación).

Microondas.

Las microondas son ondas electromagnéticas cuya longitud de onda se encuentra entre 1 mm y 1 m. Dada su frecuencia, 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.

Microondas terrestres.

Se denominan microondas terrestres debido a que suelen utilizarse antenas parabólicas. Para conexiones a larga distancia, se utilizan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas.

Se suelen utilizar en sustitución del cable coaxial o las fibras ópticas ya que se necesitan menos repetidores y amplificadores, aunque se necesitan antenas alineadas. Se usan para transmisión de televisión y voz.

La principal causa de pérdidas es la atenuación debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia (con cable coaxial y par trenzado son logarítmicas). La atenuación aumenta con las lluvias.

Las interferencias es otro inconveniente de las microondas ya que al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales.

Microondas Vía Satélite.

Se definen como microondas vía satélite por que su emisor-transmisor son los satélites. La comunicación mediante satélite consta de varias propiedades que la hacen rentable. Esta constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales escucha una parte del espectro de frecuencias, amplificando la señal de entrada y, después, la retransmite a otra frecuencia, para evitar los efectos de interferencia con señales de entrada. El flujo dirigido hacia abajo puede ser amplio y cubrir una parte significativa de la tierra, o bien puede ser estrecho y cubrir un área de cientos de kilómetros de diámetro.

Los satélites utilizan diferentes zonas del espectro por lo que no compiten entre sí, teniendo varios flujos de datos transmitiéndose de y hacia la Tierra en forma simultánea. Alternativamente, dos o más satélites podrían ocupar una ranura orbital si operasen a diferentes frecuencias. Con objeto de prevenir un posible caos en el cielo, se han establecido acuerdos internacionales sobre quien puede hacer uso de qué ranuras orbitales y de que frecuencias, las banda de frecuencia de telecomunicaciones vía satélite se les conoce como la banda 4/6Ghz, se encuentran en exceso pobladas por que también se utilizan por los proveedores de servicios portadores para enlaces terrestres de microondas.

Las bandas superiores siguientes, que se encuentran disponibles para las telecomunicaciones, son las 12/14GHz a esta frecuencia los satélites pueden llegar a tener un espaciamiento mínimo de un grado. Las bandas de 20/30 GHz también se han reservado para el área de telecomunicaciones.

En resumen el satélite recibe las señales y las amplifica o retransmite en la dirección adecuada. Para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra , el satélite debe ser geoestacionario .

Se suele utilizar este sistema para:

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

El rango de frecuencias para la recepción del satélite debe ser diferente del rango al que este emite, para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

Debido a que la señal tarda un pequeño intervalo de tiempo desde que sale del emisor en la Tierra hasta que es devuelta al receptor o receptores, ha de tenerse cuidado con el control de errores y de flujo de la señal.

II.6 Topologías de Red.

La topología o forma lógica de una red se define como la distribución de cada dispositivo en relación de la red y a los demás dispositivos.

Los criterios a considerar en la elección de una topología son: la complejidad de instalación y mantenimiento, la vulnerabilidad a fallos o averías, la gestión del medio y la facilidad de localización de averías, la capacidad de expansión y reconfiguración, y un aspecto muy importante, el costo.

Las redes locales que se diseñaron como tales, tienen por lo general una topología simétrica. A diferencia de éstas, las redes de área extensa tienen típicamente topologías irregulares.

Los principales tipos de topología que se consideran para una red son: Jerárquica o de Arbol, Estrella, Bus, Anillo, Malla e Híbridas.

A continuación describiremos brevemente cada una de estas.

II.6.1 Topología Jerárquica o de árbol.

La topología de árbol utiliza un nodo de enlace troncal, desde el que se ramifican los demás nodos y el flujo de información es jerárquico como se aprecia en la figura 2.5.

Características:

- El software que la opera es simple y fácil.
- El DTE (Equipo terminal de datos) de arriba es el que controla, el que maneja errores y tareas de control.

Desventajas

- Fácil que se presenten cuellos de botella.
- Saturaciones, problemas con la fiabilidad.
- Si el DTE falla deja de funcionar toda la red.

Esta topología es interesante para redes de banda ancha.

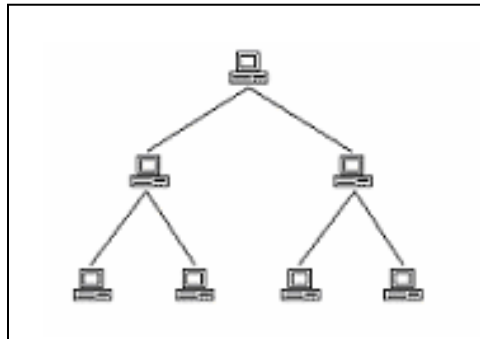


Figura 2.5 Topología Jerárquica o de Árbol.

II.6.2 Topología Estrella.

En la topología estrella la red se une en un único punto, normalmente con un sitio de control centralizado, como un concentrador de cableado (Figura 2.6). Los bloques de información son dirigidos a través del sitio de control central hacia sus destinos. Al tener un punto centralizado es posible monitorear el tráfico y evitar colisiones.

Características:

- Fácil de controlar, software no complicado y flujo de tráfico sencillo.
- Todo el flujo está en el nodo central que controla a todos.
- El nodo central encamina el tráfico, localiza averías y las aísla fácilmente.

Desventajas

- Hay saturaciones y problemas si se avería el nodo central.

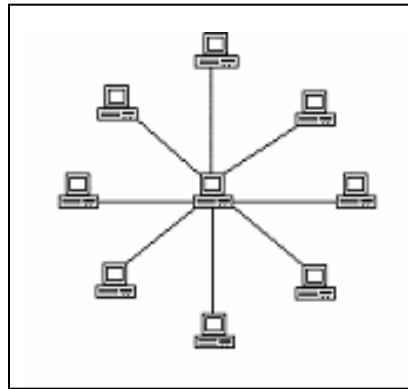


Figura 2.6 Topología en Estrella.

II.6.3 Topología Bus.

En esta topología las estaciones están conectadas por un único segmento de cable (Figura 2.7). El bus es pasivo por lo que no se reproducen señales a cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

Características:

- Frecuente en LAN.
- Fácil control flujo de la red.
- Un dispositivo difunde información a todas las demás.

Desventajas

- Como hay un sólo canal, si éste falla, falla toda la red.
- (Posible solucionar redundancia)
- Casi imposible aislar averías

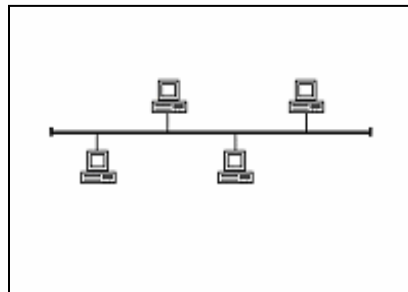


Figura 2.7 Topología en Bus

II.6.4 Topología Anillo.

En esta topología las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común (Figura 2.8). El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.

Características:

- Los datos fluyen en una sólo dirección.
- Cada estación recibe los datos y la retransmite al siguiente equipo del anillo.
- Atractivo por lo raro del embotellamiento.
- Poner en marcha una topología de anillo es sencillo.
- Cada componente recibe/envía paquete transmitido.

Desventajas:

- Como están unidos, si falla un canal entre dos nodos, falla toda la red.
- (Se soluciona con canales de seguridad o conmutadores que redirigen los datos)

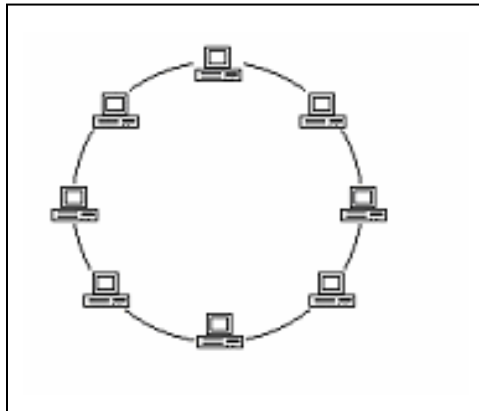


Figura 2.8 Topología en Anillo

II.6.5 Topología en Malla.

La topología de malla utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red con ello obtenemos tolerancia a fallas pues debido a la redundancia, la red puede

seguir operando si una conexión se rompe. Como se observa en la figura 2.9 todos los dispositivos se conectan con todos.

Características:

- Inmunidad a embotellamientos y averías.
- Uso de trayectorias alternativas.

Desventajas

- Control y realización demasiado complejo pero maneja un grado de confiabilidad demasiado aceptable.

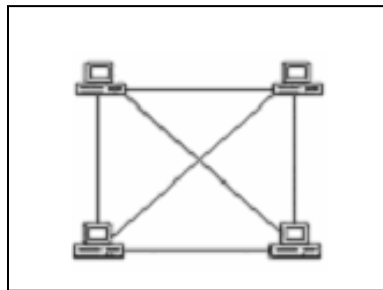


Figura 2.9 Topología en Malla.

II.6.6 Híbrida.

En una topología híbrida, dos o más topologías son combinadas para formar el diseño completo de una red. Son raras las redes que se diseñan usando una sola topología. Por ejemplo, es posible combinar la topología de estrella con la de bus y obtener los beneficios de las ventajas de cada una.

Los tipos de topologías híbridas comúnmente utilizados son: Topología Estrella-Bus y topología Estrella-Anillo.

II.7 Dispositivos de red.

Denominamos dispositivos de red a los elementos activos que la integran como son repetidores, puentes, ruteadores, gateway, estos dispositivos son utilizados para enviar información la información a través de la red.

II.7.1 Repetidores.(Repeaters).

Los repetidores realizan la interconexión a nivel físico. Su función consiste en amplificar y regenerar la señal, compensando la atenuación y distorsión debidas a la propagación por el medio físico. Las características más significativas de los repetidores son:

- Permiten incrementar la longitud de la red.
- Operan con cualquier tipo de protocolo, ya que sólo trabajan con señales físicas.
- No procesan tramas, con lo que el retardo es mínimo.
- Son de bajo costo debido a su simplicidad.
- No aíslan tráfico, es decir, el ancho de banda del medio está compartido por todos los dispositivos, independientemente de la sección de la red en que estén ubicados.

- Se utilizan tanto para redes de área local como para redes de área extensa.

II.7.2 Puentes (Bridges).

Los puentes son elementos que operan a nivel de enlace estos equipos se utilizan asimismo para interconectar segmentos de red, (amplía una red que ha llegado a su máximo, ya sea por distancia o por el número de equipos) y se utilizan cuando el tráfico no es excesivamente alto en las redes pero interesa aislar las colisiones que se produzcan en los segmentos interconectados entre sí. En consecuencia la lógica es más compleja que la de los repetidores siendo más costosa. Sus características son:

- Permiten aislar tráfico entre segmentos de red.
- Operan transparentemente a nivel de red y superiores.
- No hay limitación conceptual para el número de puentes en una red.
- Procesan las tramas, lo que aumenta el retardo.
- Utilizan algoritmos de encaminamiento que generan tráfico adicional en la red.
- Filtran las tramas por dirección física y por protocolo.
- Se utilizan en red de área local.

II.7.3 Ruteadores (Routers).

Estos equipos trabajan a nivel 3 de la pila OSI que corresponde a la capa de red como lo vimos al principio de este capítulo, es decir pueden filtrar protocolos y direcciones a la vez. Los equipos de la red saben que existe un router y le envían los paquetes directamente a él cuando se trate de equipos en otro segmento. Sus características son las siguientes:

- Permite aislar totalmente segmentos de red, con lo que estas pasan a ser redes independientes o subredes.
- Permiten interconectar cualquier tipo de red, eligen el mejor camino para enviar la información.
- No hay limitación conceptual para el número de encaminadores en una red.
- Requieren la utilización de un nivel de red determinado.
- El proceso en los encaminadores es más complejo que en los puentes y por lo tanto, el retardo es mayor.
- Trabaja con tablas de encaminamiento ó enrutado.
- Se utilizan tanto en redes de área local como en redes de área extensa.

II 7.4 Gateway.

Los gateway son equipos que se encargan, como su nombre indica, a servir de intermediario entre los distintos protocolos de comunicaciones para facilitar la interconexión de equipos distintos entre sí.

Su forma de funcionar es que tienen duplicada la pila OSI, es decir, la correspondiente a un protocolo y, paralelamente, la del otro protocolo. Reciben los datos encapsulados de un protocolo, los van desencapsulando hasta el nivel más alto, para posteriormente ir encapsulando los datos en el otro protocolo desde el nivel más alto al nivel más bajo, y vuelven a dejar la información en la red, pero ya traducida. Algunas de sus características son:

- Conectan redes que trabajen sobre distintos protocolos.
- Son los elementos más complejos, y en consecuencia más costosos
- Tienen mayor retardo de propagación debido a su complejidad lógica.

II.8 Redes de área ancha.

Una red de área ancha o WAN es una colección de LANs interconectadas. Las WAN pueden extenderse a ciudades, estados, países o continentes. Las redes que comprenden una WAN utilizan encaminadores (routers) para dirigir sus paquetes al destino apropiado. Los encaminadores están conectados por líneas de datos de alta velocidad, generalmente, líneas telefónicas de larga distancia, de manera que los datos se envían junto a las transmisiones telefónicas regulares.

II.8.1 Característica de una WAN

- Los canales suelen proporcionarlos las compañías telefónicas, con un determinado coste mensual si las líneas son alquiladas, y un costes proporcional a la utilización si son líneas normales conmutadas.
- Los enlaces son relativamente lentos (de 1200 Kb / s a 1.55Mbit / s).

- Las conexiones de los DTE con los DCE⁵ son generalmente más lentas (150 bit / s a 19.2 Kb / s).
- Los DTE y los DCE están separados por distancias que varían desde algunos kilómetros hasta cientos de kilómetros.
- Las líneas son relativamente propensas a errores (si se utilizan circuitos telefónicos convencionales).
- Debido a las diferencias entre las redes de área local y las redes de cobertura amplia, sus topologías pueden tomar formas muy diferentes.
- La estructura de las WAN tiende a ser más irregular, debido a la necesidad de conectar múltiples terminales, computadores y centros de conmutación. Como los canales están alquilados mensualmente, las empresas y organizaciones que los utilizan tienden a mantenerlos lo más ocupados posible. Para ello, a menudo los canales "serpentean" por una determinada zona geográfica para conectarse a los DTE allí donde estén. Debido a eso la topología de las WAN suele ser más irregular.

II.8.2 Clasificación líneas de conmutación.

La conmutación es una técnica para hacer un uso eficiente de los enlaces. Si no existiese una técnica de conmutación los entre dos nodos se tendrían que enlazar en forma de malla utilizando el mismo esquema explicado en la red de malla en este capítulo. Las necesidades de comunicación derivaron en que una máquina necesitaba enviar información unidireccional, bidireccional ó multidireccional, esto dio lugar a la siguiente clasificación:

⁵ DCE (Equipo de comunicación de datos), se refiere a cualquier dispositivo que esté preparado para transmitir/recibir datos.

DTE (Equipo Terminal de datos), se refiere a cualquier dispositivo que este preparado para transmitir datos.

- **Líneas Conmutadas:** Líneas que requieren de marcar un código para establecer comunicación con el otro extremo de la conexión.
- **Líneas Dedicadas:** Líneas de comunicación que mantienen una permanente conexión entre dos o más puntos.
- **Líneas Punto a Punto:** Enlazan dos DTE.s
- **Líneas Multipunto:** Enlazan tres o más DTE.
- **Líneas Digitales:** En este tipo de línea, los bits son transmitidos en forma de señales digitales. Cada bit se representa por una variación de voltaje y esta se realiza mediante codificación digital.

II.8.3 Tipos de redes WAN

Se considera que una Red es WAN cuando para comunicarse de un punto a otro se atraviesan grandes distancias por ejemplo conectar todos las oficinas de correos en México a través de enlaces dan lugar a una red WAN

- **Redes Conmutadas:** La red consiste en una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación, es decir, después de ser transmitida la información a través de un canal, llega a un nodo, éste a su vez, la procesa para enviarla por el siguiente canal que llega al siguiente nodo, y así sucesivamente. Existen tres tipos de conmutación en esta red, los cuales son:
 - **Conmutadas por Circuitos:** Redes en las cuales, para establecer comunicación se debe efectuar una llamada y cuando se establece la

conexión, los usuarios disponen de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red.

- **Conmutadas por Mensaje:** En este tipo de redes el conmutador suele ser una computadora que se encarga de aceptar tráfico de los DTE conectados a ella. La computadora examina la dirección que aparece en la cabecera del mensaje hacia el DTE que debe recibirlo. Esta tecnología permite grabar la información para atenderla después. El usuario puede borrar, almacenar, redirigir o contestar el mensaje de forma automática.
- **Conmutadas por Paquetes:** En este tipo de red los datos de los usuarios se descomponen en trozos más pequeños. Estos fragmentos o paquetes, están insertados dentro de informaciones del protocolo y recorren la red como entidades independientes.
- **Redes Orientadas a Conexión:** En estas redes existe el concepto de multiplexión de canales y puertos conocido como *circuito o canal virtual*, debido a que el usuario aparenta disponer de un recurso dedicado, cuando en realidad lo comparte con otros pues lo que ocurre es que atienden a ráfagas de tráfico de distintos usuarios.
- **Redes no orientadas a conexión:** Llamadas Datagramas, pasan directamente del estado libre al modo de transferencia de datos. Estas redes no ofrecen confirmaciones, control de flujo ni recuperación de errores aplicables a toda la red, aunque estas funciones si existen para cada enlace particular. Un ejemplo de este tipo de red es INTERNET.

En este capítulo definió el modelo de referencia OSI como trabajan los protocolos de red en forma general, así como los tipos y clasificación de redes; elementos necesarios para determinar la arquitectura de una red según las necesidades y recursos de los diseñadores.

En el siguiente capítulo analizaremos como trabaja la tecnología Frame Relay y su relación con los conceptos vistos en este capítulo.

III. TECNOLOGIA FRAME RELAY COMO UNA SOLUCIÓN DE TRANSMISIÓN.

Frame Relay (en adelante lo connotáremos como FRL) es un protocolo para redes WAN de alto desempeño que opera en las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI. Originalmente la tecnología FRL fue diseñada para ser utilizada a través de las ISDN (Red Digital de Servicios Integrados).

FRL se presenta como la primera adecuación de las redes de datos a las nuevas tecnologías digitales de transmisión y a los grandes avances de la VLSI en computación. En principio, el FRL está orientado para la transmisión de datos y, en este sentido, puede ser visto como el heredero natural de las redes públicas de conmutación de paquetes con las que compite en clara ventaja. Si profundizamos en esta comparación habremos de situarnos en los años sesenta cuando los dispositivos informáticos utilizaban de forma generalizada módems conectados a las redes de circuitos telefónicos. Estas redes usaban equipos y medios de transmisión analógicos que fueron en parte heredados cuando en los años setenta aparecieron las redes de paquetes, las primeras diseñadas específicamente para transmitir datos. Lamentablemente, la calidad de esta infraestructura podría ser la adecuada para transmitir voz, pero resultaba insuficiente para transmitir datos: elevado nivel de ruido, alta atenuación, pequeños anchos de banda que generaban una alta tasa de errores.

Tampoco los nodos que componían las nuevas redes de paquetes eran generosos en recursos relativos a capacidad de almacenamiento o velocidad de procesado. Sólo bajo estas circunstancias pueden justificarse los abundantes controles para la detección de errores de las redes de paquetes, o sus reiterados mecanismos para el control de flujo para no saturar los nodos, o el pequeño tamaño de los paquetes más pensados para facilitar las retransmisiones para lograr la máxima eficiencia. El resultado fue una red, la X.25, que proporcionaba una comunicación segura entre usuarios pero que resultaba lenta e ineficiente debido a los múltiples controles ejecutados en su seno y al elevado *overhead* de sus cabeceras que llegaban a ser redundantes.

Sin embargo, hoy en día aquellas circunstancias han cambiado notablemente y el entorno donde se diseñan las redes de comunicaciones es muy diferente: Se dispone de una infraestructura renovada y nodos de comunicación de alta calidad que aumentan la velocidad de transmisión y simultáneamente reducen la tasa de errores. Las terminales comparten el medio de transmisión de la red de manera dinámica, así como el ancho de banda disponible. Los paquetes de longitud variable se utilizan en transferencias más eficientes y flexibles. Estos paquetes se conmutan entre los diferentes segmentos de la red hasta que llegan a su destino. Las técnicas de multiplexaje estadístico controlan el acceso a la red en una red de conmutación de paquetes. La ventaja de esta técnica es que permite un uso más flexible y eficiente de ancho de banda

Los usuarios tienen instalados modernos dispositivos terminales (routers, controladoras de comunicaciones, estaciones de trabajo, etc.) con gran capacidad para analizar y manipular los flujos de información.

Estas dos circunstancias (técnicas multiplexaje para el acceso a red y los dispositivos terminales modernos) han promovido una estrategia generalizada de vincular los dispositivos de los usuarios con las redes de comunicaciones, haciéndolos copartícipes en el proceso de transferencia de información. Esta estrategia, asumida por las redes FRL y las redes ATM⁶, consiste a grosomodo en delegar el control de flujo y el control de errores a los terminales, reenviando los *frames* erróneos o bien reduciendo la velocidad de transmisión para evitar la congestión mientras que la red es únicamente responsable de la transmisión y la comunicación de datos.

⁶ ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) es una tecnología dedicada de conmutación de conexiones que organiza los datos digitales en celdillas o paquetes de 53 bytes y los transmite por algún medio usando tecnología de señales digitales. Cada celdilla se procesa de modo asíncrono en relación con otras celdillas y se pone en espera antes de ser transmitida por sistema multiplex por la línea. ATM está diseñado para que le implemente fácilmente el hardware, por lo que son posibles mayores velocidades de procesamiento.

III.1 Estandarización Frame Relay.

Originalmente fue estandarizado por la ITU Unión Internacional de Telecomunicaciones (antes CCITT Comité Consultivo Internacional de Telefonía y telegrafía) como un servicio para optimizar el uso de los canales de la ISDN⁷ en banda estrecha y adecuarlos a la transmisión de datos. Sin embargo, el posterior desarrollo de los acontecimientos lo ha convertido en un interfaz de red independiente de la ISDN y paradójicamente muy pocas redes ISDN han llegado a implementarlo. Es curioso observar el paralelismo con el ATM también nacido en el seno de la ISDN. El mecanismo de funcionamiento no difiere mucho del resto de redes orientadas a conexión y de multiplexación estadística.

Las normas de FRL han sido desarrolladas en Estados Unidos por el Instituto Nacional Americano de estándares (ANSI), e internacionalmente por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Todas las recomendaciones de esta institución se identifican por una letra, que identifica el tema general o serie, por un número. Las series concernientes a FRL son la I, que trata de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), y la Q que tiene como tema la conmutación telefónica y las redes de señalización. Este traslapé trae como consecuencia que algunas recomendaciones tengan dos designaciones, por ejemplo I.44/Q.921. La tabla 3.1 que se encuentra en la siguiente página muestra los estándares Frame Relay

⁷ ISDN. Integrated Services Digital Network: Es un sistema para transmisión telefónica digital

Estándares Frame Relay	
ITU	
I.122	Estructura para proporcionar Servicios Adicionales de Portadora en Modo de Paquete.
Q.922	Especificaciones de la Capa de Enlace de Datos ISDN para Servicios de Portadora en Modo de Trama.
Q.933	Especificación de Señalización ISDN para Servicios de Portadora en Modo de Trama.
ANSI	
TI.606	Servicios de Portadora con Relevos de Trama.
TI.606	Manejo de Congestión.
TI.618	Aspectos Centrales de Protocolo de Trama para uso en Servicios de Portadora con Relevos de Trama.

Tabla 3.1 Estándares Frame Relay

En 1988 la recomendación I.122 que se describe brevemente en la tabla 3.1 introdujo de manera global al FRL dentro del marco de los servicios adicionales de transmisión de paquetes de ISDN.

Los aspectos de núcleo y los EOP (Elementos de Procedimiento) funciones del nivel 2 del FRL se encuentran descritos en la recomendación Q.922 esta recomendación puede verse como una evolución del protocolo LAPD (Procedimiento de Acceso al Enlace en el Canal D), descrito por la recomendación Q.921, utilizado para controlar el flujo de tramas de información asociadas de señalización de ISDN.

La actualización de las tablas de conexiones de los nodos de conmutación y la asignación de los DLCI's (Identificadores del canal lógico) pueden realizarse bajo control del administrador de la red o dinámicamente por demanda de los usuarios. Este último servicio necesita un protocolo de señalización entre los usuarios y la red especificado en la

recomendación Q.933. La separación lógica de los canales y datos en dos planos es una característica de ISDN. El canal de señalización se utiliza para establecer una conexión lógica y se dice que pertenece al plano C, mientras que el canal de datos se emplea para transferir información del usuario y se dice que pertenece al plano U, se explicaran ambos planos en este capítulo más adelante.

Esta separación en dos planos permite asociar a cada plano la calidad de servicio que necesite, así como la evolución y optimización separada de cada plano. En el plano de control, Q.922 proporciona un equipo confiable, con corrección de errores y el control de flujo, para transmitir los mensajes de Q.933 que establecen y terminan un enlace virtual a la demanda.

III.2 Arquitectura Frame Relay.

El FRL es un servicio orientado a conexión para la transmisión de datos en *frames* de tamaño variable de hasta 8 Kbytes y velocidades de hasta 2Mbps. Esta velocidad máxima es consecuencia de que el estándar fue especificado dentro de la ISDN, aunque no existe otro motivo que impida el soporte de velocidades superiores.

Una red FRL proporciona los servicios y las facilidades para que los usuarios puedan conectarse con otros usuarios que también utilizan FRL. El servicio ofrecido está dividido en dos planos como se había mencionado anteriormente, estos planos utilizan el mismo medio físico:

- a) *Plano de control (Plano c)*. Encargado de realizar las conexiones a lo largo de toda la red y sobre las que transferirán los datos. El protocolo de señalización utilizado es el Q.933, una extensión del Q.931 utilizado en la ISDN, mientras que en el nivel de enlace utiliza el Q.922, también conocido como LAPF (Procedimiento de Acceso al Enlace para Servicios Portadores en Modo Frame)., con controles de error y de flujo que permitan el control completo de los mensajes de señalización.

b) *Plano de Usuario (Plano U)*. Una vez establecida la conexión, el FRL utiliza el Q.922 como protocolo de enlace para transferir información entre los usuarios, aunque únicamente usa las denominadas funciones para el control y la congestión de operaciones de la red, pudiendo dirigirse en gestión de planos y gestión de capas, sin embargo, dichas funciones núcleo no proporcionan ni control de errores ni control de flujo; esto lo implementan los equipos terminales de los usuarios. Las funciones esenciales que se utilizan son:

- Delimitación, alineación y transparencia de tramas.
- Multiplexación y demultiplexación de tramas utilizando el campo de dirección.

Inspección de la trama para asegurar que está formada por un número entero de octetos antes de la inserción de un bit cero o después de la extracción de un bit cero.

- Inspección de la trama para comprobar que no es demasiado corta o demasiado larga.
- Funciones de control de congestión.

En la figura 3.1 se pueden apreciar el plano de control (Plano C) y el plano de usuario (Plano U) que utiliza la arquitectura Frame Relay.

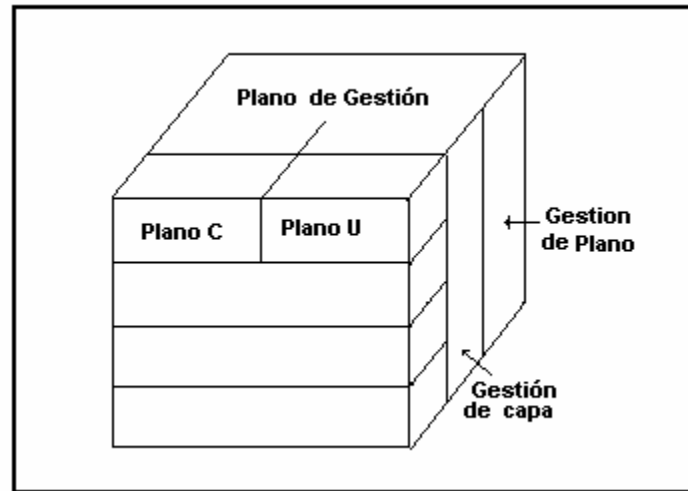


Figura 3.1 Planos de la Arquitectura Frame Relay

III.3 Dispositivos de Frame Relay

Los dispositivos conectados a una WAN FRL caen dentro de dos categorías generales: DTE ó DCE⁸. Los DTEs en general se consideran equipo de terminal para una red específica y, por lo general se localizan en las instalaciones de un cliente.

Los DCE son dispositivos de ínter conectividad de redes propiedad de la compañía de larga distancia. El propósito del equipo DCE es proporcionar los servicios de temporización y conmutación en una red, que son en realidad los dispositivos que transmiten datos a través de la WAN. En la mayoría de los casos, estos son switches de paquetes.

La conexión entre un dispositivo DTE y un DCE consta de un componente de la capa física y otro de la capa de enlace de datos. El componente físico define las

⁸ IBIDEM Capítulo II pag 39.

especificaciones mecánicas, eléctricas y de procedimiento para la conexión entre dispositivos. El componente de la capa de enlace de datos define el protocolo que establece la conexión entre el dispositivo DTE, que puede ser un encaminador y el dispositivo DCE, que puede ser un switch como se observa en la figura 3.2.

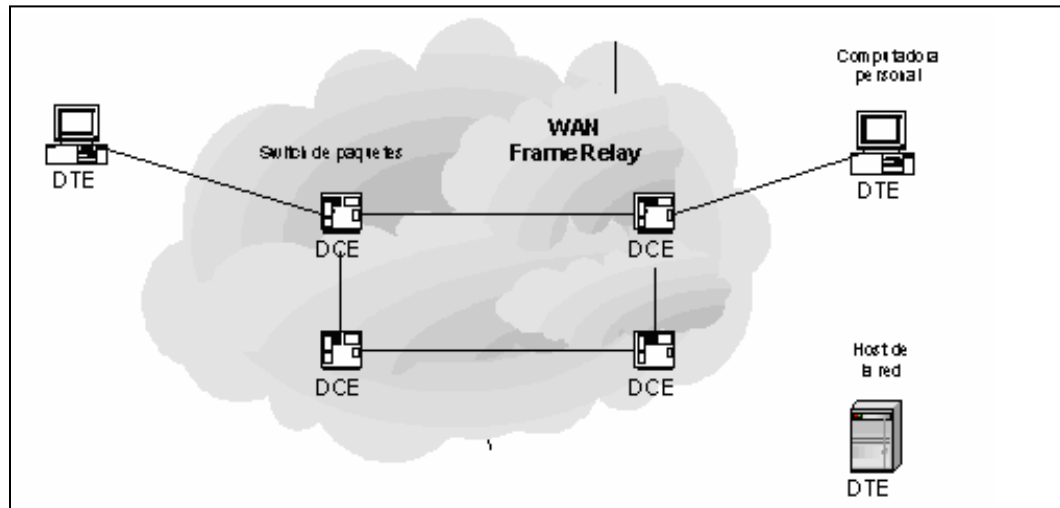


Figura 3.2 Dispositivos Frame Relay.

III.4 Circuitos Virtuales Frame Relay.

Se define como circuito virtual a la conexión lógica entre dos dispositivos DTE a través de una red de paquetes conmutados tal como se explicó anteriormente en este capítulo.

FRL ofrece comunicación de la capa de enlaces de datos orientada a la conexión esto significa que hay una comunicación definida entre cada par de dispositivos y que estas conexiones están asociadas con el identificador de conexión. Este servicio se implementa por medio de un circuito virtual FRL.

Los circuitos Virtuales ofrecen una trayectoria de comunicación bidireccional de un dispositivo DTE a otro y se identifica de manera única por medio del DLCI (Identificador del Canal Lógico). Se puede multiplexar una gran cantidad de circuitos virtuales en un sólo circuito físico para transmitirlos a través de la red.

Un circuito virtual puede pasar por cualquier cantidad de dispositivos intermedios DCE (Switches) ubicados en la red FRL.

Los circuitos virtuales FRL caen dentro de dos categorías: Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs) y Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs).

III.4.1 Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs).

Los SVCs son conexiones temporales que se utilizan en situaciones donde se requiere solamente de una transferencia de datos esporádica entre los dispositivos DTE a través de la red Frame Relay. La operación de una sesión de comunicación a través de un SVC consta de cuatro estados:

- Establecimiento de la llamada. Se establece el circuito virtual entre dos dispositivos DTE Frame Relay.
- Transferencia de datos. Los datos se transmiten entre los dispositivos DTE a través del circuito virtual.
- Ocioso. La conexión entre los dispositivos DTE aún está activa, sin embargo no hay transferencia de datos. Si un SVC permanece en estado ocioso por un periodo definido de tiempo, la llamada puede darse por terminada.
- Terminación de la llamada. Se da por terminado el circuito virtual entre los dispositivos DTE.

Una vez finalizado un circuito virtual los dispositivos DTE deben establecer un nuevo SVC si hay más datos que intercambiar. Se espera que los SVC se establezcan, conserven y finalicen utilizando los mismos protocolos de finalización que usan en ISDN.

III.4.2 Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs).

Los PVCs son conexiones establecidas en forma permanente, que se utilizan en transferencia de datos frecuentes y constantes entre dispositivos DTE a través de la red FRL. La comunicación a través de un PVC no requiere los estados de establecimiento de llamada y finalización que se utilizan con los SVCs.

Los PVCs operan en alguno de los siguientes estados:

- Transferencia de datos. Los datos se transmiten entre los dispositivos DTE a través del circuito virtual.
- Ocioso. Ocurre cuando la conexión entre los dispositivos DTE está activa, pero no hay transferencia de datos.

A diferencia de los SVCs los PVCs no se darán por finalizados en ninguna circunstancia ya que se encuentran en estado ocioso.

Los dispositivos DTE pueden comenzar la transferencia de datos en cuanto estén listos, pues el circuito está establecido de manera permanente.

III.5 Identificador de Conexión del Enlace de Datos (DLCI)

Los circuitos virtuales de FRL se identifican a través de los DLCI's. Normalmente los valores de DLCI son asignados por el proveedor de los servicios de FRL (en su caso, la compañía telefónica). Los DLCI FRL tienen un significado local, lo que significa que los valores en sí mismo son únicos en la WAN FRL. La figura 3.3 muestra como se puede asignar a un sólo circuito virtual un valor DLCI diferente en cada extremo de la conexión.

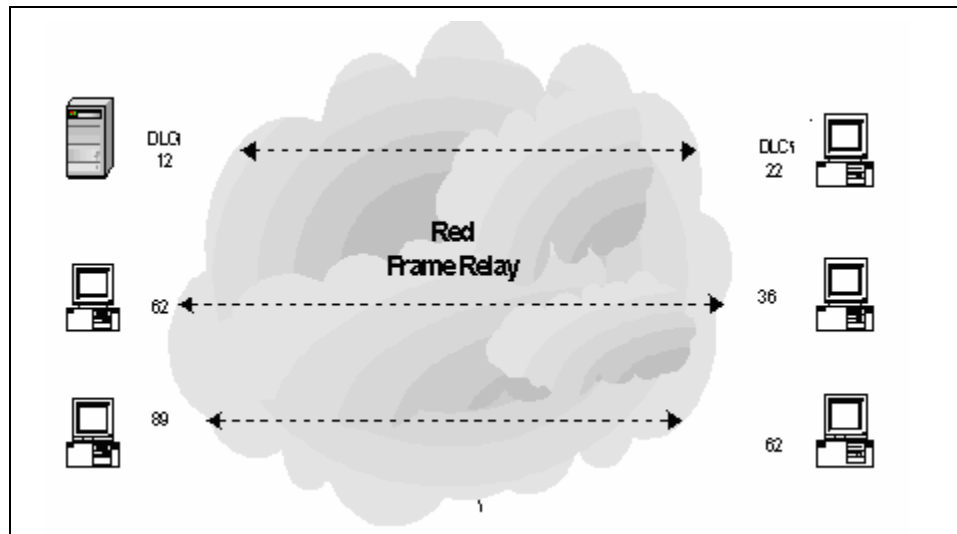


Figura 3.3 identificadores DLCI

III.6 Mecanismo de control de saturación.

Un mecanismo de control de saturación es aquel utilizado para que durante el envío de información (envío de tramas ó frames) en caso de exceso de información en el enlace, lo que deriva en un descarte de ciertos paquetes para evitar la lentitud de la red, en el caso de FRL este reduce el gasto indirecto de la red, al implementar mecanismos simples de notificación de la saturación. En general FRL se implementa sobre medios de transmisión de red confiables para no sacrificar la integridad de los datos, ya que el control de flujo se puede realizar por medio de los protocolos de las capas superiores. La tecnología FRL implementa dos mecanismos de notificación de saturación:

- FECN (Notificación de la Saturación Explícita hacia delante)
- BECN (Notificación de la Saturación explícita hacia atrás).

Tanto FECN como BECN son controlados por un sólo bit incluido en el encabezado de la trama Frame Relay. Este también contiene un bit DE (Eligibilidad para Descartes), que se utiliza para identificar el tráfico menos importante que se puede eliminar durante períodos de saturación.

El bit FECN es parte del campo direcciones en el encabezado de la trama FRL Relay . El mecanismo FECN inicia en el momento en que un dispositivo DTE envía tramas Frame Relay a la red. Si la red está saturada, los dispositivos DEC (switches) fijan el valor de los bits FECN de las tramas en 1 cuando las tramas llegan al dispositivo DTE de destino, el campo de direcciones (con el bit FECN n 1) indica que la trama se saturó en su trayectoria de origen a destino. El dispositivo DTE puede enviar esta información a un protocolo de las capas superiores para su procesamiento. Dependiendo de la implementación , el control de flujo puede iniciarse o bien la indicación se puede ignorar.

El bit BECN es parte de campo de direcciones del encabezado de la trama FRL. Los dispositivos del DCE fijan el valor del bit BECN en 1 en las que viajan en sentido opuesto a las tramas con bit FECN igual a 1. Esto permite al dispositivo DTE receptor saber que una trayectoria específica en la red está saturada.

Posteriormente el dispositivo DTE envía información a un protocolo de las capas superiores para su procesamiento. Dependiendo de la implementación, el control de flujo puede iniciarse o bien se puede ignorar la indicación.

BIT de Elegibilidad para descarte (DE)

El bit DE (Elegibilidad para Descarte) se utiliza para indicar que una trama tiene una importancia menor que otras. El bit DE es parte del campo Direcciones en el Encabezado de la trama FRL.

Los dispositivos DTE pueden fijar el valor del bit DE de una trama en 1 para indicar que ésta tiene una importancia menor respecto a las demás tramas. Al saturarse la red los dispositivos DCE descartarán las tramas con el bit DE fijado en 1 antes de descartar aquellas que no lo tienen. Por lo anterior disminuye la probabilidad de que los dispositivos DCE de FRL eliminen datos críticos durante el blindaje de saturación.

III.7 Verificación de errores en Frame Relay.

FRL utiliza un mecanismo para la verificación de errores conocido como CRC.⁹ EL CRC compara dos valores calculados para determinar si se han presentado errores durante la transmisión del origen al destino. FRL disminuye el gasto indirecto al implementarse la verificación de errores más que una corrección. FRL por lo general se implementa en medios confiables de transmisión de la red, por lo que la integridad de los datos no se sacrifica si la corrección de un error se deja a los protocolos de las capas superiores que operan en la parte más alta de FRL.

III.8 Interfaces de la Administración Local (LMI).

La Interfase de la administración local (LMI) es un conjunto de avances en la especificación básica de FRL. LMI fue desarrollada en 1990 por Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom y Digital Equipment Corporation. Presenta varias características (llamadas extensiones) para la administración de interredes complejas. Entre las extensiones LMI más importantes de FRL están el direccionamiento Global, los mensajes de status de los circuitos virtuales y la multidifusión. La extensión de direccionamiento global LMI otorga a los valores del DLCI un significado global más que local. Los valores DLCI (Identificador de conexión de datos) se convierten en direcciones DTE únicas en la WAN FRL. La extensión global de direccionamiento agrega funcionalidad y buena administración a las interredes FRL; por ejemplo, las interfaces de red individuales y los nodos terminales conectados a ellos se pueden identificar por medio de técnicas estándar y resolución de direcciones. Además, para los encaminadores ubicados en su periferia toda la red FRL aparece como una típica LAN.

Los mensajes de status de los circuitos virtuales LMI permiten la comunicación y sincronización entre los dispositivos DTE y DCE FRL. Estos mensajes se utilizan para

⁹ CRC Control de Redundancia Cíclica), código de comprobación que se suele añadir a los datos transmitidos en muchas comunicaciones

reportar, de manera periódica, status de los PVCs así que previene el envío de datos a agujeros negros (estos es, a través de los PVCs inexistentes).

La extensión de LMI para multidifusión permite que se asignen grupos de multidifusión. Con la multidifusión se ahorra ancho de banda, ya que permite que los mensajes sobre la resolución de direcciones y de actualizaciones de ruteo se han enviados solamente a grupos específicos de encaminadores. La extensión también permite reportes sobre el status de los grupos de multidifusión de los mensajes de actualización.

III.9 Formatos de la trama Frame Relay.

La red Frame Relay obtiene datos de los usuarios en las tramas¹⁰ recibidas, comprueba que sean válidas, y las enruta hacia el destino, indicado en el DLCI del campo "dirección". Si la red detecta errores en las tramas entrantes, o si el DLCI no es válido, la trama se descarta. Existen dos formatos en la Trama Frame Relay, el formato básico y la versión LMI, como primer punto revisaremos el formato básico para posteriormente analizar el formato de la trama FRL en su versión LMI.

III.9.1 Formato básico.

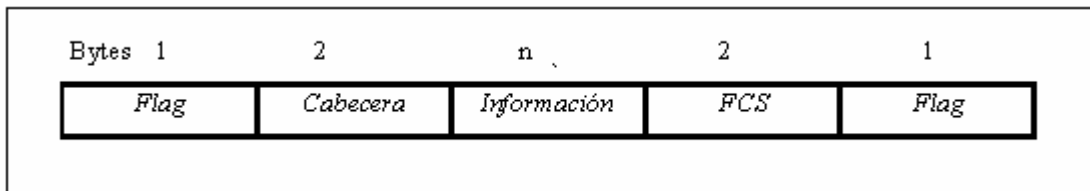


Figura 3.4 Formatos de la trama FRL

La figura 3.4 muestra el formato básico de la trama Frame Relay. Los **Flags** (indicadores) delimitan el comienzo y la terminación de la trama, el valor de este campo es siempre el mismo y se representa con el número hexadecimal 7E o el numero binario

¹⁰ Trama. Una trama es la unidad básica de transmisión de un enlace, en la trama se encuentran incluidos todos los datos de información y de control a estos en conjunto se les denomina formato de trama.

01111110. A continuación del campo flags se encuentra la **Cabecera** que esta integrada mínimo por 2 bytes, esta contiene la dirección hacia donde va la trama y se explicara más adelante de forma detallada.

Tras el campo de Cabecera se encuentra el campo de **Información**. Este es un campo de longitud variable que consiste de un número entero de bytes. La red puede soportar un tamaño máximo de número de bytes en el campo de información de 8.189 bytes.

Por ultimo tenemos el campo de **FCS** (Secuencia de verificación de tramas) este asegura la integridad de los datos transmitidos. Este valor calculado por el dispositivo de origen y verificado por el receptor para asegurar la integridad de la transmisión.

A continuación se explica brevemente cada uno de los componentes que integran el campo de cabecera de la trama FRL.

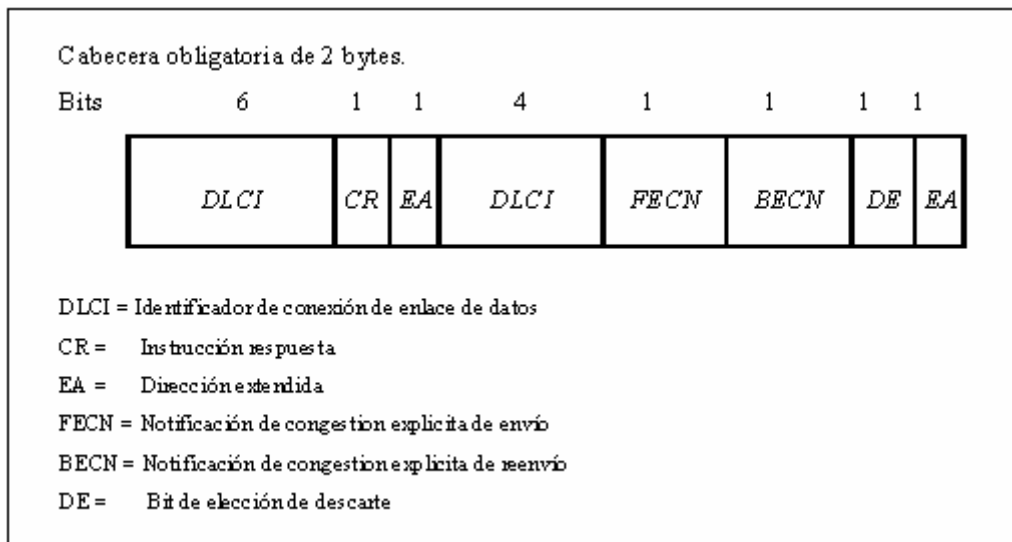


Figura 3.5 Campo de Cabecera de la trama FRL

Campo de Cabecera: La figura 3.5 muestra los campos que contiene el formato de cabecera a continuación se describe cada uno de ellos.

DLCI: El DLCI de 10 bits es la esencia del encabezado de FRL. Este valor representa la conexión virtual entre el dispositivo DTE y el switch. Cada conexión virtual que se multiplexa en el canal físico será representada por un DLCI único. Los valores del DLCI tienen significado local solamente, lo que indica que son únicos para el canal físico en que residen; por lo tanto, los dispositivos que se encuentran en los extremos opuestos de una conexión pueden utilizar diferentes valores DLCI para hacer referencia a la misma conexión virtual.

- EA (Dirección Extendida): La EA se utiliza para indicar si el byte cuyo valor EA es 1, es el último campo de direccionamiento. Si el valor es 1 entonces se determina que este byte sea el último octeto DLCI. Aunque todas las implementaciones actuales de FRL utilizan un DLCI de dos octetos, esta característica permitirá que el futuro se utilicen DLCI más largos. El octavo bit de cada byte del campo de direcciones se utiliza para indicar el EA.
- CR: El CR es el bit que sigue después del byte DLCI más significativo en el campo de direcciones. El bit C/R no está definido hasta el momento.
- Control de saturación: Este campo consta de 3 bits que controlan los mecanismos de notificación de la saturación en CRC. Estos son los bits FECN, BECN y DE, que son los últimos bits en el campos de direcciones.
- FECN (notificación de la Saturación Explícita hacia Adelante): Es un campo de un solo bit que puede fijarse con el valor de 1 por medio de un interruptor para indicar a un dispositivo DTE terminal, como un ruteador, que ha habido saturación en la dirección de la trama de origen al destino. La ventaja principal de usar los campos FECN y BECN es la habilidad que tienen los protocolos de las capas superiores de reaccionar de manera inteligente ante estos indicadores de saturación.

- BECN (Notificación de Saturación Explícita hacia atrás) : Es un campo de un solo bit, que, al ser establecido en 1 el valor por un switch indica que ha habido saturación en la red en la dirección opuesta a la de la transmisión de la trama desde el origen al destino.
- DE (Eligibilidad para Descartes): Este bit es el fijado por el dispositivo DTE, un encaminador por ejemplo para indicar que la trama marcada es de menor importancia en relación con otras tramas que se marcan como “elegibles para descartes” deben ser descartadas antes de cualquier otra. Lo anterior representa un mecanismo justo de establecimiento de prioridad en las redes Frame Relay.

La información transmitida en una trama Frame Relay puede oscilar entre 1 y 8.250 bytes, aunque por defecto es de 1.600 bytes.

III.9.2 Formato LMI.

La Tecnología FRL también incluye los procedimientos LMI. Como ya se comento se implementan funciones adicionales, se transfieren mensajes de red notificando al usuario de la presencia de un DLCI activo o el borrado o fallo de un DLCI e indica una monitorización del estado de la red en tiempo real del estado físico y lógico entre la red y cada dispositivo de usuario es decir, LMI resuelve el uso de la señal de actividad entre la red y el equipo del usuario. Las tramas FRL que siguen las especificaciones LMI contienen los campos que se muestran en la figura 3.5.

Bytes

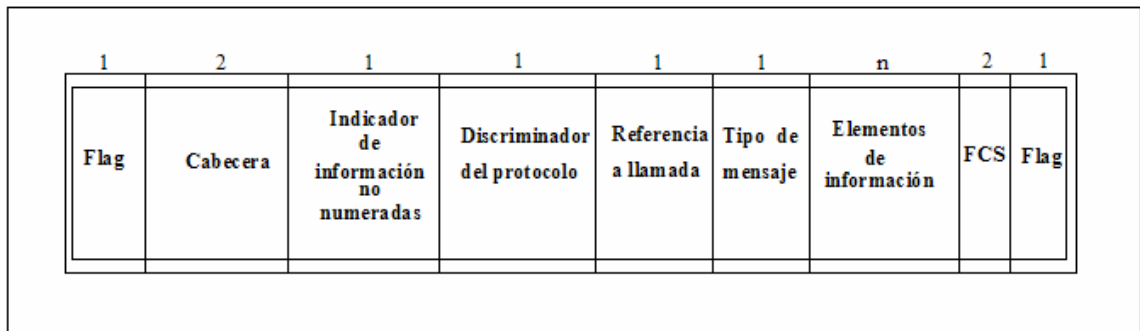


Figura 3.5 Formato de la trama LMI

En los siguientes párrafos describen los componentes de la trama FRL en su versión LMI

Flag: Delimita el comienzo y el final de la trama.

Cabecera LMI DMCI: Identifica la trama como una trama LMI en vez de una trama básica FRL. El valor DLCI específico del LMI definido por la especificación del consorcio LMI es DLCI igual a 1023.

Identificador de la información no numerada: Fija el bit sondeo final en 0 discriminador de protocolos: siempre contiene un valor que indica que es una trama LMI.

Tipo de mensaje: Etiqueta la trama con uno de los siguientes tipos de mensaje:

- Mensaje de solicitud de status: permite que un dispositivo de usuario solicite el status de la red.
- Mensaje de status: responde a los mensajes de solicitud de status. Los mensajes incluyen mensaje de sobrevivencia de status de PVC.

Referencia a llamada: Siempre contiene ceros.

Elementos de Información: Contienen una cantidad variable de IEs (Elementos Individuales de Información). Los IEs constan de los campos siguientes:

- Identificador IE: Identifica de manera única el IE.
- Longitud IE: Indica la longitud del IE.
- Datos: Consta de uno o más bytes que contienen datos encapsulados de las capas superiores.

FCS (secuencia de la Verificación de Tramas): Asegura la integridad de los datos transmitidos.

III.10 El protocolo de enlace.

Al observar el formato del *frame* o *trama* utilizado en la Q.922 reconocemos la similitud con otros protocolos de nivel 2 o nivel de enlace, excepto en algo fundamental: no tiene campo de control, por lo que podemos empezar constatando las limitaciones del LAPF(Procedimiento de Acceso al Enlace para Servicios Portadores en Modo Frame) :

- Sólo existen *frames* de información que transportan datos.
- No existen *frames* de señalización, ya que no hay forma material de codificar mensajes especiales para el establecimiento o la liberación de conexiones.
- Tampoco existen frames que permitan a la red ejecutar control de flujo, enviar ACK, o pedir retransmisiones, ni existe un campo que permita numerar los *frames*.

Todas estas funciones deben ser implementadas en los equipos terminales tales como encaminadores, puentes o controladoras de comunicaciones, que deberán disponer de los mecanismos necesarios para el secuenciamiento, el control de flujo, el envío de los ACK y la detección-recuperación de frames erróneos o duplicados, que permitan garantizar la integridad de los datos transmitidos.

El limitado conjunto de funciones núcleo del Q.922 utilizadas para la transferencia de información de los usuarios determinan las principales características de las redes FRL:

- La red detecta pero no recupera errores, los nodos de la red tienen capacidad de detectar errores y, en determinados casos, de eliminar frames, pero nunca recuperarlos.
- La red da aviso de congestión, utilizando dos bits, FECN y BECN con los que la red informa si hay congestión en los nodos atravesados. El bit FECN indica que había congestión en el camino atravesado por el frame, mientras que el bit

BECN indica que había congestión para los frames que circulan en la dirección opuesta. Ambos son indicaciones que invitan al generador de tráfico a reducir su velocidad de transmisión para bajar el nivel de congestión de la red. El FECN es útil cuando existen mecanismos de ventana de nivel superior entre los usuarios finales, mientras que BECN se utiliza si se verifica tráfico en ambos sentidos.

Cuando aumentan los requerimientos del tráfico una Red FR se comporta de la siguiente manera: al principio el rendimiento aumenta proporcionalmente al tráfico requerido por los usuarios, pero llega cierto punto A en el que la red no puede gestionar todo el tráfico: ha entrado en congestión. El throughput ya no es el mismo que el tráfico ofrecido, ya que algunos frames empiezan a ser descartados. De continuar incrementándose el tráfico se alcanza un punto B en el que el throughput llega a disminuir. En esta situación los usuarios deberán reducir su tráfico, de lo contrario un alto porcentaje de sus frames serán rechazados.

III.11 Gestión de la red.

Funciones de administración a través del LMI permiten la comunicación con la red que informa el estado de los circuitos virtuales permanentes (PVC). El LMI puede servir para el establecimiento de conexiones virtuales conmutadas (SVC). Para realizar la comunicación entre el dispositivo de datos del usuario (DTE) y la red existe un DLCI reservado a través del cual realiza las siguientes funciones:

- Permite al DTE preguntar a la red si continúa arriba.
- Permite al DTE preguntar por las listas de DLCI definidos para su interfaz.
- Permite conocer el estado de cada DLCI si está o no congestionado.

III.11.1 Control de gestión.

Cuando se contrata un acceso FRL el primer parámetro a tener en cuenta es la velocidad máxima de transmisión (V_t) que viene determinada por la calidad de la línea utilizada. Sin embargo, para evaluar las posibilidades de acceso al parámetro clave es la clase de caudal o

Committed Information Rate (CIR), que viene a ser la velocidad media de transmisión que la red se compromete a servir. El CIR se contrata para cada PVC o se negocia dinámicamente en caso de disponer de un SCV. El Committed Bursts Size (Bc) es el volumen de tráfico garantizado durante el intervalo de diferencia (tc). Analíticamente el límite máximo marcado por el tráfico en exceso o Excess Burst Size (Be), que indica el volumen de tráfico adicional que puede ser transmitido por el proceso Bc.

El proceso de utilización es el siguiente: Supongamos que un usuario A transmite tramas a la velocidad máxima, V_t . Obsérvese en la figura 3.6 como el volumen de información transmitida se va acumulando. Mientras este volumen esté por debajo del Bc, los frames enviados por el equipo del usuario serán aceptados por la red (frames:1,2).

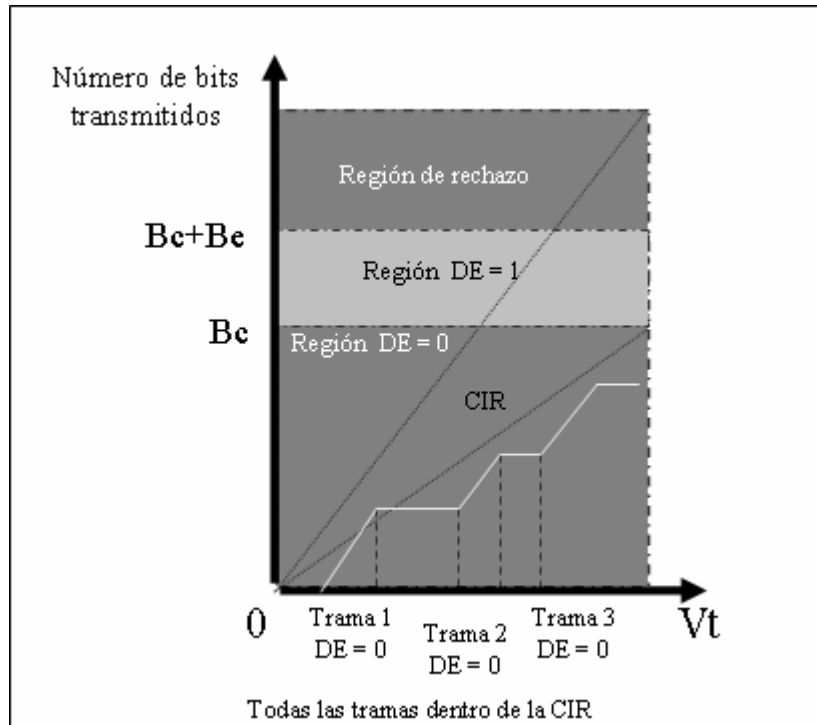


Figura 3.6 Control de admisión sin revasar el Bc.

Pero si continúa transmitiendo intensamente llegará un punto en el que el volumen de la información transmitida superará Bc y a partir de ese momento las tramas del usuario serán marcadas con el mismo bit DE (figura 3.7) y pasarán a ser consideradas como tráfico de baja prioridad, lo que significa que en caso de congestión en algún nodo de la red serán las primeras en ser descartadas.

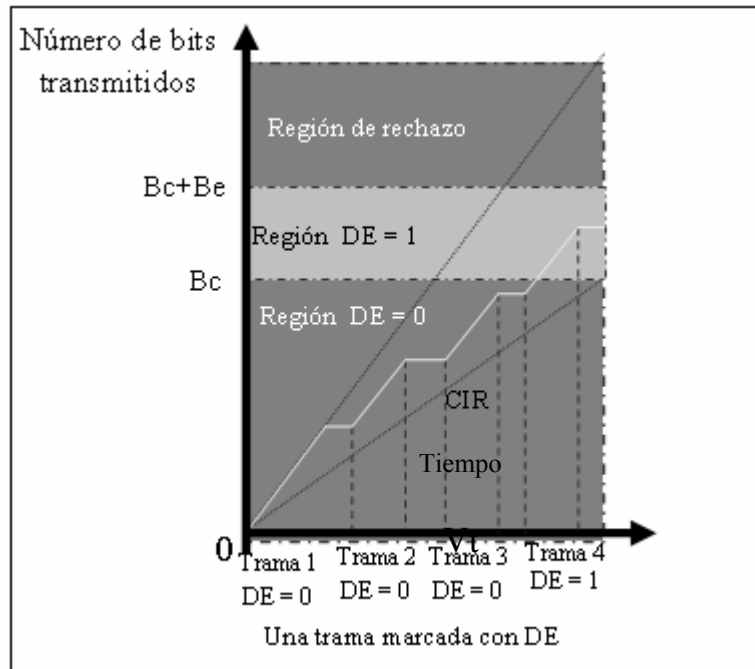


Figura 3.7 Control de admisión revasando el B_c y activando el bit DE

Si el usuario persiste en transmitir puede llegar a superar el nivel $B_c + B_e$ como se aprecia en la figura 3.8 (que se muestra en la siguiente página), punto a partir del cual ninguna otra trama será admitida por la red y serán simplemente descartadas. Una vez agotado el intervalo t_c , los parámetros del tráfico acumulado son inicializados y se ejecuta de nuevo el mismo algoritmo.

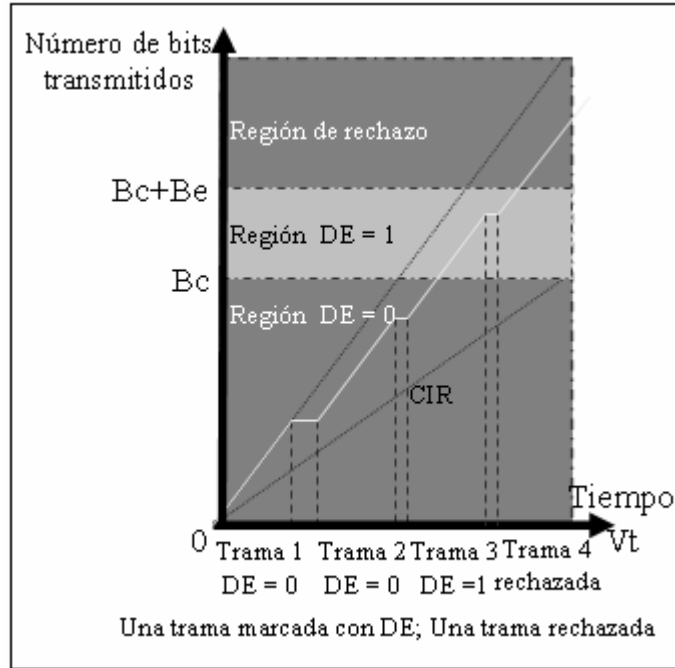


Figura 3.8 Control de admisión revasando $Bc+Be$ y es descartada

III.11.2 Estrategias Frame Relay.

En el control de admisión de FRL, cada usuario puede contratar los parámetros que mejor se adapten a sus necesidades. Por un lado, la red garantiza un volumen determinado Vc durante el intervalo de referencia, pero el usuario puede sacar más rendimiento a su conexión hasta llegar al nivel marcado por $Bc + Be$. En este intervalo sus tramas serán consideradas de baja prioridad, quedando sujetas a la carga del sistema; como contrapartida de que sean descartadas antes de alcanzar su destino, la operadora tarificará este tráfico a un periodo inferior.

Puesto que el CIR es uno de los parámetros contratados y está altamente relacionado con el coste del servicio, caben múltiples opciones dependiendo del nivel elegido:

- a) El usuario Adquiere toda su información garantizada, es decir, todos los frames serán admitidos y ninguno será marcado como descartable. Para ello elige un CIR igual a la velocidad de la línea Vt . Esta opción equivale a disponer de un circuito (figura 3.6).

- b) El usuario B elige un CIR = 0 de modo que todos sus frames son marcados como descartables consiguiendo unos costes óptimos a cambio de tener que retransmitir unas tramas tras haber sido descartadas (figura 3.7).
- c) El usuario C contrata un CIR no nulo por debajo de B_e , por lo que parte de su tráfico está asegurado aunque eventualmente puede superar el nivel B_c y enviar tramas descartables es la opción más habitual.

III.12 Ventajas e inconvenientes de Frame Relay.

A continuación se presentan las ventajas e inconvenientes de la tecnología Frame Relay:

Ventajas

Las principales ventajas de FRL están relacionadas, por un lado, con un ahorro de costos debido a las características de acceso y, por otro lado, con la eficiencia de la utilización del ancho de banda disponible.

Ahorro de costos. El acceso unificado a través del cual se pueden enviar todos los tráficos de datos por un solo puerto de acceso que multiplexa los diferentes tipos de datos que permiten la simplificación en la gestión de los servicios. Las aplicaciones relacionadas con las comunicaciones no necesitan realizar grandes cambios en la arquitectura de sus comunicaciones, gracias al bajo nivel de transparencia del FRL (nivel 2 del modelo OSI) que permite encapsular la mayoría de los protocolos existentes. Diversos acuerdos internacionales garantizan tales encapsulamientos.

Las operadoras pueden incrementar el rendimiento de sus instalaciones gracias a la posibilidad de poder ofrecer un volumen de tráfico muy superior al que realmente pueden soportar. Esta afirmación está basada en la presunción estadística de que la probabilidad de que todos los usuarios empiecen a transmitir simultáneamente es muy pequeña. Aun en el caso de

que esto ocurriese y se llegara a un estado de congestión, la red dispone de mecanismos estandarizados para gestionarla.

Eficiencia en el uso del ancho de banda. Los usuarios FRL disponen de ciertas calidades del servicio a veces inéditas en las actuales redes de comunicaciones. Facilidades como la posibilidad de acomodar tráfico a ráfagas, tan común en nuestros días, o contratar un CIR apropiado a sus necesidades o disponer de un solo puerto de acceso que multiplexe los diferentes tipos de datos.

Aplicaciones. De acuerdo a ANSI en el estándar T1.606 hay cuatro aplicaciones que se benefician de las características FRL:

- 1) Transferencia interactiva de bloques de información que necesitan intercambiar elevados volúmenes de información y con sensibilidad media en cuanto al retardo, como el videotexto en alta resolución o el CAD/CAM.
- 2) Transferencia de archivos de gran tamaño; son aplicaciones poco sensibles al retardo aunque con elevados requerimientos de velocidad.
- 3) Multiplexación a baja velocidad; este tipo de aplicaciones explota la capacidad de Frame Relay para conectar varias aplicaciones, con bajo requerimiento en cuanto a velocidad y retardo, a través de un único acceso.
- 4) Tráfico de caracteres interactivos; son el tipo de mensajes que generan los terminales remotos, o su emulación, con bajos requerimientos que cuentan con un elevado número de terminales entre pantallas e impresoras.

Inconvenientes.

El FRL es sólo una interfaz de acceso, que puede ser implementada internamente utilizando diversos protocolos y diversos mecanismos de ruteo. No obstante, se ha de tener en

cuenta que el rendimiento obtenido está relacionado con el uso eficiente de los enlaces de comunicación pero sólo se verifica si existe una red de cierta calidad:

- Si la conexión es directa, es decir, si no hay nodos intermedios, el FRL no ofrece ninguna ventaja frente a SDLC o HDLC (Synchronous data Link Control, High Bit Rate Digital Subscriber Line), con los que guarda gran semejanza.
- Si la probabilidad de error (BER) fuese alta, sería necesario retransmitir frames enteros de extremo a extremo, por lo que las ventajas iniciales quedarían neutralizadas. En este punto es descartable que, si bien es cierto que se pueden utilizar instalaciones existentes, estas han de poder ofrecer un mínimo nivel para soportar servicios FRL.

La eficiencia del FRL, basada en la sencillez, tiene contrapartidas como la imposibilidad de ofrecer prioridades o la disminución del nivel de seguridad de las transmisiones. Estas y otras limitaciones son consecuencia de haber suprimido un nivel superior de protocolo que hace los frames transparentes a la red.

Otra desventaja deriva de la facilidad para transmitir frames de tamaño variable que introduce retardos y tiempos de respuesta imprevisibles, lo que imposibilita a las redes totalmente FRL para el transporte de datos isocrónicos (voz y vídeo en tiempo real). No obstante, sería posible su soporte limitando el tamaño de los frames y utilizando internamente infraestructura ISDN o ATM.

Otro inconveniente es el mecanismo utilizado para el control de flujo muy simple pero que obliga a disponer de unos amplios tamaños de ventana en ambos extremos de la red. Si hay congestión persistente, el único método viables es el de modificar el tamaño de la ventana dinámicamente según el estado de la red, para obtener la máxima eficacia y evitar congestiones severas.

III.13 Frame Relay frente a otras tecnologías.

La oferta de servicios de telecomunicaciones es muy amplia, y FRL debe de complementarse o competir con otros servicios.

ATM.

No es una tecnología con la que se pretenda competir al menos en los servicios multimedia y de muy alta velocidad en los que ATM puede ofrecer unas calidades de servicio no comparables en FRL. no ocurre lo mismo para transferencia de datos, donde el FRL es más eficiente que ATM. FRL cuenta a su favor con ser un estándar actualmente disponible en redes extensas y altamente competitivo, cosas que no pueden decirse de ATM.

ISDN.

FRL puede ser un servicio complementario con la posibilidad de utilizar la ISDN como vía de acceso al FRL e incluso como backup. Para la transferencia de datos, el FRL es adecuado cuando el volumen de información a transmitir es elevado y el número de puntos a conectar es limitado. La ISDN resultará más apropiada si el volumen de información es bajo, la dispersión de los usuarios es elevada y, lo que se pretende es integrar voz, datos e imágenes haciendo uso de los mismos equipos y las mismas infraestructuras. Si lo que se pretende es la interconexión de LAN mediante encaminadores, el FRL suele resultar más adecuado debido al alto volumen de información de control generada, adecuándose mejor a los esquemas de tarificación no conmutados.

X.25.

Las redes de paquetes como la X.25 son más lentas e ineficaces que el FRL. Pues fueron concebidas cuando la infraestructura de comunicaciones era de peor calidad, que obligaran a diseñar reiterados procedimientos de control, mientras que el FRL saca el máximo partido de los nuevos equipos de conmutación y medios transmisión. En cierto modo FRL es heredero de X.25 a la que supera en prestaciones y disminuye en complejidad.

Enlaces permanentes.

El rendimiento obtenido por los enlaces permanentes puede llegar a ser similar, por lo que se debe analizar con detalle cada caso particular y evaluar parámetros como: el volumen de tráfico (si es muy elevado o los enlaces permanentes son mas convenientes); puntos a conectar (si son varios y mallados el FRL es superior); y costes de equipos donde el FRL facilita la multiplexación de los enlaces.

La razón principal para usar FRL es obtener una mejor conectividad entre redes de área local . Cambiar los componentes de las redes a FRL es un proceso relativamente simple; FRL usa la infraestructura de conmutación existente; a menudo se trata típicamente de una actualización de software de los ruteadores y una actualización menor de software y del hardware de algunos conmutadores de paquetes.

En los siguientes capítulos se explicará a detalle la infraestructura de un enlace dedicado con FRL y daremos un ejemplo real de la utilización de ésta tecnología.

IV. INFRAESTRUCTURA DE UN ENLACE DEDICADO FRAME RELAY

Día con día, es mayor el tráfico de las empresas requieren cursar a través de las grandes redes de telecomunicaciones. Las aplicaciones informáticas y de comunicación necesitan medios de transporte más confiables; es decir, cuya disponibilidad y capacidad sean mayores que los medios convencionales, como una línea telefónica.

Para soportar el tráfico de información de las empresas y, de alguna manera, asegurarlo, diversas empresas de telecomunicaciones ofrecen enlaces o circuitos dedicados, los cuales consisten en líneas privadas de comunicación cuyas aplicaciones pueden ser variadas, pero que básicamente se utilizan para conectar dos puntos distantes.

IV.1 Definición de un enlace dedicado.

Un enlace o circuito dedicado puede definirse como un canal directo, dedicado exclusivamente al uso de quien lo contrata, y que une dos o más puntos. Es decir, quien renta uno de estos canales no utiliza las líneas de comunicación que constituyen las redes telefónicas públicas conmutadas y, una vez contratado, el proveedor entregará, en cada una de las localidades a conectar, los extremos del enlace.

De acuerdo con los expertos, debido a que son utilizados solamente por la empresa que los contrata y de ahí el apelativo “dedicado”, dichos enlaces ofrecen alta conectividad y mayor seguridad para el transporte de información. La forma en que las empresas los comercializan, consiste en una combinación de la longitud del enlace, esto es, la distancia que existe entre la empresa que contrata y el nodo más cercano de la red de su proveedor, así como una renta mensual; el volumen de tráfico y los minutos de uso no se cobran por lo que los enlaces pueden utilizarse a su máxima capacidad el tiempo que sea necesario.¹¹

¹¹ MEYERS, Mike, Redes. Gestion y Soluciones, España, Anaya, 2005. P 832.

Los medios físicos de transmisión pueden ser variados y las empresas de telecomunicaciones pueden proveer a los posibles clientes, de acuerdo con sus necesidades, enlaces basados en cobre o fibra óptica, en microondas o vía satélite.

El medio a elegir depende de ciertos factores, tales de la ubicación de quien contrata y la cobertura que necesita. De esta forma, los enlaces alámbricos (fibra óptica o cobre) pueden resultar más convenientes para las empresas que requieran unir puntos ubicados en las grandes áreas urbanas, que es por donde habitualmente pasan las redes de los grandes operadores de telecomunicaciones. Por otro lado, si la empresa desea unir puntos donde la infraestructura de telecomunicaciones no esta del todo desarrollada o es inexistente, la opción inalámbrica es una buena alternativa.

Una ventaja que ofrecen los enlaces inalámbricos en comparación con la alámbricos, es que pueden alcanzar los puntos geográficos donde no se puede llegar mediante cable. Otra ventaja, es que el crecimiento es inmediato; por ejemplo es posible poner un enlace de 64Kbps y si el cliente requiere que el enlace trabaje a 128 Kbps se hace de inmediato, los enlaces satelitales son muy prácticos y fáciles de implantar.¹²

Tipos de enlace dedicado.

Existen diversos tipos de conexiones dedicadas, que dan la flexibilidad de interactuar las necesidades de la empresas y considerando que estas necesidades depende el tipo de acceso dedicado que contrate.

- 1. Enlaces ADSL.** El ADSL es un servicio que permite la conectividad asimétrica de alta velocidad con tarifa plana, entre el usuario final y el Proveedor de Servicio de Internet (ISP Internet Service Provider por sus siglas en inglés). En términos técnicos, transforma su línea telefónica tradicional de cobre en una línea de alta velocidad, de modo que pueda ser utilizada para acceso a Internet (desde 128 Kbps a 2048 Kbps aprox.); otras empresa usan directamente un cable de red desde el tendido externo para la transmisión de datos en sus distintas aplicaciones, sean para

¹² SUGANO, Alan, Solución de problemas en redes, Anaya, 2005, Pag. 448

interconexión de redes o multimedia. Dependiendo del proveedor tiene acceso a números IP reales, que si bien permite configurar un servidor localmente para Web, Correo, Servicios en línea o cualquier otro las 24 horas al día, los 7 días a la semana, los 365 días del año, este tipo de conexión es asincrónico, por lo tanto la velocidad de bajada es distinta a la velocidad de subida, esto implica que existirá una demora en el envío de información u otros requerimiento que se acceda remotamente.

- 2. Enlace dedicado tradicional.** Acceso a Internet permanente a través de línea directa con su ISP, con direcciones IP fijas que permiten configurar un servidor localmente para Web, Correo, Servicios en línea o cualquier otro las 24 horas al día, los 7 días a la semana, los 365 días del año. Dentro de este encontramos los accesos punto a punto y accesos FRL los cuales se explican brevemente a continuación, recordado que el FRL es el caso de estudio de este documento.

Acceso Punto a Punto

Que consiste en una conexión dedicada entre su empresa y el ISP a través de una línea digital la cual asegura una velocidad real en todo momento según sean sus necesidades. La figura 4.1 muestra un esquema de un enlace de acceso que va desde un Punto de presencia del proveedor hasta el cliente.



Figura 4.1 Enlace de Acceso

Acceso Frame Relay

Que consiste en una conexión dedicada entre su empresa y el ISP a través de un enlace compartido por varios usuarios donde se asegura al cliente una velocidad mínima de conexión de red llamada CIR.

Ventajas del enlace dedicado tradicional:

- Varias alternativas de velocidad
- No tiene restricciones asociadas a cargos variables por minutos de conexión.
- No paga SLM por acceso a Internet.
- Construcción de Redes Virtuales Privadas (VPN) entre sucursales.

En la figura 4.2 presentamos un esquema general de un enlace FRL en el que son unidos dos equipos de cómputo que representan dos redes que se encuentran en puntos geográficos distantes y no requieren más que un enlace dedicado para tener comunicación entre ellas, es obvio que entre una Pc y otra se encuentran una serie de dispositivos que permiten la interconexión.

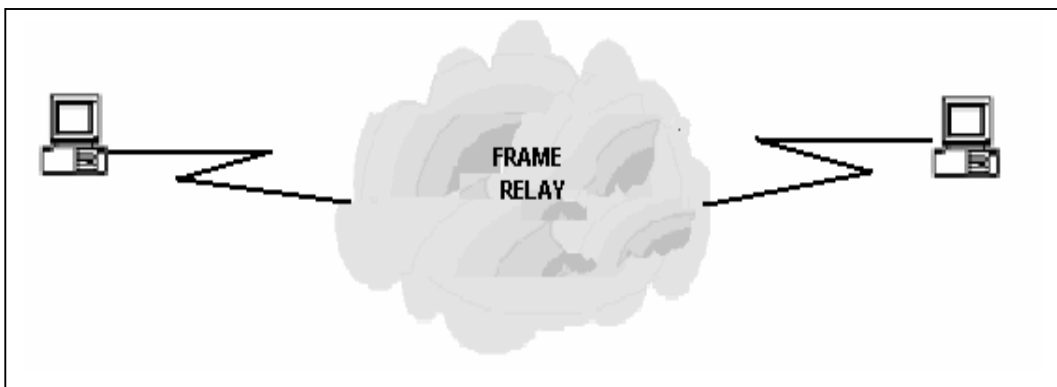


Figura 4.2 Enlace dedicado con tecnología FRL

IV.2 Las aplicaciones de un enlace dedicado.

Gracias a los distintos tipos de enlace y al amplio rango de anchos de banda disponibles en el mercado estas líneas de comunicación pueden utilizarse para un sin fin de aplicaciones que pueden ser de voz, datos o video. Generalmente, cuando una empresa contrata un enlace lo utiliza como espina dorsal o back bone de su red.

Entre las aplicaciones comunes se encuentra la provisión de información a terceros o aplicaciones de video; como por ejemplo la video conferencia.

Los enlaces pueden conectarse a un conmutador telefónico para transportar el tráfico de voz que se genera dentro de la empresa, lo que reduce costos en las compañías que manejan un alto volumen en este tipo de tráfico, ya que se eliminan costos causados por llamadas telefónicas que se cursan a través de la red pública telefónica conmutada.

Otra de las aplicaciones típicas de los enlaces dedicados es la conexión a Internet, hecho que puede resultar benéfico para empresas que necesitan estar conectadas constantemente al la WEB ó bien publicar algún tipo de servicio como son servidores Web, Ftp, aplicaciones, etc. con los niveles de seguridad correspondientes.

La aplicación común y la de nuestro interés es la conexión de redes de área local que se ubican en distintos puntos geográficos, para el intercambio de información y comunicación entre los puntos.

IV. 3 Esquema general de un enlace dedicado con tecnología Frame Relay.

El esquema general de un enlace dedicado se encuentra conformado por una Red Pública de datos que proporciona el medio de transporte para la información, dos equipos terminales (Módem) cuyas funciones son: convertir señales digitales en analógicas y viceversa, detectar errores de transmisión y corregir defectos de las líneas mediante circuitos compensadores. Equipos ruteadores los cuales se encargan por medio de protocolos de dirigir la información de su origen a su destino y finalmente dispositivos concentradores (hub, switch,etc) que interconectan los distintos equipos de la red interna. Cabe mencionar que dentro de la nube se encuentra la infraestructura provista por el proveedor.

En la figura 4.3 podemos observar el esquema antes descrito con cada uno de sus elementos para el caso del Frame Relay.

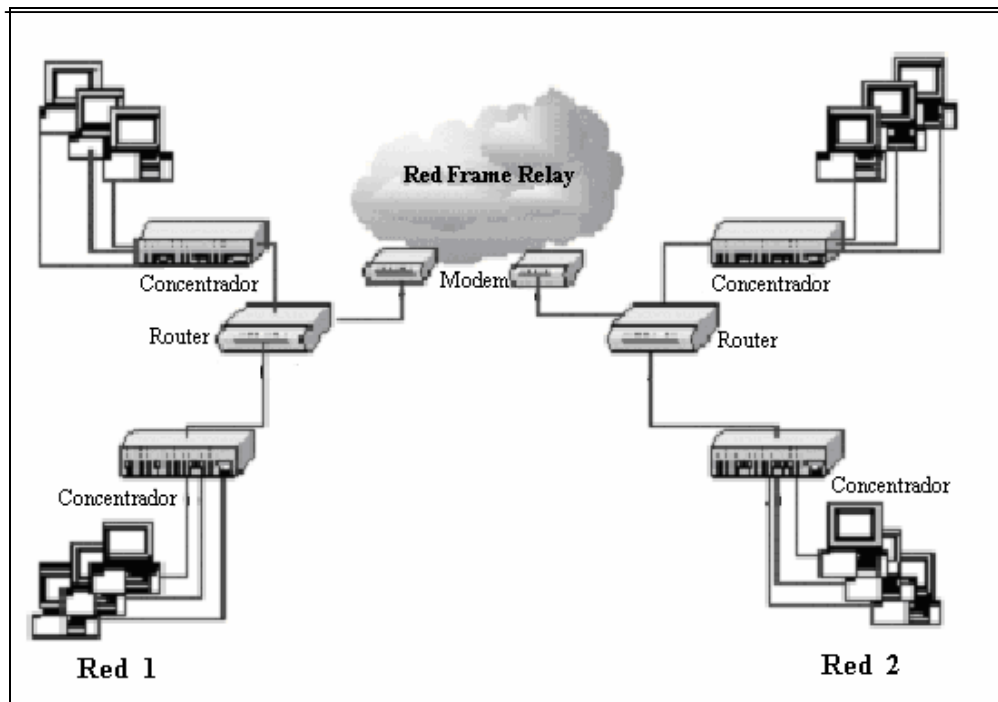


Figura 4.2 Interconexión de redes locales mediante redes publicas(Esquema general de un enlace dedicado).

IV.4 Consideraciones para un enlace Dedicado.

Al llevar acabo la implementación de un enlace dedicado es necesario conocer varios elementos que nos permiten definir por qué el enlace que estamos eligiendo es el mas conveniente para la organización, para ello se tendrá que analizar un conjunto de especificaciones que definirán los requisitos que el enlace ha de cumplir.

Entorno de Operación.

Durante el entorno de operación se define el tipo de información soportada (voz, datos, video, conferencia), el tipo de usuario final, la infraestructura de red, los protocolos soportados, la interfaz de usuario (homologación, estandarización, ergonomía, multiservicio), el tráfico de datos y el ancho de banda, estos dos últimos se explican a continuación:

El tráfico de datos es el calculo del flujo de datos está en razón del tamaño o longitud del mensaje, del tipo de transacción realizada (interactivo, petición de respaldo o lote) de los procedimientos de control de error utilizados, ya que reducen la tasa efectiva o neta de la transferencia de datos entre una fuente de datos y una terminal de destino, está tasa es medida en bits.

Mientras que para llevar acabo la determinación del ancho de banda, en primer lugar será necesario considerar las aplicaciones que corren a través de la red. Después para cada una de ellas se requiere establecer el numero de eventos que se presentaran en los momentos de mayor saturación en la red (una hora pico) se multiplica esto por el tamaño promedio de cada evento (en kilobytes), posteriormente se realiza la sumatoria para todas las aplicaciones; de esta manera se tiene el volumen total de información que se moverá en dicho momento (una hora pico). Convirtiéndose esto a bits y dividiéndolo entre el número de segundo de una hora (3600 seg) se tiene la velocidad del enlace, pero es necesario agregar un *factor de protección* por lo que se recomienda multiplicar la velocidad en bits por segundo por dos de esta forma se tendrá en ancho de Banda requerido para la red LAN.

Fiabilidad.

Se evalúa la disponibilidad de los servicios que se va a elegir para la transmisión de datos, buscando garantizar la integridad de la información, es decir el tiempo de funcionamiento del enlace sin presentar fallos.

Seguridad.

Se define el nivel de autenticación que se usara en el origen y destino, el tratamiento de seguridad de acceso, la confidencialidad de las comunicaciones y la necesidad de contar con enlaces de respaldo.

Facilidades de Gestión.

Se establece como se llevara acabo con el proveedor que se elija la gestión en caso de incidentes y averías, nuevos sitios, configuraciones, ampliación de enlace, prestaciones, mantenimientos.

IV.5 Red Pública Frame Relay.

La clave para que Frame Relay fuera aceptada fue su gran facilidad, como tecnología, para ser incorporado a equipos ya existentes: routers, computadoras, conmutadores, multiplexores, etc., y que estos pueden, con Frame Relay, realizar sus funciones de un modo más eficiente. Su ventaja, como servicio público es evidente, Frame Relay permite una mayor velocidad y prestaciones, además de permitir que un mismo circuito sirva a varias conexiones, reduciendo, obviamente, el número de puertos y circuitos precisos, y por tanto el coste total comparado con otras tecnologías que existían en el mercado. Sin embargo como desventaja tendríamos que mencionar que Frame Relay sólo ha sido definido para velocidades de hasta 1,544/2,048 Mbps. (T1/E1).

Los servicios que ofrece un proveedor de Red pública FRL son: instalación, puesta a punto, operación, mantenimiento, administración y monitoreo.

Una red FRL Pública se usa principalmente para interconectar Redes LAN y transportar solamente datos, pero existen varios operadores que están manejando la opción de voz, con calidad aceptable.

FRL Público, es un servicio para empresas que requieren de la transmisión de información entre dos o más puntos remotos en le servicio es ideal para empresas que tengan oficinas distribuidas geográficamente y que requieran de la transmisión de información entre puntos.

El crecimiento que pudiera darse en un futuro está plenamente garantizado a través del proveedor de FRL Publico, ya que en caso de requerirse mayor ancho de banda o conectar otros sitios a la red, los sistemas y servicios ofrecidos sólo necesitaran de una

reconfiguración para poder satisfacer las necesidades en forma inmediata como se menciono anteriormente.

La Red del proveedor de FRL está basada en conmutadores de paquetes FRL de alta capacidad y desempeño, esto asegura tiempos de respuesta muy pequeños entre los sitios que se encuentren conectados. Los nodos de la red se encuentran interconectados entre si mediante la red de fibra óptica de larga distancia, formando una red dorsal a nivel nacional con enlaces de alta velocidad. Esta configuración y el uso de los recursos de transporte de primer nivel permiten ofrecer una alta confiabilidad, debido a que su diseño es redundante y se encuentra protegido contra caídas, interrupciones en tramos y congestión de nodos. FRL es una tecnología que puede operar a velocidades que van desde los 64Kbps hasta 2,048Mbps (este último representa un T1 que no se maneja en México).

FRL puede soportar una gran variedad de protocolos como TCP/IP, punteo de Ethernet, SNA/SDLC, IPX, voz y otros. Las reglas de cómo son encapsulados estos protocolos y transportados por FRL se establecen en el RFC 1490. EL RFC 1490 establece que los protocolos deberán ser encapsulados sobre el campo de información de FRL y dentro de esta se hará una estructura que identifique al tipo de protocolo que se está transportado.

IV.6 Estructura del servicio público Frame Relay.

La tecnología Frame Relay, o "transmisión de tramas", ha sido citada, en numerosos ámbitos, como la primera tecnología normalizada que realmente funciona, con enlaces activos por ser una red orienta a conexión permite trabajar a altas velocidades con bajo retraso. Para llevar acabo la conexión de un punto a otro el servicio Frame Relay público se compone de los siguientes elementos:

NTU. Equipos terminales de red (Network Terminal Unit).

Este equipo es utilizado para enlaces DS0; es un dispositivo que sirve para proporcionar el servicio de RDI o ISDN a equipos que no cuentan con estas interfaces, permitiendo la conexión de diferentes equipos DTE y equipos analógicos, como teléfonos,

módems, fax, etc. Este equipo realiza el control de acceso al medio de las líneas privadas y es proporcionado por el vendedor.

Su función es recibir del usuario una señal digital y transmitir otra del mismo tipo, pero cambiando la forma de modulación, en México y E.E.U.U se ha estandarizado el 2B1Q.

Características.

- Velocidades síncronas entre 64Kbps a 2Mbps.
- Uso de canales B en forma independiente y de conjunto.
- Clear channel a 64Kb.
- Posibilidades de prueba y diagnóstico (BER, Loop hacia el DTE y hacia la red).
- Interfaces de usuario V.24 y V.35.

Ruteadores

El ruteador de acceso, es un equipo compacto que ofrece un óptimo costo beneficio en un dispositivo de multiservicios de acceso que integra voz, datos y tráfico de video sobre una variedad de servicios para conexión a redes WAN.

El ruteador está diseñado para escalar desde ambientes de velocidades bajas como 64Kbps hasta 2.048Mbps en redes FRL y ATM con un simple cambio de software, permite flexibilidad para ser conectado a redes públicas o privadas.

Características de los ruteadores:

1. Interfaces de red LAN, Ethernet 10 Base T, con conectores RJ45 y puertos seriales síncronos.
2. Interfase de red WAN con enlace para WAN E1.
3. Soporto de protocolos WAN: HDLC, PPP, X.25, FRL.
4. Interfaces G.703, V.35.
5. Protocolos de ruteo RIP, IGRP, OSPF, BGT, EGP, ESYS, EIS-IS.
6. Voz en paquetes con puertos analógicos con interfaces FXS, EFXO y E&M.
7. Velocidades para voz de 64, 32 y 8 Kbps.
8. Compresión de voz G.723, G.729 y G.729^a.

9. Transmisión de fax grupo 3, de 2.4 a 9.6 Kbps.
10. Transmisión de video IP LAN basado vía HDLC, PPP o FRL.
11. Protocolos IP, IPX e ISNA.

La tabla 4.1 muestra a los diversos fabricantes de ruteadores.

Fabricantes	Equipos
3COM	Familia Netbuilder
ACC	Nile Router
Bay Networks	AN, ANH, ASN, ARN, Serie Nautica
Cisco	Serie 1700, 2500, 3000, 4000 y 7000.
Digital	DECBrouther 90TI
HP	HP 27289 A
IBM	6611 Modelo 20
Microcom	MBR/6500
Newport	LAN2 LAN MPR
Retrix	RoutereXchange 7000

Tabla 4.1 Fabricantes de ruteadores

Accesos Locales

Es el medio utilizado para la conexión entre la localidad del usuario y el nodo más cercano a la red FRL pública, costo según el medio y la velocidad, utiliza accesos dedicados y conmutados. Se paga instalación y renta mensual.

Características.

Los servicios de acceso local consisten básicamente en el enlace del último kilómetro hacia la red pública de FRL. Este es un servicio digital para la transmisión de datos, que se ofrece únicamente a nivel local y puede comprender diferentes medios de transmisión. Este servicio es contratado con algún proveedor de servicios y es independiente de la red pública de FRL y el objetivo es enlazar las instalaciones del usuario con las facilidades de la red. El acceso debe de ser igual al puerto FRL contratado.

En general, las características de los accesos locales son:

1. DS0. Línea digital dedicada 64K o 128K calidad buena como acceso.

2. E0/E1. Línea digital dedicada mediante radio, cobre o fibra óptica, Nx64K, 2.048Mbps como acceso.
3. 2B+D. Línea digital conmutada ISDN a 64K o 128K, calidad buena como acceso o respaldo.

Puertos.

El cliente obtiene acceso al servicio FRL al terminar sus circuitos de acceso en un puerto residente a un punto de presencia POP del servicio de FRL. Los clientes seleccionan su velocidad del puerto que define la tasa máxima a la que puede transmitir y recibir datos de la red del servicio FRL. La tabla 4.2 muestra las velocidades de puertos FRL.

64	384	704
128	448	768
192	512	1024
256	576	1920
320	640	2048

Tabla 4.2 Velocidades de puertos FRL (Kbps).

Circuitos Virtuales Permanentes (PVC)

De acuerdo con el capítulo III, los PVC son conexiones lógicas entre los puertos y llevan asociado un CIR, en donde esta velocidad (CIR) que se asigna a cada uno de los PVC's dependerá de las necesidades de comunicación que presente el usuario o cliente de la red.

Además a cada PVC con CIR asociado, se la asignara una tasa de ráfaga de exceso un CBIR, donde el valor que se le asigna a esta ráfaga de exceso dependerá de las características del tráfico a cursar y de las necesidades del usuario del servicio.

Se recomienda que la velocidad de los puertos FRL contratados, sea siempre mayor al valor de los CIR's que contenga, con lo cual se garantiza la transmisión de la información de todos los CIR's junto con su CBIR asignado.

En lo que respecta al índice de información restablecido CIR, que viene asociado a cada PVC se puede asignar alguna de las velocidades mostradas en la tabla 4.3

4	256	768
8	320	832
16	384	896
32	448	960
48	512	1024
64	576	1792
128	640	2048
192	704	

Tabla 4.3 Velocidades CIR (Kbps)

Administración del Servicio FRL.

1. Informe del estado de la conexión y del servicio.
2. Notificación por parte de la red al usuario acerca de los DLCI activos e inactivos.
3. Notificación por parte de la red cuando un DLCI falla o es removido
4. Monitoreo en tiempo real del estado de la conexión física y lógica entre el usuario y la red.
5. Información adicional en caso de congestión.
6. Notificación por parte de la red acerca del ancho de banda provisto por la red para cada circuito virtual.
7. Asignación en tiempo real de nuevos PVC's y sus parámetros.

Mediciones en FRL.

1. Mediciones de línea o de transmisión
2. Mediciones Físicas.
3. Mediciones de BER.

Análisis de Protocolo

1. Conectividad local.
2. Enrutamiento extremo-extremo.
3. Pruebas de estrés sobre el protocolo.
4. Monitoreo en servicio.

IV.7 Redes Frame Relay disponibles en México

A continuación se enlistan los Proveedores que ofrecen el servicio de enlaces Frame Relay en México.

Alestra.

Es la compañía mexicana de telecomunicaciones que ofrece servicios de banda ancha y valor agregado bajo la marca AT&T, con los más altos estándares de calidad y servicio, que hacen de AT&T la compañía líder mundial en telecomunicaciones.

La infraestructura de red, cuya columna vertebral de equipo óptico está basada en la más avanzada tecnología, brinda acceso transparente a la Red Inteligente Mundial AT&T en más de 280 países.

Algunas de sus características en el servicio FRM son:

1. Servicios Alestra Frame Relay.
2. Acceso de 64 Jbps a 2.048 Mbps. Variedad de opciones para el CIR y manejo de PVC's simétricos y asimétricos.
3. Plataforma: Cisco (Strtacom).
4. Cobertura en las ciudades con presencia de Alestra.
5. Servicios a Estados Unidos con AT&T y mundiales con World Patners.

Avantel.

Desde 1996 la compañía ofrece soluciones en México, provee servicios integrales de telecomunicación diseñados específicamente para los distintos sectores del mercado desde el residencial hasta el de los grandes corporativos-- que fortalecen y amplían sus comunidades familiares y de negocios.

Algunas de sus características son:

1. Servicio Avantel FRL Services.
2. Accesos de 64 Kbps a 2.048 Mbps. Variedad de opciones para el CIR y manejo de PVC's simétricos y asimétricos.

3. Plataforma: Bay Networks.
4. Cobertura en las ciudades con presencia de Avantel.
5. Servicio a USA con Hyperstream de MCI y mundiales con red deConcert.

InterVan.

Es una empresa que brinda servicios de consultoría en el ámbito de la informática, conforma un grupo de profesionales de múltiples disciplinas cuyo objetivo es individualizar y desarrollar soluciones relacionadas con tecnología de la información, minimizando el impacto de implementación en la empresa-cliente.

Algunas de sus características son:

1. Primer proveedor en México, nace en 1994. Surge como una división de Intersys, ahora como empresa independiente desde 1996.
2. Convenio con LDDSWorldCom (LDDS & WILTEL) para ofrecer servicios FRL en 100 ciudades en USA y en otras 15 de Europa y Asia.
3. Cuentan con un acceso a red UUNet, uno de los dos principales puntos de acceso al Backbond de altas velocidades de INTERNET.
4. Plataforma: Stratacom.
5. Servicios.
6. Accesos a FRL y ATM.
7. Acceso corporativo a Internet.
8. Servicios de administración de red y Outsourcing.
9. El acceso para la ultima milla se realiza mediante servicios de Telmex (RDI).

OPTEL.

Inició en México en 1997 como empresa dedicada a la comunicación de redes de datos a través de una red pública.

Algunas de sus características son:

1. Es una empresa del Grupo Autrey.
2. Accesos síncronos dedicados (E1, 256K, 64K).
3. El acceso se hace mediante la contratación de un enlace dedicado con Telmex (RDI).

4. Ofrecen servicios de x.25, correo electrónico, acceso a Internet y acceso ATM.
5. Plataforma: Newbridge.
6. Cobertura nacional, con acceso local en 4 ciudades. Servicio a 20 países, con Sprint Global Frame Relay.
7. Transporte para protocolos como: X.25, SDLC, TCP/IP, IPX, etc.

UNINET.

Empresa líder en el mercado mexicano de telecomunicaciones, dedicada al diseño e integración de soluciones corporativas de comunicación de voz, datos y video.

Red Uno ha alcanzado y mantenido desde su constitución en 1991, una alta participación y posicionamiento en el cada vez más competido mercado de telecomunicaciones mexicano. Red Uno está orientado al servicio y satisfacción de sus clientes, habilitando a las empresas a crear una ventaja competitiva y participar en un mercado global creciente bajo un esquema de alta productividad y excelencia.

Algunas de sus características son:

1. Telmex y Consorcio Red Uno.
2. Conexión con Sprint (Global Frame Relay Network) para ofrecer servicios internacionales.
3. Acceso de 64K, hasta 2.048 Mbps con infraestructura de la RDI.
4. Cobertura en las principales ciudades de México.
5. Plataforma: Cascade Communication Inc. (Ascend) para FRL y Alcatel para X.25.
6. Oferta de equipos terminal con Red Uno.
7. Servicios. Acceso FRL, X.25, y red IP, acceso a Internet y acceso ATM.

Los servicios públicos de FRL pueden constituir un remplazo (con ventajas en los costos) de las líneas dedicadas, o pueden ser una buena interfaz para ser usada sobre éstas líneas. Los servicios públicos de FRL podrían permitir la justificación de un enlace con localidades remotas que de otra forma quedarían incomunicadas. FRL ofrece ahorros inmediatos a los usuarios de multiplexores, por lo que ofrece un mejor control sobre su

ancho de banda y costos menores, gracias a un mejor uso de la línea. FRL permite un mejor desempeño y menos lastre en las tareas de interconexión de redes de área local.

Para comprender y dar una muestra del uso de los enlaces dedicados FRL; en el siguiente y último capítulo presentaremos un caso práctico de la utilización de enlaces dedicados con tecnología FRL como medio de comunicación entre las redes locales de las Franquicias de una importante empresa automotriz en México.

V. APLICACIÓN DE UN ENLACE DEDICADO CON FRAME RELAY.

El presente capítulo describe un caso práctico de la implementación de los enlaces con tecnología Frame Relay. Utilizaremos la red de las agencias Automotrices en México.

V.1 Situación Actual.

La empresa automotriz regresó a México en el año 2000 con colaboración de otra importante empresa del ramo. Actualmente cuenta con 48 franquicias en todo el país se tienen proyectadas 85 para el final del decenio.

La red de datos la armadora cuenta con un nodo concentrador (ruteador) al cual son conectadas todas las franquicias del país a través de enlaces dedicados FRL siendo ésta una buena alternativa para la implantación de redes corporativas.

FRL ofrece la habilidad de consolidar la red, debido a que esta diseñada para ser transparente al protocolo ya que como se ha mencionado en los capítulos anteriores; puede transportar múltiples tipos de datos, como tráfico de voz, datos e imagen simultáneamente sobre una red única. FRL es utilizada comúnmente en combinación con servicios privados terrestres.

Los enlaces de las franquicias son parte de la red pública de datos de banda ancha UniNet de la empresa mexicana de telefonía Telmex en su consorcio Red Uno.

Se presentaron las propuestas y cotizaciones de las diferentes empresas que ofrecen el servicio de FRL en México al corporativo el cual decidió contratar a Telmex por ser la empresa de mayor cobertura en el país así como por tener un mejor servicio de soporte.

V.2 Descripción de las aplicaciones del sistema.

La empresa Automotriz trabaja con un esquema de seguridad informática en el que cada usuario tiene un certificado electrónico con el cual tiene acceso al sistema diseñado para trabajar sobre plataforma Netscape. Dentro de este se cuenta con las siguientes aplicaciones ¹³:

E-mail: Esta aplicación provee a los usuarios de una herramienta de correo estándar, la cual tiene la particularidad de que todos los mensajes que se envían viajan cifrados y da una capacidad de 10MB al usuario en el servidor.

Publicaciones: Es una aplicación que permite al usuario tener acceso a diversos documentos de interés de acuerdo a su área dentro del sistema. Como su nombre lo indica en la aplicación se publican noticias, estadística, manuales, etc.

Utilitarios: Esta aplicación es solamente usada por el personal de sistemas y permite la administración de los usuarios y sus derechos dentro del sistema generando altas y bajas que son enviadas a las LAN que se encuentra en Polanco e Insurgentes para posteriormente llevar la información a nivel Francia.

Sedre: Por medio de esta aplicación se realizan los pedidos de los autos, siempre y cuando estos se encuentren en México.

Distrinet: Esta aplicación es una herramienta que permite a los asesores comerciales, Gerentes de Ventas y Asistentes de Ventas conocer la cantidad de autos que están disponibles de acuerdo a su modelo, color, etc.

Transfer: La aplicación TDF es usado solamente por el personal de partes y accesorios, permite enviar pedidos y recibir la información resultante (confirmación de pedidos, back order, datos de facturación, catálogo de cliente, etc). Por medio de esta aplicación las agencias también recibirán, cada viernes, la actualización del archivo maestro departes con sus precios. Además tiene otras funciones como: Registrar la

¹³ Las aplicaciones y su descripción fueron consultadas en el sistema de la Automotriz.

actividad de envío y recepción en bitácoras, mantener copia de los archivos recibidos con los que se tiene posibilidad de volver a recibir, funciones reservadas de administración de usuarios y configuración de transfer.

GCM: Garantías contrato mundo se utiliza para concentrar todas las garantías en una sola base de datos, solamente dos puestos tienen acceso a esta aplicación en cada franquicia.

ICM: Índice contrato mundo, se usa únicamente para la consulta de las garantías que fueron capturadas en GCM.

Actis GPS: Es un sistema de monitoreo que permite ubicar la posición geográfica de un equipo.

Gestión de códigos: Es un servicio que permite obtener un código antiarranque ó un código transpondedor cifrado de un autos a partir de una serie de dígitos denominado VIN.

V.3 Tráfico de datos en las Franquicias.

Para calcular el tráfico de datos en una Franquicia se toma en cuenta el criterio descrito en el capítulo 4. La tabla 5.1 muestra el ancho de banda utilizado por una Franquicias de autos de la armadora en México¹⁴.

Aplicación	Eventos	Tamaño del evento en Kbytes	Total en Kbytes (Ev x tamaño)	Total en Kbits (Kbytes x 8)	Velocidad en Kbps (Kb/3600)	Velocidad requerida (Kbps x2)
Correo	650	70	45500	364000	101.11	202.22
Distrinet	6	10	60	480	0.13	0.27
Sedre	20	70	1400	11200	3.11	6.22
Publicaciones	20	50	1000	8000	2.22	4.44
Utilitarios	3	10	30	240	0.07	0.13
Transfer	10	60	600	4800	1.33	2.67
GCM	12	50	600	4800	1.33	2.67
ICM	10	10	100	800	0.22	0.44
Actis	5	30	150	1200	0.33	0.67
Gestión	5	10	50	400	0.11	0.22
Total	741		0	395920	109.98	219.96

Tabla 5.1 Ancho de banda utilizado por una agencia de autos Renault México

¹⁴ El número de consultas por aplicación se tomaron en base a una estadística respondida por el cliente.

De acuerdo al criterio antes mencionado la tabla 5.1 indica en la columna de eventos el número de consultas a cierta aplicación que se llegan a tener en los momentos que se presenta mayor tráfico en la red, dichos eventos se están multiplicando por el tamaño en bites designado para cada uno de ellos el cual se observa en la columna de “Tamaño del evento” (el tamaño en kbytes de cada evento), realizamos la sumatoria para todas las aplicaciones; de esta manera se tiene el volumen total de información que se moverá en dicho momento (una hora pico). Convirtiéndose esto a bits y dividiéndolo entre el número de segundos de una hora (3600 seg) se tiene la velocidad del enlace, pero es necesario agregar un *factor de protección* por lo que se multiplica la velocidad en bits por segundo por dos de esta forma se tendrá en ancho de Banda requerido para la red LAN el cual se encuentra representado en la columna de velocidad requerida

V.4 Diseño de la red Frame Relay para la armadora en México.

Requerimientos de la Red.

Como se menciona al inicio de este capítulo el personal encargado del proyecto tenía contemplado los siguientes puntos:

- 85 Franquicias como punto inicial
- Un esquema de conexión que permitiera el rápido crecimiento con simples cambios en su configuración.
- Equipo Activo funcional en caso de crecimiento.
- Y un protocolo que soportara la interconexión de redes LAN para la transmisión de datos.

Todo lo anterior es cubierto por enlaces DS0 con tecnología Frame Relay de acuerdo a lo sintetizado en el capítulo IV.

Definición de la topología de Red y Segmentación.

Una vez definido lo anterior y habiendo seleccionado a Red Uno como su proveedor, Francia designó la segmentación de la red de acuerdo a sus estándares, de la misma forma los servidores de aplicación se concentrarían en la Ciudad de México al igual que la salida a Internet a través de Proxy fue por ello que se definió una topología estrella donde todos los enlaces de las franquicias llegarían a un nodo concentrador.

Todas las agencias cuentan con equipos ruteadores, incluyendo las oficinas corporativas, a través de los cuales se realiza la transferencia de información entre sus diferentes aplicaciones, y se pueden consultar los datos que se encuentran en su nodo concentrador.

El gran desempeño que ofrece el servicio de FRL público permite transportar tráfico de alta velocidad, de comportamiento variable, de una manera confiable y con bajos tiempos de respuesta. Por lo tanto, este servicio se ajusta a la demanda para la transmisión de datos, ya que su flexibilidad permite que únicamente se utilice el ancho de banda necesario a través de sus circuitos virtuales o canales lógicos que se establecen entre las localidades a comunicar.

Considerando los elementos para el diseño de una red de comunicaciones tenemos:

- Topología de la red
- Consideraciones del Ancho de Banda
- Selección y configuración de los equipos requeridos en cada sitio
- Consideraciones especiales de diseño
- Beneficios

V.4.1 Topología de la red.

Podemos decir que la topología de la red Renault en México es de tipo estrella ya que cuenta con un dispositivo central (ruteador) que es llamado nodo concentrador al que se envía todo el tráfico de las redes locales de cada agencia el cual, a su vez dirige éste hacia las LAN's que se encuentran ubicadas en Insurgentes y Polanco, para su comunicación con Francia a nivel de aplicaciones, para la consolidación de diferentes

tipos de tráfico y simplificación de la administración de la red, para tener como resultado menores costos de operación.

En la figura 5.1 que se muestra en la siguiente página, podemos observar la estructura de la red conformada por las agencias conectadas a la red Frame Relay que a su vez envía el tráfico de información a través de dos líneas E1 (1024 Kbps) al nodo concentrador, dicho equipo tiene la capacidad de recibir los dos E1 para administrar el tráfico en la red la mitad de las franquicias envían sus solicitudes por un enlace y la mitad por el otro; el nodo concentrador se encuentra en instalaciones del proveedor de Internet. Este proveedor también ofrece el servicio de Proxy y administra el Pix para controlar la salida y el acceso a Internet.

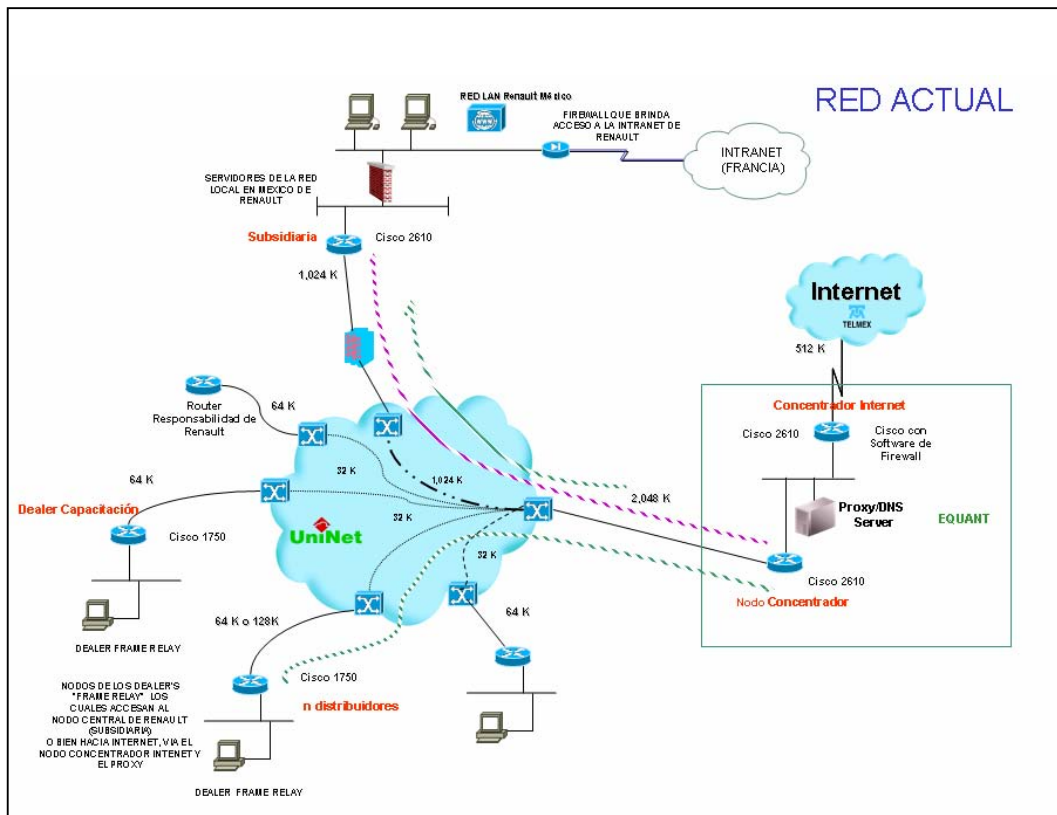


Figura 5.1 Estructura de la red.

V.4.2 Consideraciones del Ancho de Banda

Se consideran circuitos Frame Relay de diferentes capacidades de acuerdo con la jerarquía de los nodos.

Para determinar el ancho de banda necesario se tienen las siguientes consideraciones: El acceso a la red pública de FRL se entregará en las localidades remotas vía DS0 y se entregaran en interfases V.35

La tabla 5.2 muestra las características del enlace de acuerdo al ancho de banda requerido, la velocidad de acceso, la velocidad del puerto y el CIR para cada una de las Franquicias¹⁵.

Agencia	Ancho de banda actual	CIR
Acapulco	192	192
Aeropuerto	128	64
Aguascalientes	128	64
Ameritas	128	64
Ampliación Pol	64	64
Angelopolis	128	32
Azcapozalco	128	64
Cancún	128	96
Cemer	128	64
Centro	128	64
Chihuahua	128	64
Cuernavaca	128	64
Culiacán	128	32
Cumbres	64	32
Dorada	128	32
Garza Sada	128	64
Insur	128	32
Insurgentes Valle	128	32
Interlomas	128	32
León	128	64
Mérida	128	32

¹⁵ Datos provistos por Red Uno.

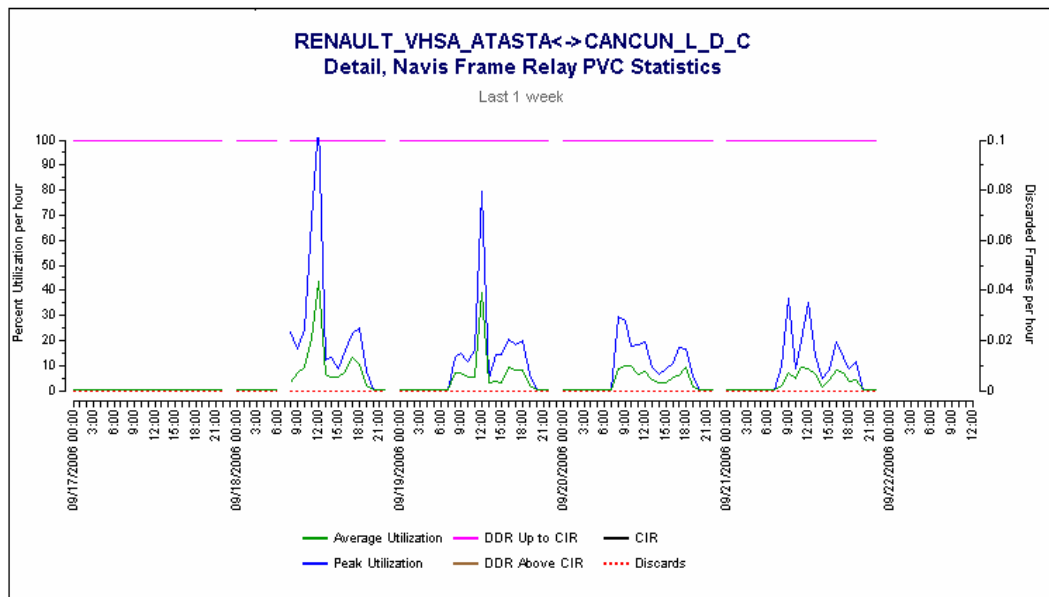
Metepec	128	64
Morelia	128	64
Oaxaca	128	64
Patria	64	32
Pachuca	64	64
Polanco	128	64
Querétaro	128	64
Roma	64	32
San Ángel	256	64
San Jerónimo	256	192
San Luís Potosí	128	32
Satélite	128	64
Sol	128	32
Tampico	128	64
Tepepan	128	128
Tijuana	128	128
Tlalpan	128	128
Tlanepantla	128	64
Torreón	128	64
Universidad	192	64
Uruapan	64	32
Valle Oriente	128	128
Veracruz	128	128
Victoria	128	64
Villahermosa	256	64
Xalapa	128	128
Zacatecas	128	128

Tabla 5.2 Ancho de Banda requerido por Agencia (en Kbps)

Analizando las necesidades de comunicación actuales y futuras en cuanto a la transmisión de datos de las agencias Renault México, la red propuesta consiste en asignar enlaces que van de los 64 Kbps a 256 Kbps de acuerdo a los requerimientos de anchos de banda obtenidos de la tabla 5.2, como acceso a la red de FRL pública

contratada y PVC's entre los diferentes puntos a comunicar, sin embargo es de considerar que algunas Franquicias están errando en las contrataciones de los CIR para sus respectivos enlaces pues estos son pequeños y deprecian la velocidad del enlace.

La grafica de la figura 5.2 muestra como el CIR asignado para el PVC sobrepasa su nivel máximo en repetidas ocasiones, lo que por momentos genera lentitud en el enlace¹⁶.



La figura 5.2. muestra la gráfica de un PVC entre dos franquicias

Para las Oficinas Corporativas ubicadas en México DF se cuenta con dos enlaces E1 (con tecnología FR) a 2Mb que llega por fibra óptica, dicho enlace permite la interconexión con las 48 franquicias que se encuentran en operación hasta ahora.

V.4.3 Selección y Configuración de los equipos requeridos en cada sitio.

Routers (Encaminadores)

El router Cisco 1751 figura 5.3 es el modelo básico que utiliza tecnologías de ruteo para integrar diferentes tipos de tráfico, soporta conexiones de voz analógica o digital y permite a las empresas ampliar la infraestructura de red de forma transparente y

¹⁶ Gráfica se obtuvo de <http://masuninetfr.uninet.net.mx> página donde se consulta en línea el tráfico de los enlaces.

rentable. La familia de routers de acceso Cisco 1700 incluye un dispositivo modular optimizado para conexiones de sólo datos que es utilizado por las agencias debido a que estas usan el enlace únicamente para la transferencia de datos.



Figura 5.3 Cisco 1751

NTU

El NTU es proporcionado por el proveedor de servicio, en el caso de las Agencias Renault el NTU es un Tellab Martis DXX STU 160 se entrega en el momento que entregan el enlace.

Al enlace se le corren pruebas de calidad para comprobar que existan comunicaciones de una central a otra hasta verificar la comunicación total entre los puntos que se desean enlazar. Después de que las pruebas de calidad se han ejecutado y si el enlace cumple se procede a configurar el ruteador.

En la figura 5.4 muestra la configuración del router, por razones de confidencialidad se ha sustituido por “x” los dígitos correspondientes a los direccionamientos.

```
Current configuration : 964 bytes
!
version 12.2
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname XXX
!
!
memory-size iomem 25
ip subnet-zero
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 10.x.x.x 255.x.x.x
 speed auto
!
interface Serial0/0
 ip address 10.x.x.x 255.x.x.x
 encapsulation frame-relay
 frame-relay interface-dlci 47
 frame-relay lmi-type ansi
!
ip classless
ip route 10.x.x.x 255.x.x.x 10.x.x.x
ip route 10.x.x.x 255.x.x.x 10.x.x.x
ip route 10.x.x.x 255.x.x.x 10.x.x.x
ip route 1010.x.x.x 255.x.x.x 10.x.x.x
no ip http server
!
!
line con 0
 login local
line aux 0
 login local
line vty 0 4
 login local
!
end
```

Figura 5.4 Configuración de un router de la red.

Consideraciones Especiales de diseño

La manera de establecer el CIR que se le asigna a cada PVC, depende principalmente del tipo y comportamiento de las aplicaciones que se emplean en cada sitio que se desea conectar por lo que se recomienda que el promedio de utilización de un circuito PVC de FRL debe ser menor al 80% del valor del CIR.

V.4.4 Beneficios

El crecimiento que tendrá la Armadora al llegar a las 85 agencias se encuentra contemplado, además de que en caso de requerirse mayor ancho de banda y/o necesitar conectar otros sitios, los sistemas y servicios ofrecidos sólo requerirán de una reconfiguración para poder satisfacer las necesidades en forma inmediata.

Por tal motivo, el proveedor de FRL se encuentra monitoreando los PVC's de las Agencias Renault, para poder determinar los crecimientos que se deben asignar a cada PVC en caso de requerirlo y poder asignar una tasa de ráfaga de exceso según las necesidades de cada PVC.

Los casos que requieran de una ampliación de ancho de banda en el enlace implicaran una consecuencia en cuanto aumento en costo de contratación y renta mensual, que será proporcional a la ampliación requerida. Los sitios se podrán configurar para soportar ráfagas de exceso mayores para los casos en que el tráfico requiera un incremento en ancho de banda. Podrán configurarse por software velocidades y tolerancias mayores, sin requerir modificaciones en hardware.

Se cuenta con un sistema de administración eficiente proporcionado por el proveedor de FRL público.

La figura 5.5 muestra un esquema general del acomodo de dispositivos dentro de un site de las franquicias, con lo que se da por concluida la instalación y configuración de un enlace.

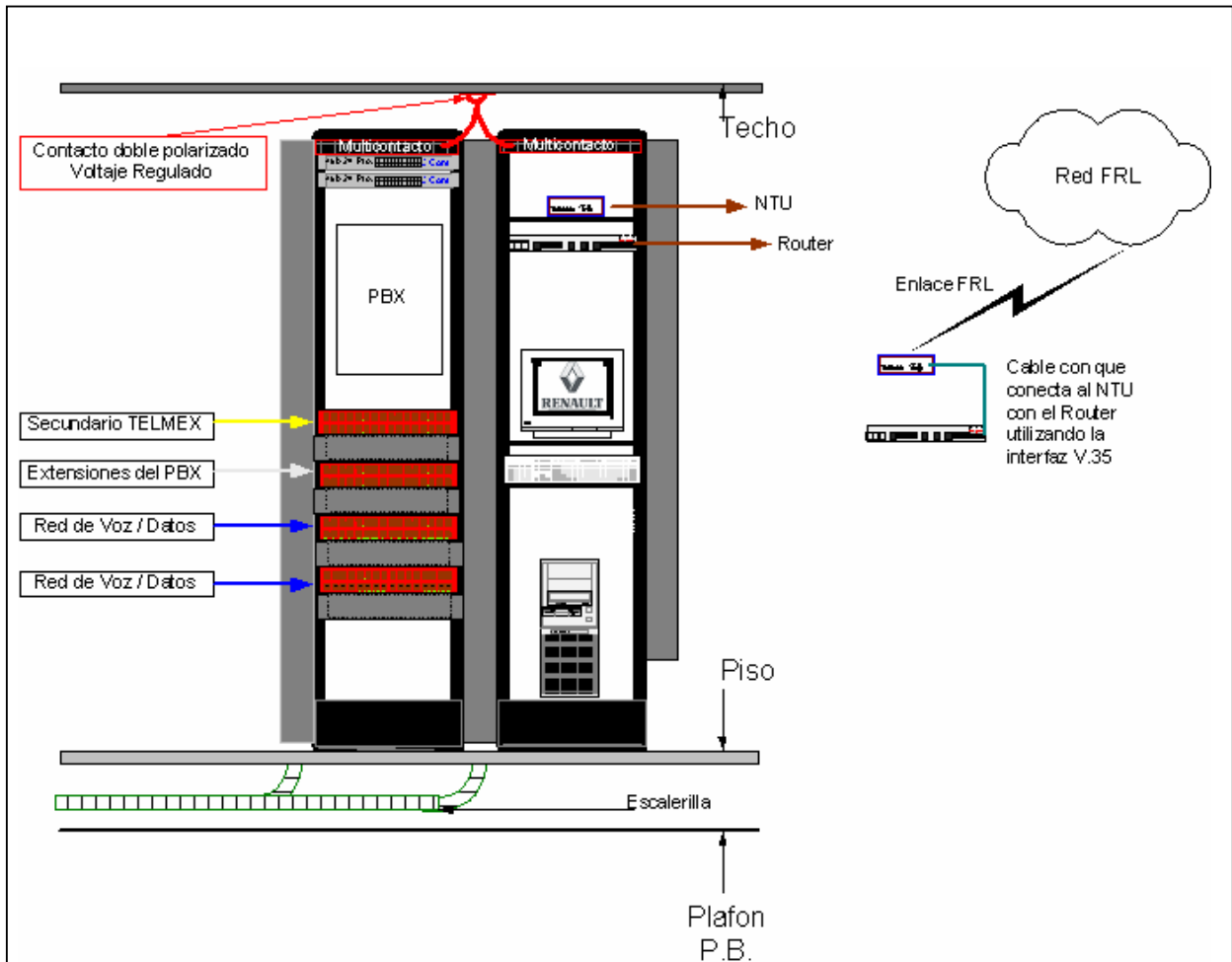


Figura 5.5 Esquema de la configuración de un enlace en una agencia Renault México.

A lo largo de este capítulo tuvimos la oportunidad de tener una perspectiva clara de las consideraciones a tomar en la implementación de enlaces dedicados como soluciones de conexión de acuerdo a lo sintetizado en el capítulo IV llevándolo a la vida real.

Conclusiones:

La investigación abordada en esta tesis, correspondió a la necesidad de tener un estudio completo de los factores que rodean a la implementación de un enlace dedicado DS0 con tecnología Frame Relay, como parte de una red privada planteando los elementos que deben de tomarse en cuenta. Aportando con nuestra investigación una base para aquellos que estén interesados en la realización de enlaces dedicados (aplicable a otros enlaces en general), o bien sólo adquirir el conocimiento. En el caso de los estudiantes y para nuestro beneficio mostrar una aplicación real de gran parte de la teoría que se imparte en las aulas y laboratorios de la institución. De acuerdo al estudio que se ha realizado, los puntos cruciales de tener un enlace DS0 con tecnología Frame Relay para una red privada serían:

1. Soportar el tráfico de las empresas a través de enlaces dedicados por medio de líneas privadas para conectar puntos distantes y mayor seguridad en el transporte de información gracias a una configuración redundante (Interconectividad entre LAN's).
2. Tener en cuenta que Frame Relay es una tecnología excelente para la transmisión de datos por lo que tiene una alta capacidad de desempeño ofreciendo tiempos de respuesta pequeños, pero presenta deficiencias en lo que a voz y video se refiere.
3. El ancho de banda del enlace puede ser incrementado de 64 kbps a 128 kbps ó más siendo transparente para el usuario, por lo que ***el crecimiento a futuro esta plenamente garantizado a través del proveedor FRL Publico***, además de permitir un mayor ancho de banda es posible habilitar otros sitios de la red para interconectarse, solo se requiere de una reconfiguración para satisfacer las necesidades de forma inmediata.

Durante el desarrollo de este trabajo de tesis una parte medular de la implementación de un enlace DS0 para interconectar LAN's es la parte del diseño durante el cual se evaluaron los siguientes puntos:

- 1. Requerimientos de la red:** En esta etapa se determino los sitios que se iban a conectar, los tipos de datos que iban a viajar en a través de la red en base a las aplicaciones que se iban usar (análisis de trafico), y se analizaron las necesidades del ancho de banda.
- 2. Diseñar el mapa de la red:** En esta etapa se determino la topología de la red en la aplicación presentada en el capítulo 5 la red es una estrella debido a que todos los puntos se conectan a un nodo concentrador.
- 3. Diseño de la capa de la red.** Durante esta etapa se definió el direccionamiento a emplear.
- 4. Evaluación de Costos y Selección del Proveedor de servicios FRL:** Primeramente se evaluaron los costos del servicio para ver la rentabilidad y eficiencia del mismo, se analizaron los diversos proveedores y se examinaron las ventajas y desventajas que tenia cada uno de ellos en cuanto al servicio, en este caso específico se selecciono a Red Uno por su infraestructura además de que ofreció un costo por enlace más económico por tratarse de un gran número de agencias.

Finalmente concluimos que los objetivos planteados al inicio de este proyecto de tesis se alcanzaron, ya que logramos plasmar como trabaja la tecnología, donde se aplica y las consideraciones para implementar un enlace con dicha tecnología.

APENDICE

Router Cisco 1751

Especificaciones del producto

Tabla : Interfaces/Puertos físicos

Característica	Descripción
Un puerto Fast Ethernet 10/100BaseTX (RJ45)	Detección automática de velocidad y negociación dúplex automática
Una ranura para tarjeta de interfaz de voz	Admite una única tarjeta de interfaz de voz (Tabla 4) con dos puertos por tarjeta
Dos ranuras de tarjetas de interfaz WAN/interfaz de voz	Admite cualquier combinación de hasta dos tarjetas de interfaz WAN (Tabla 3) o tarjetas de interfaz de voz (Tabla 4)
Interfaces serie síncronas en tarjetas de interfaz WAN serie	Velocidad de la interfaz: hasta 2,0 Mbps (T1/E1); protocolos serie síncronos: PPP, HDLC, LAPB, IBM/SNA; servicios serie síncronos WAN: Frame Relay, X.25, SMDS; interfaces serie síncronas admitidas en las tarjetas WIC-1T, WIC-2T y WIC-2A/S: V.35, EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, X.21, EIA-530; ofrece conectividad a la DSU cable serie Cisco uBR910 para el acceso por cable de banda ancha
Interfaces serie asíncronas en tarjetas de interfaz WAN serie	Velocidad de la interfaz: hasta 115,2 kbps; protocolos serie asíncronos: Protocolo punto a punto (PPP), Protocolo SLIP; interfaz asíncrona: EIA/TIA-232
Tarjetas de interfaz WAN ISDN	Acceso telefónico ISDN (RDSI) y línea dedicada (IDSL) a 64 y 128 kbps; encapsulación a través de línea dedicada ISDN (RDSI) Frame Relay y PPP
Un puerto auxiliar (AUX)	Conector RJ-45 con la interfaz RS232 (conexión compatible con el puerto AUX de la serie Cisco 2500); DTE serie asíncrono con controles de módem completos (CD, DSR, RTS, CTS); velocidades de datos serie asíncrono de hasta 115,2 kbps

Un puerto de consola	Conector RJ-45 con interfaz RS232 (conexión compatible con los puertos de consola de la serie Cisco 1000/1600/2500); DTE serie asíncrono; velocidades de transmisión/recepción de hasta 115,2 kbps (9.600 bps por defecto, no es un puerto de datos de red); sin control de flujo hardware (RTS/CTS)
Una ranura de expansión interna	Admite los servicios asistidos por hardware como el cifrado (hasta T1/E1)
Procesador RISC	Motorola MPC860T PowerQUICC a 48 MHz
DRAM	<ul style="list-style-type: none"> • Se ejecuta desde la arquitectura RAM • En placa (fijo/por defecto): 16 MB; una ranura DIMM; tamaños de DIMM disponibles: 4, 8, 16, 32 MB; máxima DRAM: 48 MB
Memoria flash	Tipo: Tarjeta miniflash (extraíble) en placa; por defecto: 4 MB; tamaños disponibles: 4, 8, 16 MB; máxima flash: 16 MB; admite bancos duales flash

Tabla : Tarjetas de interfaz WAN para el router Cisco 1750

Módulo	Descripción
WIC-1T	1 serie, asínc. y sínc. (T1/E1)
WIC-2T	Dos serie, asínc. y sínc. (T1/E1)
WIC-2A/S	Dos serie de baja velocidad (un máximo de 128 kbps), asínc y sínc.
WIC-1B-S/T	1 ISDN BRI S/T
WIC-1B-U	1 ISDN BRI U con NT1 integrado
WIC-1DSU-56K4	Un 56/64 kbps integrado, DSU/CSU de cuatro hilos
WIC-1DSU-T1	Un T1 integrado/T1 DSU/CSU fraccional

Tabla 5: Tarjetas de interfaz de voz para el router Cisco 1750

Módulo	Descripción
VIC-2FXS	Tarjeta con dos puertos FXS de voz/fax para el módulo de red de voz/fax
VIC-2FXO	Tarjeta con dos puertos FXO de voz/fax para el módulo de red de voz/fax
VIC-2FXO-EU	Tarjeta de interfaz de voz/fax de dos puertos FXO para Europa

VIC-2FXO-M3	Tarjeta de interfaz de voz/fax de dos puertos FXO para Australia disponible el 4º trimestre de 2000
VIC-2E/M	Tarjeta de interfaz de voz/fax con dos puertos E&M para el módulo de red de voz/fax

Dimensiones

- Anchura: 11,2 pulgadas (28,45 cm)
- Altura: 4,0 pulgadas (10,0 cm)
- Profundidad: 8,7 pulgadas (22,1 cm)
- Peso (mínimo): 3,0 libras (1,36 kg)
- Peso (máximo): 3,5 libras (1,59 kg)

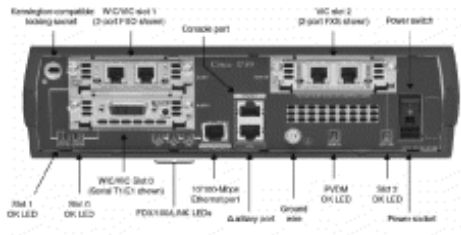
Fuente de alimentación

- Conector de bloqueo en el enchufe de alimentación
- Voltaje de corriente alterna (CA) de entrada: de 100 a 240 VCA
- Frecuencia: de 47 a 64 Hz
- Tensión de entrada CA: 0,5 amperios
- Disipación de potencia: 20 vatios (máximo)

Condiciones ambientales

- Temperatura de actividad: de 32 a 104° F (de 0 a 40° C)
- Temperatura de inactividad: de -4 a 149° F (de -20 a 65° C)
- Humedad relativa: de 10 a 85 % en funcionamiento sin condensación; de 5 a 95% sin condensación, seguridad en inactividad

Ilustración: Panel posterior del router modular de acceso Cisco 1751



Normas de regulación aprobadas

- UL 1950
- CSA 22.2 Núm. 950
- EN60950
- EN41003
- AUSTEL TS001
- AS/NZS 3260
- ETSI 300-047
- BS 6301 (fuente de alimentación) EMI
- AS/NRZ 3548 clase A
- Clase B
- FCC parte 15 clase B
- EN60555-2 clase B
- EN55022 clase B
- VCCI clase II
- Inmunidad CISPR -22 clase B
- Especificación de inmunidad genérica 55082-1 parte 1: Industria ligera y residencial
- IEC 1000-4-2 (EN61000-4-2)
- IEC 1000-4-3 (ENV50140)
- IEC 1000-4-4 (EN61000-4-4)
- IEC 1000-4-5 (EN61000-4-5)
- IEC 1000-4-6 (ENV50141)
- IEC 1000-4-11
- Homologación de red IEC 1000-3-2

- Europa: CTR2,CTR3
- Canadá: CS-03
- Estados Unidos: FCC parte 68
- Japón: Jate NTT
- Australia/Nueva Zelanda: TS013/TS-031
- Hong Kong: CR22

Interfaz V 35

Las interfaces de nivel físico se utilizan para conectar los dispositivos a los circuitos de comunicaciones. Para realizar esta importante función la mayoría de los interfaces de nivel físico describen cuatro atributos. Los atributos eléctricos describen los niveles de tensión (o corriente) y la temporización de los cambios eléctricos que representan los valores binarios 0 y 1. Los atributos funcionales describen las funciones a ser realizadas por el interfaz físico. Muchos protocolos de nivel físico clasifican esas funciones como control, temporización, datos y tierra. Los atributos mecánicos describen los conectores y los hilos de interfaz. Todos los hilos de control, señalización y datos se encuentran generalmente en un mismo cable y unidos a conectores en ambos extremos del mismo. Los atributos de procedimiento describen la función de los conectores y la secuencia de eventos que es necesario efectuar para la transmisión real de datos por el interfaz.

Generalmente, los DTE no están capacitados para transmitir y recibir datos de una red de larga distancia, y para ello están los módem u otros circuitos parecidos (denominados DCE). Los DCE se encargan de transmitir y recibir bits uno a uno. Los DTE y DCE están comunicados y se pasan tanto datos de información como de control. Para que se puedan comunicar dos DTE hace falta que ambos cooperen y se entiendan con sus respectivos DCE. También es necesario que los dos DCE se entiendan y usen los mismos protocolos.

La interfaz entre el DCE y el DTE debe tener una concordancia de especificaciones:

- De procedimiento: ambos circuitos deben estar conectados con cables y conectores similares.
- Eléctricas: ambos deben trabajar con los mismos niveles de tensión.
- Funcionales: debe haber concordancia entre los eventos generados por uno y otro circuito.

El interfaz V.35 fue especificado originalmente por la CCITT como un interfaz para las transmisiones de la línea 48kbps. Se ha adaptado para todas las velocidades de línea sobre 20kbps. Fue discontinuado por la CCITT en 1988, y substituido por las recomendaciones V.10 y V.11.

V.35 es una mezcla de los interfaces de señal equilibrados (como RS422) y comunes de la tierra (como RS232-C). El control incluye DTR, DSR, DCD, RTS y CTS interfaces comunes de la tierra del alambre, funcionalmente compatibles con las señales del nivel RS-232-C. Los datos y las señales del reloj son equilibrados como las señales de la interfaz RS-422.

Características Físicas de la interfaz V.35

Especificaciones técnicas V.35

Número de serie	Velocidad en línea	FDX o HDX	Síncrono o Asíncrono	Técnica de Modulación	Tipo de línea
V.35	48k	FDX	Síncrono	AM-FM	Dedicada

Interfaz física

Las señales de control de la interfaz V.35 son solo interfaces del alambre de la tierra común, porque estos niveles de la señal son constantes o varían en las frecuencias bajas. Los datos y las señales de alta frecuencia del reloj son llevados por las líneas equilibradas. Así los alambres se utilizan para las frecuencias bajas para las cuales son adecuados, mientras que los pares equilibrados se utilizan para los datos y las señales de alta frecuencia del reloj.

El enchufe V.35 es estándar. Es un enchufe plástico negro con aproximadamente de 20 x 70mm.

Una complicación adicional con la interfaz V.35 es en que el enchufe V.35 es demasiado grande y no cabe en muchas tarjetas de dispositivo suplementario, tales como las usadas por los PC. Entonces muy a menudo se utiliza un cable no estándar usado para conectar un sistema V.35, terminando un DB25 en un extremo y un enchufe V.35 en el otro.

Niveles eléctricos

En el interfaz V.35 se combinan señales balanceadas y no balanceadas. Las líneas de control incluyendo DTR, DSR, DCD, RTS y CTS son señales de un hilo con tierra de referencia común presente en el pin B (signal ground). Por otra parte, las señales de datos y reloj son balanceadas disponiéndose un par de hilos por cada señal.

Sincronización y reloj

El interfaz entregará al usuario un reloj de referencia, es decir sincronización con la red a través del DCE al que esté conectado el usuario.

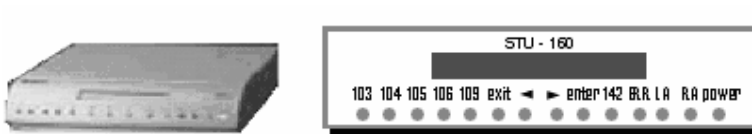
Codificación

El interfaz trabaja esencialmente con el método de codificación NRZ.

Nivel de enlace

El protocolo de enlace y formato de trama soportado para el control de la transmisión y la recepción de tramas es el descrito en las recomendaciones ITU-T Q922 para redes de conmutación FRAME RELAY.

NTU Matix DXX STU-160



Simbología

INDICADOR	ENCENDIDO	APAGADO
109	O.K.	FALLA
ERR	FALLA	O.K.
LA	FALLA	O.K.
RA	FALLA	O.K.
Power	O.K.	FALLA

SÍMBOLO	COLOR	FUNCIÓN
103	Verde	Tx, transmisión de datos (prende y

		apaga cuando hay transmisión)
104	Verde	Rx, recepción de datos (prende y apaga cuando hay transmisión)
105	Verde	Peticion de envío (se enciende cuando comienza a recibir)
106	Verde	Listo para enviar (se enciende cuando comienza a enviar)
109	Verde	Se enciende mientras la NTU tenga señal
ERR	Rojo	Iluminado o intermitente cuando la NTU recibe errores durante la prueba
LA	Rojo	Alarma local, encendido cuando la NTU tiene una falla interna
RA	Amarillo	Alarma remota, encendido o intermitente cuando la NTU detecta una falla en la red
Power	Verde	Indicador de encendido

ITU-T Q922

Todos los protocolos deben encapsular sus tramas dentro del formato de trama definido en Q 922. Adicionalmente estas tramas deben contener cierta información necesaria para identificar el protocolo transportado, esta información permitirá al receptor procesar adecuadamente el paquete entrante. Se pueden resumir las atribuciones de Q 922 en los siguientes puntos:

- Multiplexación y Demultiplexación de tramas.
- Transparencia, alineación y delimitación de tramas.
- Comprobación de tamaños de trama.
- Detección de errores de trasmisión.
- Control de conexión.
- DLCI, 10 bits empleados para etiquetar cada trama esta identificación se corresponde con el PVC empleado en la transmisión.

- C/R Command Response, diferencia si la trama es Command o Response.
- EA extended Address, mediante estos bits ampliamos dos bits más el espacio para el número DLCI.
- FECN Forward explicit congestion notification, 1 bit de notificación de congestión de tráfico hacia el destino.
- BECN Backward explicit congestion notification, 1 bit notificación de congestión en el retorno.
- DE Discard Eligibility, bit que indica que la trama tiene baja prioridad y que es candidata a ser descartada.

Señalización UNI

En la señalización entre el equipo del usuario y el FRAME Relay existirá señalización UNI (User Network Interface) para informar a la terminal de usuario de los DLCI posibles.

Comprobación de errores

El mecanismo de comprobación de errores se basará en el cálculo de un FCS por cada trama, éste FCS será anexado con cada trama a enviar. En la estación de destino se recalculará un FCS para cada trama comprobando el resultado con el FCS enviado. En caso de que los FCS no coincidan se ha producido la alteración de uno o más bits de la trama de entrada.

La infraestructura PDH

PDH define un conjunto de sistemas de transmisión que utiliza dos pares de alambres (uno para transmitir, otro para recibir) y un método de multiplexación por división de tiempo (TDM) para interpolar múltiples canales de voz y datos digital.

Plesiocrono se origina del griego plesio ("cercano" o "casi") y cronos ("reloj"), el cual significa que dos relojes están cercanos uno del otro en tiempo, pero no exactamente el mismo. Contrasta con isocronos, el cual significa "mismo reloj".

Existen tres conjuntos diferentes de estándares PDH utilizados en las telecomunicaciones mundiales.

T1, el cual define el estándar PDH de Norteamérica que consiste de 24 canales de 64 Kbps (canales DS-0) dando una capacidad total de 1.544 Mbps. También están disponibles T1s fraccionales.

E1, el cual define el estándar PDH europeo — definido por la ITU-T— pero que es utilizado en el resto del mundo, incluyendo México. E1 consiste de 30 canales de 64 Kbps (canales E0) y 2 canales reservados para la señalización y sincronía, la capacidad total nos da 2.048 Mbps. Pero también están disponibles E1s fraccionales.

J1, el cual define el estándar PDH japonés para una velocidad de transmisión de 1.544 Mbps consistente de 24 canales de 64 Kbps (canales DS-0), aunque también están disponibles J1 fraccionales. La longitud de la trama del estándar J1 es de 193 bits (24 x 8 bit, canales de voz/datos más un bit de sincronización), el cual es transmitido a una tasa de 8000 tramas por segundo. Así, $193 \text{ bits/trama} \times 8000 \text{ tramas/segundo} = 1,544,000 \text{ bps}$ o 1.544 Mbps.

Pero así como PDH fue un parteaguas en los sistemas de transmisión, tiene muchas debilidades, algunas de ellas son las siguientes:

- No existe un estándar mundial en el formato digital, existen tres estándares incompatibles entre sí, el europeo, el estadounidense y el japonés.
- No existe un estándar mundial para las interfaces ópticas. La interconexión es imposible a nivel óptico.
- La estructura asíncrona de multiplexación es muy rígida
- Capacidad limitada de administración

Técnicas básicas de multiplexación

La multiplexación es la técnica que se utiliza para transmitir varias fuentes de información — dígame voz, datos, vídeo— sobre un mismo canal de comunicación. El multiplexador, frecuentemente llamado mux, es un equipo de comunicación utilizado para este propósito. La principal ventaja de la multiplexación es la de reducir los costos de la red al minimizar el número de enlaces de comunicación entre dos puntos. Los multiplexadores de la actualidad tienen cada vez más inteligencia, y la adicional inteligencia brinda más beneficios.

Existen varias técnicas de multiplexación que incluyen FDM (Frequency Division Multiplexing, multiplexación por división de frecuencias), TDM (Time Division Multiplexing, multiplexación por división de tiempo), STDM (Statistical Time Division Multiplexing, multiplexación estadística por división de tiempo) y tantas otras más como multiplexación inteligente, multiplexación inversa, WDM (Wavelength

Division Multiplexing) y DWDM (WDM Denso). A continuación se describen las técnicas FDM, TDM y WDM, así como los beneficios de la multiplexación.

FDM

FDM es un ambiente en el cual toda la banda de frecuencias disponible en el enlace de comunicaciones es dividida en subbandas o canales individuales. Cada usuario tiene asignada una frecuencia diferente. Las señales viajan en paralelo sobre el mismo canal de comunicaciones, pero están divididos en frecuencia, es decir, cada señal se envía en una diferente porción del espectro. Como la frecuencia es un parámetro analógico, por lo regular el uso de esta técnica de multiplexación es para aplicaciones de televisión. Las compañías de televisión por cable utilizan esta técnica para acomodar su programación de canales.

TDM

TDM es la segunda técnica de multiplexación que apareció en el mercado después de la aparición de FDM. Un multiplexador basado en TDM empaqueta un conjunto de información (tramas de bits) de diferentes fuentes en un solo canal de comunicación en ranuras de tiempo diferentes. En el otro extremo estas tramas son otra vez reensambladas (demultiplexada) y llevadas a su respectivo canal. Debido a que los mux TDM manejan tramas de bits, son capaces de comprimir la información al eliminar redundancias en los paquetes, muy útil en el caso de aplicaciones de voz. La primer aplicación de TDM en telefonía fue en 1962 al introducirse el sistema digital T1.

WDM

Esta técnica conceptualmente es idéntica a FDM, excepto que la multiplexación y involucra haces de luz a través de fibras ópticas. La idea es la misma, combinar diferentes señales de diferentes frecuencias, sin embargo aquí las frecuencias son muy

altas (1×10^{14} Hz) y por lo tanto se manejan comúnmente en longitudes de onda (wavelength). WDM, así como DWDM son técnicas de multiplexación muy importantes en las redes de transporte basadas en fibras ópticas.

En resumen, los multiplexadores optimizan el canal de comunicaciones, son pieza importante en las redes de transporte y ofrecen las siguientes características:

- Permiten que varios dispositivos compartan un mismo canal de comunicaciones
- Útil para rutas de comunicaciones paralelas entre dos localidades
- Minimizan los costos del comunicaciones, al rentar una sola línea privada para comunicación entre dos puntos
- Normalmente los multiplexadores se utilizan en pares, un mux en cada extremo del circuito
- Los datos de varios dispositivos pueden ser enviados en un mismo circuito por un mux. El mux receptor separa y envía los datos a los apropiados destinos
- Capacidad para compresión de datos que permite la eliminación de bits redundantes para optimizar el ancho de banda.
- Capacidad para detectar y corregir errores entre dos puntos que están siendo conectados para asegurar que la integridad y precisión de los datos sea mantenida.
- La capacidad para administrar los recursos dinámicamente mediante con niveles de prioridad de tráfico

SERVICIO AT&T FRAME RELAY NACIONAL

Cargos de Instalación de Puertos.

Velocidad de Puerto	Precio de instalación pesos
de 64 kbps a 192	\$ 1,700.00

kbps	
de 256 kbps a 320 kbps	\$ 2,500.00
de 384 kbps o más	\$ 4,000.00

Cargos de Instalación de PVC.

\$ 150.00 independientemente del CIR asociado

Renta mensual Puertos.

Los cargos por este concepto dependen de su velocidad y tipo.

Velocidad del Puerto	Renta Mensual (pesos)
64 kbps	\$1,000.00
128 kbps	\$1,800.00
192 kbps	\$2,600.00
256 kbps	\$3,350.00
320 kbps	\$3,950.00
384 kbps	\$4,500.00
448 kbps	\$5,000.00
512 kbps	\$5,500.00
576 kbps	\$6,050.00
640 kbps	\$6,655.00
704 kbps	\$7,321.00
768 kbps	\$8,000.00
1,024 kbps	\$9,500.00
1,920 kbps	\$10,500.00
1,984 kbps	\$11,750.00

Renta mensual de PVC.

CIR asociado	PVC Bidireccional (pesos)	PVC Unidireccional (pesos)
4 kbps	\$128.00	\$74.00

8 kbps	\$165.00	\$93.00
16 kbps	\$233.00	\$127.00
32 kbps	\$443.00	\$232.00
48 kbps	\$653.00	\$337.00
64 kbps	\$758.00	\$389.00

GLOSARIO

ACK	Acknowledgement (Acuse de Recibo). Mensaje corto regresado para informar a un transmisor que han llegado datos al destino deseado. El mensaje puede indicar que los datos llegaron sin novedad, o que los datos tuvieron problemas hasta llegar a su destino.
ANSI	American National Standards Institute (Instituto de Estándares Nacionales Americano). Organización técnica encargada de definir estándares para los Estados Unidos.
ATM	Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona). Tecnología de transmisión de voz, datos e imágenes en forma de paquetes, orientada a conexión definida por la ITU y el foro ATM. Al nivel más bajo envía todos los datos en paquetes o celdas de tamaño fijo con 48 octetos por celda. ATM no provee mecanismos de control de error y de control de flujo.
Backbone (troncal)	El cable principal en una red. Es enlace de gran caudal o una serie de nudos de conexión que forman un eje de conexión principal. Es la columna vertebral de una red.
Bc	Committed Bursts Size (Tamaño contratado de ráfaga). Es la máxima cantidad de datos que la red conviene en transmitir en condiciones normales, en un intervalo de tiempo. Los datos pueden aparecer en una o varias tramas.
Be	Excess Bursts Size Tamaño de ráfagas en exceso. Es la máxima cantidad de datos en exceso de tamaño contratado de ráfaga que la red intenta transmitir. Los datos que representan el tamaño de ráfaga en exceso se entregan con menor probabilidad que los datos de tamaño contratado.
BECN	Backward Explicit Congestion Notification (Notificación de saturación explícita hacia atrás). Bit de la trama Frame Relay que se utilizan para notificar explícitamente al emisor de un estado de congestión moderada para que los usuarios reduzcan las transmisiones.

bits	Abreviación de binary digit, un bit es la unidad más pequeña de datos que un ordenador puede manejar. Los bits se utilizan en distintas combinaciones para representar distintos tipos de datos. Cada bit tiene un valor 0 ó 1.
Cifrar	Codificación de datos que hace necesario conocer un código o clave especial para restablecerlos. El cifrado suele utilizarse para garantizar el secreto de las transmisiones de datos o impedir la recepción no autorizada.
CIR	Committed Information Rate (Velocidad de Información Comprometida). Velocidad mínima a la que los paquetes son enviados a través de un enlace.
Codec	Codificador decodificador
CCITT	Consultative Committee on International Telephone and Telegraph (Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico). Organización internacional encargada de definir estándares de comunicación. Cambió de denominación a ITU
CR	Command Response Bit. Es de uso específico en cada aplicación y el protocolo Frame Relay no lo utiliza.
DCE	Data Circuit-terminating Equipment (Equipo para terminación de Circuitos de Datos). En una estación de datos, es el equipo que provee la conversión de señales y la codificación entre el DTE y la línea de transmisión. El DCE puede ser un equipo separado o una parte integral del DTE , o de un equipo intermedio. El DCE puede ejecutar otras funciones que son normalmente realizadas al final de la línea de la red.
DE	Eligibilidad para el descarte. Bit de la trama Frame Relay que se utiliza para identificar el tráfico menos importante que puede ser eliminado durante periodos de saturación.
DLCI	Data Link Connection Identifier (Identificador del canal lógico). Se usa para identificar una conexión virtual punto a punto en particular a través de una red de Retransmisión de Tramas. Los DLCI los suele asignar el proveedor de red de Retransmisión de Tramas.

DTE	Data Terminal Equipment (Equipo Terminal de Datos). Equipo ubicado al extremo de un enlace.
EA	Address Extension Bit (Dirección Extendida). Determina la longitud del campo de dirección y por tanto del DLCI, indicando si el campo de dirección continua en el siguiente octeto (1) o a terminado (0).
EGP	Exterior Gateway Protocol . Protocolo de encaminamiento utilizado por los gateways o pasarelas de un sistema autónomo para proporcionar una dirección IP a otro gateway situado en otro sistema autónomo.
FECN	Forward Explicit Congestion Notification (Notificación Explícita hacia adelante). Bit de la trama Frame Relay que se utilizan para notificar explícitamente al receptor de un estado de congestión moderada para que los usuarios reduzcan las transmisiones
Frame	Cuadro. Forma en que se organiza la información. Normalmente cuenta con tres partes: encabezado (control, fuente y destino), campo (datos a enviar), y <i>CRC</i> de verificación (bits para corregir errores).
FRL	Frame Relay (Retransmisión de tramas). Es una tecnología de red idealmente preparada para transportar tráfico que es de naturaleza esporádica o a ráfagas. Los costes de red se reducen compartiendo varios abonados a la retransmisión de tramas la misma capacidad de red y dejándoles a ellos el deseo de usar la red en momentos ligeramente diferentes
FXS	Foreign Exchange Subscriber. Interfaz de voz que emula la interfaz de extensión de una PABX (o interfaz de abonado de una central de conmutación) para la conexión de un terminal telefónico a un multiplexor.
G.723	Estándar de la UIT-T para compresión de voz que alcanza un ratio tan bajo como 5,3 Kbps, aunque la versión G.723.1 solamente llega a 6,3 Kbps, por lo que la calidad que proveen es

peor que la que proporciona.

G.729

Es un estándar internacional que se adapta muy bien a la compresión de los flujos de estándar de 64 Kbps de los canales PCM usados típicamente para la transmisión de voz, consiguiendo un resultado tan bajo como 8 Kbps

G.729^a

HDCL

High-level Data Link Control Protocol (Protocolo de Control de Enlaces de Datos de Alto Nivel). Es un protocolo de enlace orientado al manejo de bits de datos (OSI capa 2), establecido por ISO.

Iconoscópio

Tubo de cámara de televisión equipado para la exploración rápida de un mosaico foto activo almacenador de información.

IEs

Elementos Individuales de Información.

IGRP

IPX

Internetwork Packet eXchange (intercambio de paquetes de Inter.-red). Protocolo de NetWare similar a IP (Protocolo de Internet). Protocolo definido para redes Netware que tienen direcciones en tres campos (nodo, red y socket), lo cual le permite mantener varios enlaces entre redes y procesos en varios servidores.

ISDN

Integrated Service Digital Network (Red Digital de Servicios Integrados). Tecnología moderna ofrecida por portadores de telefonía alrededor del mundo. Combina servicios digitales de datos y conexiones de voz a través de un solo cable.

isocrónico

Enviar porciones de la información para hacer transmitida en forma periódica (Slots de tiempo) donde cada sesión tiene asignado su slot independientemente de que envíe información.

ITU

International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Organismo internacional que define estándares y políticas de telecomunicaciones.

LAPF

Link Access Procedure for Frame Mode Bearer Services (Procedimiento de Acceso al Enlace para Servicios Portadores en Modo Frame). El protocolo **LAPF** es utilizado en Frame Relay

para controlar el enlace de datos. Existen dos versiones definidas de **LAPF**: **LAPF core** y **LAPF control**. El protocolo **LAPF core** provee un conjunto mínimo de funciones de control de enlace de datos, y está incluido en todas las implementaciones Frame Relay. El protocolo **LAPF control** puede ser escogido por el usuario, para ser implementado exclusivamente en los sistemas finales y proveer control de errores y control de flujo.

LMI	Local Management Interface (Interfase de Administración Local) Interfaz de gestión inicial definido para UNI Frame Relay por Nortel, Cisco, Digital y StrataCom. Posteriormente, se abrió a cualquier implementación de fabricante.
LSI	Acrónimo de Line Status Indicator (Indicador del estado de la línea)
Managements	Administración del funcionamiento y estado de recursos.
Multidifusión	Difusión de uno a muchos a través de la red.
Multiplexación	Proceso reversible destinado a reunir señales de varias fuentes distintas dando una señal compuesta única, para la transmisión por un canal de transmisión común; este proceso equivale a dividir el canal común en distintos canales para transmitir señales independientes en el mismo sentido.
Omnidireccional	Tipo de respuesta angular que indica un comportamiento no direccional del micrófono
OSPF	Open Shortest Path First (Abrir Primero el Camino más Corto). Protocolo de encaminamiento dinámico basado en un algoritmo de “primero el camino más corto”. Estándar IGP para Internet.
Overhead	Tiempo de proceso necesario para que se ejecuten los comandos antes de que un dispositivo esté listo para Dar acceso.
PDU	Protocol Data Unit. En terminología OSI , sinónimo de paquete. Objeto de datos intercambiado por entidades de protocolo en un Nivel dado. Consta de Protocol Control Information (PCI) y datos de usuario.
POP	Point of Presence (Punto de presencia). Localización física donde

	un operador tiene el equipo de conmutación en el que terminan los circuitos de un área.
PPP	Point-to-Point Protocol (Protocolo Punto a Punto). Protocolo de comunicaciones serial utilizado en enlaces de redes.
Protocolo	Conjunto de reglas establecidas para fijar la forma en que se realizan las transacciones.
PSN	Packet Switch Node (nodo de conmutación de paquetes). Término utilizado para nodos en ARPANET y MILNET, llamados usualmente IMP (Interface Message Processors). Los PSN se implementan actualmente con equipos C3000 o C30 de BBN
PVCs	Permanet Virtual Circuits (Circuitos Virtuales Permanentes). Son conexiones establecidas de forma permanente, se utilizan en transferencia de datos frecuentes y constantes entre dispositivos DTE a través de una red FRL.
Q.931	Digital Subscriber Signalling System N° 1 (DSS 1). Especificación para el control básico de la llamada a Nivel 3 en la interfaz RDSI Usuario-Red. Recomendación de la UIT-T que especifica el protocolo de Nivel 3 utilizado en el canal D de RDSI para el control básico de llamadas. Define los mensajes, elementos de información, parámetros y procedimientos para la señalización fuera de banda orientada a mensajes a través de la interfaz de usuario a red de RDSI. Se aplica tanto a PRI como a BRI.
Q.922	Protocolo de Nivel 2 orientado a conexión simple especificado por la UIT-T para la transferencia de información entre dos puntos finales compatibles. El protocolo Frame Relay es un subconjunto simplificado de LAPD, que también está basado en HDLC, pero define un protocolo simplificado con delimitadores de trama, identificadores de conexión virtual (DLCI), indicación de congestión y bits de elegibilidad de descarte y capacidades de detección de error. La longitud variable de trama puede ser de hasta 4.096 bytes de longitud. Nombre empleado para describir los servicios de transporte de datos de diferentes operadores que

están basados en el uso del protocolo Frame Relay.

- Q.933** Recomendación de la UIT-T que especifica las extensiones del protocolo Q.931 que son necesarias para soportar circuitos virtuales conmutados Frame Relay.
- RDI** Restricted Digital Information (información digital restringida). Limitación de algunos equipos de transmisión digital norteamericanos en los que no se permite la transferencia del octeto de todo ceros sobre un canal de 64 Kbps.
- Refracción** Inclinación de los rayos de la luz al pasar de un medio a otro, por ejemplo del aire al agua.
- RFC1490** Este RFC especifica y describe el método de encapsulación de datos para controlar el tráfico de la red sobre el Backbone Frame Relay
- RIP** Routing Information Protocol (Protocolo de Información de Ruteo). Protocolo de ruteo interior relativamente simple, por lo que mantiene su popularidad. Se lo utiliza en pequeñas interredes y se mantiene como el protocolo de mayor uso.
- SDCL** Synchronous Data Link Control protocol (Protocolo de Control de Enlace de Datos Sincrónicos). Protocolo empleado en enlaces sincrónicos.
- SNA** Systems Network Architecture (Arquitectura de Sistemas de Red). Arquitectura de redes desarrollada por **IBM** en la década de los setentas. Es utilizada por los mainframes **IBM**.
- SVCs** Circuitos Virtuales Conmutados. Son conexiones temporales que se utilizan en situaciones donde se requiere solamente transferencia de datos esporádica entre los DTE a través de una red FRL.
- TCP/IP** Transmission Control Protocol / Internet protocol. Es el lenguaje que rige todas las comunicaciones entre todos los equipos en red. TCP/IP es un conjunto de instrucciones que dictan cómo se han de enviar [paquetes](#) de información por distintas redes. También tiene una función de verificación de errores para asegurarse que los paquetes llegan a su destino final en el orden apropiado.

IP, Internet Protocol, es la especificación que determina hacia dónde son encaminados los paquetes, en función de su dirección de destino. TCP, o Transmission Control Protocol, se asegura de que los paquetes lleguen correctamente a su destino. Si TCP determina que un paquete no ha sido recibido, intentará volver a enviarlo hasta que sea recibido correctamente.

Tramas	Unidad de transmisión definida por capa de enlace de datos OSI cuya longitud es definida por banderas al comienzo y al final.
Transductor	Dispositivo que convierte una magnitud mecánica en eléctrica o viceversa
Trthroughput	Numero de datos se mueven en una cierta cantidad de tiempo. Normalmente es medido en kilobytes por segundo (Kbps) o megabytes por segundo (Mbsp)
VLSI	Las siglas VLSI significan "Very Large Scale Integration", que es el término que la industria de los semiconductores le asignó a los circuitos integrados de alta densidad, como los CPU y las memorias. Este tipo de integración permite diseñar circuitos cada vez más reducidos en tamaño lo que, en la práctica, módems, computadoras, etc. sean cada vez más diminutos, aumentando paradójicamente sus prestaciones.
WAN	Wide Area Network (Redes de area ancha)
X.25	Método de comunicación de datos en el que los mensajes se dividen en unidades llamadas paquetes que se encaminan por la red en forma individual. La Norma Internacional está basada en la Recomendación UIT-T X.25.

BIBLIOGRAFÍA

LONG, Comarc S, Cisco Internetworking & Troubleshooting; Estados Unidos, Mc Graw Hill, 2000. P.p. 1-16, 52-64.

RUDENKO, Innokenty; Cisco Routers for IP Networking Black Book, Estados Unidos, Coriolis, 2000. P.p. 105-249.

SPAINER, STEVENSON, Tecnologías de Interconectividad de redes, México, Prentice Hall, 1998. P. 716.

SMITH, Philip, Frame Relay Principles and Applications, EEUA , Addison-Wensley, 1993. P 257. P 413.

STALLING, William, ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM, Estados Unidos, Prentice Hall international editions, 1995. P.p. 12-13, 16-17.

SUGANO, Alan, Solución de problemas en redes, España, Anaya, 2005 P. 448.

GIBSON, Jerry, The communications handbook, EEUA, Prentice Hall, 1997, P.P 3-23, 567-576, 681-684.

MEYERS, Mike, Redes. Gestion y Soluciones, España, Anaya, 2005. P 832.

Fuentes Electrónicas

<http://www.cisco.com>

<http://www.telmex.com>

<http://webdesk.com/pages/networking/ccitt.html>

<http://www.ibm.com.ni/~alanb/frame-relay/cfr1.htm>

http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4_tar/alestra/alestra50a.shtml

<http://masuninetfr.uninet.net.mx>