

98  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON**

**"PROPUESTA DE UNA RED DE DATOS  
PARA EL SECTOR FINANCIERO BAJO EL  
ESTANDAR FRAME RELAY."**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :**

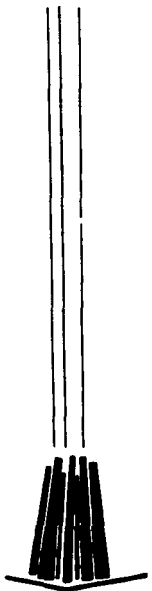
**Fernando Israel Santiago Velasco**

**Asesor: Ing. David Estopier Bermúdez**

**MÉXICO, D.F.**

**1997.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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**

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y en particular a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón. Por haberme dado la oportunidad de obtener una formación profesional, y mi reconocimiento a las autoridades de dicha institución por la labor que realizan en la formación de nuevas generaciones que son el futuro de nuestro país.

Al Ing. David Estopier Bermúdez quien no estimando tiempo, tuvo la paciencia de asesorar éste trabajo.

A los profesores:

Ing. Raúl Barron Vera  
Ing. Juan Gastaldi Pérez,  
Ing. Benito Zuñiga Villegas  
Ing. Narciso Acevedo Hernández

Quienes gentilmente aceptaron la responsabilidad de revisar ésta tesis.

Finalmente agradezco a Rosalía Ramírez García el apoyo brindado durante la redacción de éste trabajo.

## **Dedicatorias**

**A mis padres con todo cariño  
mi admiración y mi eterno  
agradecimiento.**

**A mi esposa por su valioso  
apoyo durante la elaboración  
de éste trabajo.**

**A mis hijas: Julieta y Mariela,  
como una muestra de cariño**

**A todos mis familiares y amistades  
que de una forma u otra, me ayudaron  
en la elaboración del presente trabajo.**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1

### BASES TEÓRICAS

<b>1.1</b>	<b>Introducción a las comunicaciones de datos</b>	<b>1</b>
1.1.1	Modos de transferencia de datos	1
1.1.2	Formas de comunicación	3
1.1.3	Reconocimiento de un bit	3
1.1.4	Comunicación asíncrona	4
1.1.5	Comunicación síncrona	6
1.1.6	Conmutación de circuitos	7
1.1.7	Conmutación de mensajes	8
1.1.8	Conmutación de paquetes	8
1.1.9	Topología de redes	10
1.1.10	Tipos de redes	13
<b>1.2</b>	<b>Estándares y protocolos de redes de comunicaciones de datos</b>	
1.2.1	Modelo de referencia OSI	15
1.2.2	Protocolos de comunicaciones de datos	18
1.2.3	Análisis del formato de trama HDLC	23
<b>1.3</b>	<b>Redes de datos usando conmutación de paquetes</b>	<b>31</b>
1.3.1	Facilidades de las redes de conmutación de paquetes	31
1.3.2	Análisis de los niveles de X.25	32
1.3.3	Normas auxiliares de X.25	34
1.3.4	Características de X.25	41

## **CAPÍTULO 2**

### **LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**

<b>2.1</b>	<b>Introducción a la RDSI</b>	<b>48</b>
<b>2.2</b>	<b>Terminología y grupos funcionales</b>	<b>49</b>
<b>2.3</b>	<b>Formatos de acceso a la red</b>	<b>53</b>
<b>2.4</b>	<b>Servicios de la RDSI</b>	<b>58</b>
<b>2.5</b>	<b>Niveles de la RDSI</b>	<b>63</b>
2.5.1	La RDSI y el nivel físico	64
2.5.2	La RDSI y el nivel de enlace	67
2.5.2.1	Análisis del formato de trama de la RDSI	68
2.5.3	La RDSI y el nivel de red	74
<b>2.6</b>	<b>Integración de X.25 a la RDSI</b>	<b>75</b>
<b>2.7</b>	<b>La RDSI de banda ancha</b>	<b>76</b>

## **CAPÍTULO 3**

### **FRAME RELAY**

<b>3.1</b>	<b>Antecedentes y panorámica del Frame Relay</b>	<b>77</b>
<b>3.2</b>	<b>Introducción a Frame Relay</b>	<b>78</b>
<b>3.3</b>	<b>Terminología</b>	<b>79</b>
<b>3.4</b>	<b>Beneficios de Frame Relay</b>	<b>80</b>

<b>3.5</b>	<b>Análisis del formato de trama de Frame Relay</b>	<b>85</b>
3.5.1	Aspectos adicionales en redes Frame Relay	88
3.5.2	Interpretaciones de los DLCIs	89
3.5.3	Facilidades de Frame Relay	94
<b>3.6</b>	<b>Estándares de Frame Relay</b>	<b>97</b>
3.6.1	Descripción de servicios	97
3.6.2	Manejo de congestión	105
3.6.3	Aspectos centrales de Frame Relay	106
3.6.4	Señalización de acceso	110
<b>3.7</b>	<b>Plan de numeración</b>	<b>120</b>
<b>3.8</b>	<b>Relación de Frame Relay con otros sistemas</b>	<b>121</b>
3.8.1	Frame Relay y Cell Relay	122
3.8.2	Frame Relay y X.25	123
3.8.3	Frame Relay y la conmutación de circuitos	124
3.8.4	Frame Relay y la interconectividad de LANs	125
3.8.5	Frame Relay y la RDSI	128
<b>3.9</b>	<b>Aplicaciones de Frame Relay</b>	<b>128</b>

## **CAPÍTULO 4**

### **PROPUESTA DE UNA DE RED DE DATOS PARA EL SECTOR FINANCIERO BAJO EL ESTANDAR FRAME RELAY**

<b>4.1</b>	<b>Panorámica del sector financiero</b>	<b>130</b>
<b>4.2</b>	<b>Necesidades de comunicación del sector financiero</b>	<b>135</b>
4.2.1	Servicios entre instituciones del sector financiero	135
<b>4.3</b>	<b>Infraestructura de cómputo</b>	<b>140</b>
4.3.1	Equipos de cómputo	140

<b>4.4</b>	<b>Infraestructura de telecomunicaciones</b>	<b>141</b>
4.4.1	Equipos de comunicaciones	142
4.4.2	Alternativas de enlaces de comunicaciones	145
<b>4.5</b>	<b>Propuesta de la topología de red</b>	<b>149</b>
4.5.1	Características generales	150
4.5.2	Elementos de red	152
4.5.3	Elección de los enlaces de comunicaciones	153
4.5.4	Plan de numeración propuesto	154
4.5.5	Direccionamiento IP para la red Frame Relay	155
4.5.6	Esquema de conexión final	156
<b>4.6</b>	<b>Breve análisis costo beneficio de la red propuesta</b>	<b>157</b>
<b>4.7</b>	<b>Perspectivas de las redes de telecomunicaciones</b>	<b>161</b>
	<b>Conclusiones</b>	<b>163</b>
	<b>Apéndice A</b>	<b>164</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>169</b>



## **Introducción**

Hasta la década de los 60's, la evolución de la tecnología de las comunicaciones se dio en función de lo que la ingeniería ofrecía y los avances se fueron absorbiendo por los segmentos amplios de la sociedad, hoy en día, las situaciones se han invertido y son los segmentos dinámicos de la sociedad los que vienen dictando el camino a seguir.

En los últimos años de la década de los 70's se inicio un cambio trascendental ya que, en búsqueda de mayor productividad, la industria del sector manufacturero, la banca y el sector bursátil, e inclusive la administración gubernamental, deseaban encontrar una respuesta a sus necesidades particulares de comunicación, estas necesidades se alejaban de las del resto de la comunidad, por lo que ya en los 80's debido a la falta de servicios adecuados de telecomunicaciones muchas empresas, sobre todo bancos y casas de bolsa realizaron costosas inversiones en redes de telecomunicaciones privadas, basadas principalmente en comunicación vía satélite y microondas para poder satisfacer sus necesidades. Esto en tiempos de recesión como los actuales obliga a los directores de estas empresas a cuestionar la productividad de estas redes sobre los gastos tan elevados de mantenerlas.

En los 90's, la banca, los grandes consorcios industriales y la industria de servicios, han incorporado en sus operaciones la comunicación entre computadoras como algo habitual, formándose grandes redes de comunicación exclusivas para intercambio de información digital entre cientos de máquinas inteligentes que controlan procesos industriales, suministran datos, transfieren fondos y muchas otras actividades que son ya parte de nuestra vida diaria. De esta manera se han formado redes de comunicaciones en las que se puede intercambiar información entre los puntos de la red de cada usuario, y además lograr la intercomunicación totalmente digital entre los puntos de todas las redes al sistema, estableciendo redes institucionales o multiusuario de gran flexibilidad, como la red bancaria y la red bursátil, con las que se efectúa la conciliación diaria de todas las transacciones bursátiles y bancarias que se llevan a cabo en el país.

Podemos ver entonces que las redes de área amplia encuentran su origen en las necesidades cada vez mayores de los usuarios que requieren comunicarse entre sí, en un ámbito geográfico grande. Esto a su vez trae como consecuencia el desarrollo de tecnología y protocolos de comunicaciones que permitan satisfacer de la mejor manera esta necesidad. Es así como de la conmutación de circuitos se dio paso a un estándar muy difundido conocido como conmutación de paquetes X.25. Sin embargo las necesidades de telecomunicaciones modernas han hecho necesario el surgimiento de nuevos estándares y para el caso de las redes de área amplia surge como uno de los principales, el estándar Frame Relay.

Así pues el objetivo del presente trabajo es proponer una infraestructura de telecomunicaciones de uso común bajo el estándar Frame Relay, que permita manejar altos volúmenes de información en forma de transferencia de archivos y sesiones de tipo interactivo a nivel regional y nacional, generados por los convenios y operaciones entre las instituciones que forman el Sistema Financiero Mexicano.

Para lograr esto el trabajo ha sido estructurado en cuatro capítulos, mismos que se describen brevemente a continuación.

En el capítulo 1 se analizarán y revisarán algunos de los conceptos más relevantes en las comunicaciones de datos, los cuales servirán como base para los temas siguientes.

El capítulo 2 nos da una panorámica de la Red Digital de Servicios Integrados como una opción a la integración de varios servicios a través de una interface única de conexión para el usuario.

En el capítulo 3 se profundizará sobre el estándar Frame Relay así como la relación de éste con otros estándares dentro de las comunicaciones de datos.

Por último en el capítulo 4 se hace un estudio de el Sistema Financiero Mexicano, para finalmente concluir con la propuesta de una red de datos bajo el estándar Frame Relay..



# ***Capítulo 1***

## ***Bases Teóricas***

## 1.1 Introducción a las comunicaciones de datos

La frase comunicaciones de datos es muy amplia y abarca desde la transferencia de datos entre el CPU de una computadora personal hacia sus periféricos, hasta la transferencia de datos entre dos o más computadoras, o bien entre terminales y sistemas mainframe. El objetivo de este trabajo no es el de explicar los aspectos internos de comunicación en las computadoras personales, por lo que sólo se mencionarán algunos aspectos de la comunicación entre la computadora personal y sus periféricos.

### 1.1.1 Modos de transferencia de datos

Las computadoras usan dos modos de transferencia de datos, dependiendo de la proximidad a la que se encuentren los dispositivos con los que se requiere comunicación. Para distancias cortas (menos de 30 mts) la comunicación entre dos dispositivos suele hacerse mediante una transferencia de datos en paralelo y para distancias largas (mayores de 30 mts) generalmente se realiza mediante una transferencia de datos en serie.

#### *Transferencia de datos en paralelo*

En este tipo de comunicación los bits de datos (generalmente ocho) se mueven simultáneamente de un dispositivo a otro, tal como se muestra en la figura 1.1

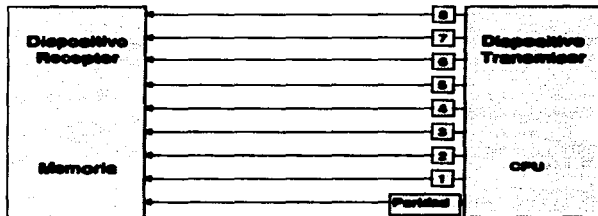


Figura 1.1  
Transferencia de datos en paralelo

Como se puede observar el dispositivo transmisor envía ocho bits de datos a través de ocho líneas separadas llamadas bus de datos. Los datos son recibidos por el dispositivo destino a través de estas mismas ocho líneas y usados sin ninguna modificación.

El bus de datos usado en la transferencia de datos en paralelo puede tomar varias formas físicas, pero cada una con el mismo resultado, en muchas computadoras personales el bus de datos interno pueden ser circuito impreso o bien cable plano.

### **Transferencia de datos en serie**

En este tipo de transmisión solo un bit de datos es enviado a la vez entre la fuente y el destino. Comparada con la transferencia de grupos de ocho bits en la transmisión en paralelo, se puede decir que no parece ser una técnica rápida de mover los datos, sin embargo, suele escogerse por economía, ya que como se puede ver la transferencia de datos en paralelo requiere que el cable contenga al menos ocho líneas de datos instaladas entre los dos dispositivos a comunicarse. Esto en distancias cortas (menos de 30 mts.) puede tener un costo razonable, pero para distancias largas es más económico utilizar las líneas telefónicas existentes que instalar cable paralelo y amplificadores de señal. En la siguiente figura se ilustra este concepto.

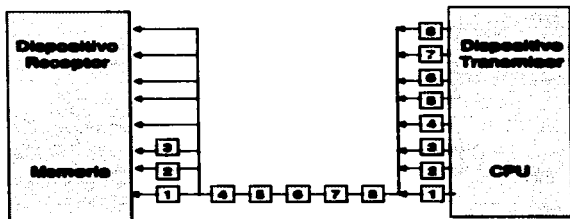


figura 1.2  
Transferencia de datos en serie

Como se podrá observar los bits de datos se mueven secuencialmente sólo uno a la vez, desde el dispositivo transmisor hacia el dispositivo receptor.

### 1.1.2 Formas de comunicación

- **Simplex.** En este tipo de configuración sólo se permite el flujo de datos en una dirección y algunas veces es llamada unidireccional.
- **Half Duplex.** La configuración half duplex permite el flujo de información en ambos sentidos pero solo uno a la vez.
- **Full Duplex.** En configuración full duplex la transmisión es en ambos sentidos a la vez. Este tipo de transmisión es conocido también como transmisión bidireccional simultánea.

### 1.1.3 Reconocimiento de un bit

En la figura 1.3 se ilustran los elementos necesarios para el reconocimiento de un bit.

1. Que el voltaje varíe un valor ( de  $-x$  a  $x$  )
2. Que el valor alcanzado luego de la variación, se mantenga estable por un periodo "t".

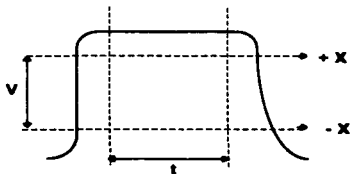


figura 1.3  
Reconocimiento de un bit

En algunas ocasiones pueden presentarse situaciones en las que haya una suficiente variación de voltaje pero no el tiempo suficiente para reconocer dicha variación, o bien puede suceder que el tiempo sea suficiente pero no sea posible reconocer la variación de voltaje, por lo tanto en ambos casos los bits no podrán ser reconocidos.

### 1.1.4 Comunicación Asíncrona

La comunicación asíncrona se refiere a la transferencia de datos en serie y se caracteriza por una transmisión irregular de los segmentos de datos. Un bit de inicio (start bit) y un bit de parada (stop bit) son utilizados para sincronizar el dispositivo receptor. Después de recibir el bit de inicio, el dispositivo receptor se prepara para recibir los bits de datos y determinar cuales son 1's lógicos y cuales son 0's lógicos.

En la figura 1.4 se puede observar que el tiempo transcurrido entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable, sino que depende de sucesos incontrolables tales como la digitación consecutiva de dos teclas por un operador.

Sin embargo, el tiempo asignado a un bit es siempre el mismo y por lo tanto, también son iguales los intervalos  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ .

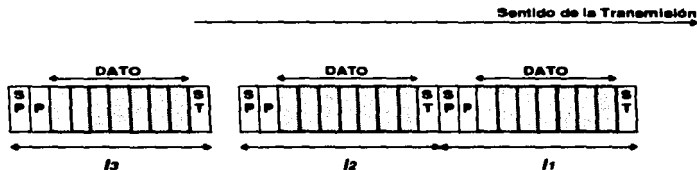


figura 1.4  
Comunicación Asíncrona

#### Bit de inicio

En estado libre una línea de datos asíncrona es mantenida en "1" lógico de tal forma que un cambio de voltaje en la línea (de "1" lógico a "0" lógico), por un periodo de tiempo, es llamado bit de inicio. Un bit de inicio indica al dispositivo receptor que a continuación vienen los datos y por lo tanto comience a medir los periodos "t".

### ***Bits de datos***

Después de que el bit de inicio es transmitido, la información a transferir es enviada como bits de datos.

### ***Bit de paridad***

Los errores invariablemente ocurren durante una transmisión de datos, por lo tanto, es necesario un método de detección de errores. En la comunicación asíncrona se utiliza un bit de paridad para la detección de errores, éste bit tiene como función proveer información sobre el carácter enviado. Esto se realiza mediante el conteo del total de 1's lógicos en el carácter y su valor se determina ya sea que el total sea par o impar.

### ***Paridad par***

Cuando se escoge paridad par el bit de paridad es puesto a "0" si el número de 1's lógicos en el carácter es par, o es puesto en "1" si el número de 1's lógicos en el carácter es impar.

### ***Paridad impar***

Cuando se escoge paridad impar el bit de paridad es puesto en "1" si el número de 1's lógicos en el carácter es par, o es puesto en "0" si el número de 1's lógicos en el carácter es impar.

### ***Bit de parada***

Las señales binarias asociadas con la comunicación asíncrona son los bits de parada, estos bits constituyen el final de la transmisión del carácter y se colocan después de los bits de datos y de paridad.



### 1.1.5 Comunicación síncrona.

En este tipo de comunicación no existen los bits de inicio y de parada que acompañan a cada carácter en la comunicación asíncrona. Las señales preliminares suelen llamarse ahora bytes de sincronía o banderas (flags), en los sistemas más modernos su misión principal consiste en indicarle al receptor de la llegada de los datos. Este proceso es conocido como entramado o framing.



figura 1.5  
Comunicación Síncrona

De la figura 1.5 se puede observar que dicho formato consta de cinco partes

- *Bytes de sincronía*
- *Campos de control*
- *Identificación de los datos*
- *Datos de usuario*
- *Campo de comprobación de errores.*

En conclusión se puede decir que en la comunicación síncrona, la información que se transmite estará formada por un conjunto de unidades elementales de información, por ejemplo caracteres codificados en ASCII con bit de paridad, caracteres codificados en EBCDIC que es otra tabla de conversión de caracteres, o simplemente octetos ensamblados y enviados conjuntamente con objeto de optimizar el rendimiento de la transmisión.

## **1.1.6 Conmutación de circuitos**

Las conversaciones telefónicas con diferentes abonados son posible gracias a la existencia de las centrales telefónicas, ya que éstas nos permiten comunicarnos con diferentes abonados sin la necesidad de establecer una línea punto a punto con cada uno de los abonados con el que se desea hablar.

Al igual que en las conversaciones telefónicas, también es un aspecto importante la conmutación en las comunicaciones de datos, es decir, si queremos emplear los recursos de una computadora que se encuentra en un lugar remoto, bastará con conectarse a ella a través de algún aparato de conmutación, con lo cual se evitará la necesidad de instalar un canal punto a punto para dicha aplicación.

Normalmente suele utilizarse la red telefónica para la realización de esta tarea, dicha red utiliza una tecnología conocida como conmutación de circuitos para la comunicación de dos equipos de datos y tiene las siguientes características:

- *Una vez establecida la llamada, los usuarios disponen de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red. Este camino equivale a un par de hilos que unen a ambos usuarios.*
- *Los conmutadores no poseen medios de almacenamiento intermedio.*
- *Debido a la ausencia de medios de almacenamiento, un conmutador puede quedar bloqueado.*
- *El conmutador de circuitos proporciona pocas funciones de valor agregado, como es, el de no poder ofrecer protocolos de línea.*

Los sistemas telefónicos recientes utilizan para la conmutación una técnica conocida como control por programa almacenado, en donde dicho programa es un software que controla la secuencia de operaciones de conmutación para establecer la llamada telefónica.

### **1.1.7 Conmutación de Mensajes**

En la conmutación de mensajes, el conmutador suele ser un computador especializado, que se encarga de aceptar tráfico de los computadores y terminales que se encuentran conectados a él por medio de líneas privadas o conmutadas. El computador examina la dirección que aparece en el encabezado del mensaje y conmuta dicho mensaje hacia el computador que debe recibirlo.

A diferencia de la conmutación de circuitos telefónica, la conmutación de mensajes es una tecnología que permite grabar la información para atenderla después, esto es gracias a la capacidad de almacenamiento que posee el conmutador. Puesto que los datos suelen estar almacenados, el tráfico no puede considerarse interactivo o en tiempo real.

La tecnología de conmutación de mensajes suele operar siguiendo una relación maestro/esclavo. Normalmente el conmutador efectúa sondeos y selecciones necesarias para gestionar el tráfico que entra y sale de él.

La conmutación de mensajes no obstante que ha prestado grandes servicios adolece de tres defectos:

- 1. Por tratarse de una estructura maestro / esclavo, al fallar el conmutador, toda la red deja de funcionar, ya que todo el tráfico debe entrar y salir de él.*
- 2. La mayoría de los conmutadores de mensajes son el centro del sistema, por lo tanto, todo el tráfico debe pasar por ellos y esto puede crear congestión.*
- 3. La conmutación de mensajes no aprovecha tanto las líneas de comunicación como otras técnicas.*

### **1.1.8 Conmutación de paquetes**

En comparación con la conmutación de mensajes, la conmutación de paquetes distribuye el riesgo a más de un conmutador, lo cual reduce la vulnerabilidad ante fallas de la red y permite una mayor utilización del canal.

La conmutación de paquetes recibe este nombre debido a que los datos de usuario se descomponen en trozos más pequeños. Estos paquetes van colocados dentro del campo de información del protocolo, y recorren la red como entidades independientes. En la figura 1.6 se ilustra este concepto.

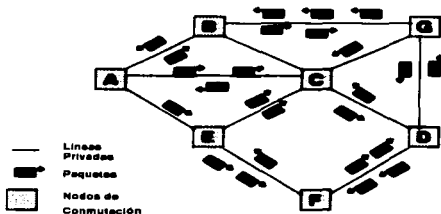


Figura 1.6  
Conmutación de Paquetes

Como se puede observar, en esta técnica existen varios conmutadores los cuales permiten distribuir la carga de la red en varios puntos. Estos tienen conectadas líneas de comunicación adicionales, lo cual permite establecer estructuras alternativas de encaminamiento evitando así los nodos ocupados o averiados. Todo ello redundará en una mayor disponibilidad de la red para los usuarios.

La conmutación de paquetes comparada con la conmutación de circuitos ofrece mayor facilidad de interconexión entre dos computadores, esto se debe a que existen líneas dedicadas a disposición de muchos usuarios, los cuales pueden intercalar sus datos en ellas. Estas líneas no necesitan el establecimiento de circuitos ya que están conectadas permanentemente al sistema. De este modo se reduce el largo tiempo de conexión que necesitan los sistemas de conmutación de circuitos.

### **1.1.9 Topología de redes**

La configuración de una red se conoce como topología, dicha topología es la forma o mejor dicho, la conectividad física de la red. Los objetivos principales que se deben tener presentes al establecer la topología de una red son los siguientes:

- *Proporcionar la máxima confiabilidad posible, para garantizar la recepción correcta de todo el tráfico de información.*
- *Encaminar el tráfico entre el dispositivo transmisor y receptor a través del camino más económico dentro de la red (aunque, cuando esta se por medio la confiabilidad, este camino de costo mínimo puede no ser el mas conveniente).*
- *Proporcionar al usuario final un tiempo de respuesta óptimo.*

La confiabilidad de una red se refiere a la capacidad que tiene la misma para transportar datos libres de errores de un dispositivo a otro. Ello incluye también la capacidad de recuperación de errores o datos perdidos en la red, ya sea por falla del canal o de algún dispositivo en cuestión.

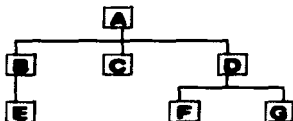
El segundo objetivo a la hora de establecer una topología para la red consiste en proporcionar a los procesos de aplicación el camino más económico posible, para lo cual es preciso tomar en cuenta los siguientes criterios:

- *Minimizar la longitud real del canal que une los componentes, lo cual suele implicar el enrutamiento del tráfico a través del menor número posible de componentes intermedios.*
- *Proporcionar el canal mas económico para cada actividad concreta por ejemplo, transmitir los datos de baja prioridad a través de un enlace de baja velocidad por línea telefónica normal, lo cual es más barato que transmitir esos mismos datos a través de un enlace de alta velocidad.*

El tercer objetivo es obtener un tiempo de respuesta mínimo y un flujo de datos lo más elevado posible. Para reducir el tiempo de respuesta se debe minimizar el retardo entre la transmisión y la recepción de los datos de un dispositivo a otro.

### ***Topología jerárquica***

En esta topología el dispositivo situado en el nivel más elevado de la jerarquía es el que controla a la red, tal como se muestra en la figura 1.7

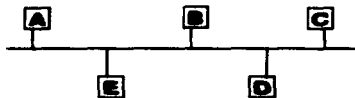


**Figura 1.7**  
**Topología jerárquica**

Esta topología resulta interesante por ser fácil de controlar, pero puede presentar problemas tomando en consideración que el dispositivo más elevado controla todo el tráfico entre los distintos dispositivos de la red, este hecho además de provocar congestión en la red plantea problemas de confiabilidad, ya que si el dispositivo principal falla, toda la red deja de funcionar.

### ***Topología horizontal o en bus.***

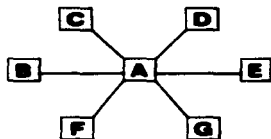
Esta estructura permite que cada una de las estaciones reciba todas las transmisiones, es decir, una estación puede difundir la información a todas las demás, sin embargo la principal limitación en este tipo de topología está en el hecho de que solo existe un canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red. En consecuencia, si el canal de comunicaciones falla, toda la red deja de funcionar.



**Figura 1.8**  
**Topología horizontal o en bus**

### ***Topología en estrella***

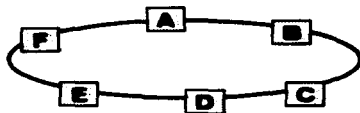
La topología en estrella es una de las más empleadas en los sistemas de comunicaciones de datos y su característica principal es que todo el tráfico emana del nodo central o sea el núcleo de la estrella, el cual posee el control de los dispositivos conectados a él. Esta configuración es por lo tanto, una estructura similar a la jerárquica, ya que también puede sufrir problemas en caso de avería del nodo central.



**Figura 1.9**  
**Topología en estrella**

### ***Topología en anillo.***

Esta topología recibe este nombre por el aspecto circular del flujo de datos. En la mayoría de los casos, los datos fluyen en una sola dirección y cada estación recibe la señal y la retransmite a la siguiente. En esta configuración cada componente realiza tareas muy sencillas como: aceptar los datos o enviarlos al siguiente dispositivo, sin embargo, el problema más importante es que todos los componentes del anillo están unidos por un mismo canal. Si falla el canal entre dos nodos toda la red se interrumpe.



**Figura 1.10**  
**Topología en anillo**

### **Topología en malla.**

La topología en malla es la configuración que se ha venido empleando en los últimos años. Lo que la hace atractiva es su relativa inmunidad a los problemas de congestión y fallas.

En la figura 1.11 se puede observar que esta configuración ofrece múltiples caminos a través de los dispositivos conectados a la red, por lo tanto, es posible orientar el tráfico por trayectorias alternas en caso de que algún nodo este dañado.

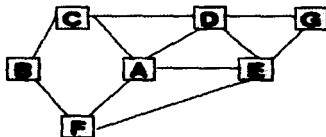
La implementación de una red bajo esta configuración puede resultar compleja y costosa, sin embargo, muchos usuarios prefieren la confiabilidad de la red sobre otras alternativas.

Para calcular el número de enlaces requeridos en una topología de este tipo se usa la siguiente expresión:

$$\text{No. de Enlaces} = n(n - 1) / 2$$

Donde:

*n* = No. de nodos en la red



**Figura 1.11**  
**Topología en malla**

#### **1.1.10 Tipos de redes**

Las redes de comunicaciones no tienen un tamaño establecido aunque sí características de uso, y de una red local se puede partir a un sistema altamente avanzado que comunique un sin número de redes a nivel internacional.



Debido a la cobertura territorial que ofrecen las redes de comunicaciones, éstas se clasifican en:

- Redes de área local (*LAN; Local Area Network*)
- Redes de área metropolitana (*MAN; Metropolitan Area Network*)
- Redes de área amplia (*WAN; Wide Area Network*)
- Redes de área global (*GAN; Global Area Network*)

#### ***Redes de área local***

Una red de área local, es un sistema formado por dispositivos de procesamiento de la información interconectados por un medio común de comunicaciones, ésta red es confinada a una área limitada, tal como una habitación, un edificio o un campo universitario.

#### ***Redes de área metropolitana***

Las redes de área metropolitana, son redes que se caracterizan por operar a grandes velocidades -normalmente del orden de cientos a millones de megabits por segundo- y que cubre distancias de una área metropolitana.

#### ***Redes de área amplia***

Las redes de área amplia encuentran su origen en las necesidades de comunicación cada vez mayores de los usuarios que requerían comunicarse no solo dentro de un edificio - como en el caso de las redes locales - sino a mayor distancia. Una red de área amplia se define como una red de equipos de cómputo que traspasa los límites geográficos de lo que inicialmente se conocía como red de área local, así este conjunto de equipos puede estar distribuido a lo largo de una ciudad, un país o un continente.

Los principales elementos que integran una red de área amplia son: *repetidores, puentes, ruteadores y gateways.*

#### ***Redes de área global***

Las redes de área global (*GAN*) son redes de tipo internacional que se extienden a todos los departamentos, oficinas y subsidiarias de una compañía. Normalmente son utilizadas por grandes consorcios como *Coca Cola, IBM y Ford* ya que el uso de estos sistemas implica comunicación a menor costo del que representaría trasladarse constantemente de una sucursal a otra, además de incrementar el tiempo de respuesta en cuanto a la toma de decisiones.

## **1.2 Estándares y Protocolos de Redes de Comunicaciones de Datos**

Hasta hace poco había tantos modos de organizar una red como fabricantes y máquinas, no siendo compatibles entre sí los equipos de diferentes fabricantes, ya que los protocolos y lógica de comunicaciones eran originales para cada aplicación, y a veces esta incompatibilidad se daba en equipos del mismo fabricante de años sucesivos.

Ante esta situación varios organismos cuyo objetivo es la normalización y estandarización de las comunicaciones, se dieron a la tarea de normalizar las redes de datos dando como resultado las normas correspondientes a equipos de transmisión de datos (*serie V*) y a la organización de redes públicas (*serie X*), entre las cuales la más conocida es la *X.25*.

Por otra parte la **ISO** (*International Standard Organization; Organización Internacional de Estandarización*), desarrolló un modelo de referencia para las redes de comunicaciones de datos, le llamo **OSI** (*Open System Interconnection; interconexión de sistemas abiertos*), y consta de 7 niveles, de los cuales los tres niveles inferiores constituyen un estándar muy difundido que se conoce como **X.25**.

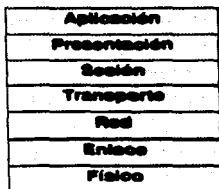
### **1.2.1 Modelo de referencia OSI.**

En el concepto de **OSI**, un sistema es un conjunto de una o más computadoras, el software asociado, los periféricos, las terminales, los operadores, los procesos físicos, los medios de transferencia de información, etc. que forman un ente autónomo con capacidad para realizar el procesamiento de información.

El objetivo a largo plazo de la **ISO** es desarrollar una compatibilidad total intersistemas, entre los muchos productos y servicios ofrecidos por los proveedores y las redes de transporte alrededor del mundo.

En otras palabras, el modelo de referencia **OSI** constituye el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos estándares para la comunicación entre dos capas del mismo nivel ubicadas en equipos separados.

Los 7 niveles del modelo **OSI** se ilustran en la figura 1.12 y se describen a continuación.



**Figura 1.12**  
**Modelo de referencia OSI**

#### ***Nivel 7 - Aplicación***

Es el nivel superior del modelo de referencia y es el más cercano al usuario. En él se llevan a cabo las funciones específicas de comunicación entre los diferentes procesos de aplicación que constituyen el sistema. Por ejemplo el acceso a los archivos y activación remota entre procesos.

#### ***Nivel 6 - Presentación***

El objetivo de los elementos situados a este nivel es proporcionar un conjunto de servicios a los entes que constituyen el nivel superior. Dichos servicios están fundamentalmente orientados a la interpretación de la estructura de informaciones intercambiadas por los procesos de aplicación. Como ejemplo del tipo de funciones que es posible encomendar a los entes que constituyen este nivel, **ISO** menciona :

- *Selección del tipo de terminal.*
- *Gestión de los formatos de presentación de los datos.*
- *Control de la forma de transferir informaciones.*

Realmente, las funciones asignadas a los niveles aplicación y presentación son de la misma naturaleza y en cierto modo complementarias.

### ***Nivel 5 - Sesión***

El objetivo de los elementos situados en este nivel es proporcionar un soporte a la comunicación entre los entes del nivel presentación. Los entes del nivel sesión utilizan a su vez los servicios del nivel transporte de acuerdo con la estructura jerarquizada del modelo de referencia.

Cada vez que se desea establecer una comunicación entre dos elementos de sistemas distintos, se establece una sesión entre los correspondientes entes de presentación afectados.

La sesión regula el diálogo entre ellos y deja de existir cuando éste finaliza. Cabe mencionar también que una vez establecida la sesión se procede al intercambio, tanto de datos como de información de control.

### ***Nivel 4 - Transporte***

El objetivo de los elementos que componen este nivel consiste en proporcionar un servicio de transporte de la información a través del sistema.

El nivel transporte proporcionará fundamentalmente tres tipos de servicios, los cuales se enuncian a continuación.

- *Servicios orientados hacia el establecimiento de una conexión.*
- *Servicios orientados hacia la realización de transacciones.*
- *Servicios orientados hacia la difusión de información a múltiples destinatarios.*

Una de las razones que justifican la existencia de este nivel es la optimización de los recursos de comunicaciones con objeto de minimizar el costo de dichos intercambios de información.

### ***Nivel 3 - Red***

El objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para intercambiar información entre los entes de nivel transporte a través de una red de transmisión de datos. Las funciones asignadas a los entes del nivel red cobran pleno sentido cuando en la comunicación se utiliza una red de transmisión de datos.

La comunicación entre dos entes de nivel red queda regulada mediante un protocolo de red. Para los intercambios de información con las redes públicas de paquetes, el CCITT ha definido un protocolo de red dentro de la recomendación X.25.

### ***Nivel 2 - Enlace***

El objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para establecer, mantener y terminar interconexiones de enlace de datos entre entes del nivel de red.

Un enlace de datos se establece siempre entre dos puntos físicos de conexión del sistema. En todos los casos se considera que el enlace es siempre bidireccional.

### ***Nivel 1 - Físico***

En este nivel se definen las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y terminar la interconexión física entre un *DTE (Data Terminal Equipment; Equipo Terminal de Datos)* y un *DCE (Data Communication Equipment; Equipo de Comunicaciones de Datos)*.

## **1.2.2 Protocolos de comunicaciones de datos**

Al conjunto de reglas que regulan el flujo o intercambio de información entre los diferentes elementos de un sistema de comunicaciones, se le denomina protocolo. Los protocolos son acuerdos, mediante combinaciones de caracteres, que establecen quien debe hacer, que debe hacer y cuando debe de hacer algo.

El protocolo permite fundamentalmente iniciar, mantener y terminar un diálogo entre los elementos del sistema, asimismo regulará la forma en que deben generarse e interpretarse los elementos orientados al control de errores y la forma de recuperar la información recibida con error.

Del mismo modo estarán previstas en un protocolo la forma de identificar el camino que se va a utilizar para el intercambio de información y la identificación del tipo de mensajes. A su vez los elementos de diálogo de un protocolo serán mensajes.

Existen varios tipos de protocolos, dentro de los cuales los más conocidos son los siguientes:

- **BSC** ( *Binary Synchronous Control; Control Síncrono Binario* )
- **SDLC** ( *Synchronous Data Link Control; Control de enlace de datos Síncrono* )
- **HDLC** ( *High-Level Data Link Control; Control de Enlace de Datos de Alto Nivel* ).

### **Protocolo BSC**

En este protocolo la información se transmite en forma de mensajes, cada uno con varias partes.

Cada parte se identifica gracias a uno o más caracteres de control. A continuación se detallan los caracteres de control más conocidos y popularizados por IBM en su protocolo BSC.

- **SYN; (Synchronous Idle)**. Caracter de sincronía. Mantiene la sincronía entre los equipos de comunicaciones ( *DCEs* ).
- **SOH; (Start Of Header)**. Identifica el inicio de un bloque de información de control (dirección, número de mensaje, etc.).
- **STX; (Start Of Text)**. Identifica el principio de un bloque de texto.
- **ETB; (End of Transmission Block)**. Indica el final de un bloque que iba precedido de un *SOH* o *STX*. Inmediatamente después de un *ETB* se manda un *BCC* (carácter de paridad) e implica una respuesta por parte del equipo receptor ( *ACK0, ACK1, NACK, WACK o RVI* ).
- **ETX; (End Of Text)** . Indica el fin de un bloque de texto y también se manda un *BCC* del que esperará una respuesta.
- **EOT; (End Of Transmission)** . Indica el fin de transmisión de un mensaje. También se utiliza como respuesta al sondeo de requerimientos para transmitir si no desea hacerlo.
- **ENQ; (Enquiry)** . Solicitud de respuesta cuando no se recibió la primera vez o si se perdió. También se utiliza para pedir línea en una conexión punto a punto.
- **ACK0, ACK1; (Affirmative Acknowledgement)** . Indica que el bloque se recibió correctamente.

- **WACK;** (*Wait Before Transmit ACK* ). Espera antes de transmitir ACK.
- **ACK;** Con solicitud de espera antes de transmitir nuevamente.
- **NAK;** (*Negative Acknowledgement* ). Reconocimiento negativo del último bloque recibido. Señal de error. Se espera el bloque de nuevo. También se utiliza para indicar que la estación no está preparada.
- **DLE;** (*Data Link Escape* ). Indica al receptor que el próximo carácter será un carácter de control (no de texto).
- **RVI;** (*Reverse Interrupt* ). Solicitud de interrupción para ejecutar otra tarea de mayor prioridad.
- **TTD;** (*Temporary Text Delay* ). La estación emisora no está dispuesta para la transmisión, pero conserva la línea para hacerlo más tarde.
- **DLE EOT;** (*Switched Line Disconnect* ). Indica que el transmisor va a liberar una conexión de línea conmutada.
- **CAN;** Cancelar la conexión.

En la figura 1.13 se ilustra un formato BSC .



**Donde:**

- SYNC** = Sincronía
- STX** = Encabezado de Texto
- DLE** = Encabezado de Control
- ETB** = Final de Bloque
- BCC** = Comprobación de Trama
- ETX** = Fin de Texto

**Figura 1.13**  
**Formato BSC**

## **Protocolo SDLC**

Este protocolo funcionalmente equivale a *HDLC*, pero con algunas excepciones:

1. La longitud de los campos de información en *SDLC* debe ser múltiplo entero de 8 bits.
2. *SDLC* contiene comandos y respuestas adicionales no definidas en los procedimientos *OSI*, por ejemplo; un comando y respuesta *TEST*. La figura 1.14 muestra la estructura de la trama de *SDLC*.
3. *HDLC* ofrece la posibilidad de ampliar el campo de direccionamiento de 8 bits, mediante octetos de extensión. Se pretende así poder direccionar más terminales o grupos de terminales y otros periféricos. Los sistemas *SDLC* sólo admiten un campo de direccionamiento de un octeto.
4. *HDLC* permite extender también el campo de control. Los sistemas *HDLC* que emplean la opción de formato extendido pueden ampliar su campo de control hasta 16 bits, lo cual permite manejar números de secuencia mayores dentro de los campos *N(R)* y *N(S)*. IBM sólo admite el formato básico de ocho bits.



**Donde:**

<b>Bandera:</b>	Siempre es 01111110
<b>Dirección:</b>	Es la dirección de la estación
<b>Información:</b>	Datos del usuario
<b>FCS:</b>	Código de redundancia cíclica

**Figura 1.14**  
**Formato de trama SDLC**



## **Protocolo HDLC**

En el protocolo HDLC el indicador de sincronía de un mensaje es denominado bandera ( *Flag* ) y se genera mediante un circuito de hardware. Otros circuitos de hardware evitan que se transmita algún dato con la misma secuencia de bits que la bandera.

En este protocolo los datos transmitidos se examinan bit a bit para evitar interpretación errónea de la bandera. Más adelante se analizará a detalle este protocolo.

En HDLC toda la información va por tramas que pueden ser de tres tipos:

- *Tramas de información ( tramas I ).*
- *Tramas de secuencia de control de supervisión ( tramas S ).*
- *Tramas de comandos y respuestas no numeradas ( tramas U ).*

A continuación en la figura 1.15 se muestra una trama HDLC en forma de un bloque rectangular dividido en seis campos: *Campo de bandera inicial, campo de dirección, campo de control, campo de información, campo de secuencia de verificación de trama (FCS) y un campo de bandera final.* Dichos campos serán descritos más adelante.



**Figura 1.15**  
**Formato HDLC**

### 1.2.3 Análisis del formato de trama de HDLC

En *HDLC* se usa el término trama para referirse a una entidad independiente de datos que se transmite de una estación a otra a través del enlace. Existen tres tipos de tramas:

- *Tramas con formato de información.* Este tipo de trama sirve para transmitir datos de usuario entre dos dispositivos. También puede emplearse como aceptación de los datos de una estación transmisora.
- *Tramas con formato de supervisión.* Estas tramas realizan funciones diversas, como aceptar o confirmar tramas, pedir que se transmitan tramas, o solicitar una interrupción temporal de la transmisión de los mismos.
- *Tramas con formato no numerado.* Este tipo de tramas también realiza funciones de control. Sirven para inicializar un enlace, para desconectarlo, o para otras funciones de control del canal. Incluyen cinco posiciones de bits, que permiten definir hasta 32 comandos y 32 respuestas.

#### ***Bandera***

Las *banderas* son campos de señalización que sirven para indicar el inicio y terminación de una trama. Por lo tanto, los dispositivos conectados al enlace deben monitorear en todo momento la secuencia de señalización en curso. Una secuencia de señalización es *01111110*.

Entre dos tramas *HDLC* pueden transmitirse de forma continua señalizaciones. También pueden enviarse siete unos consecutivos para indicar que existe algún problema en el enlace.

Quince unos seguidos hacen que el canal permanezca inactivo. En el momento en que una estación detecta una secuencia que no corresponde a una señalización, sabe que ha encontrado una condición de canal desocupado. Cuando encuentre la siguiente secuencia de señalización, habrá llegado la trama completa.

### ***Campo de Dirección***

Identifica la estación que interviene en la transmisión de una forma determinada. Cada estación tiene asociada una dirección específica.

### ***Campo de Control***

Este campo contiene tanto los comandos y las respuestas como los números de secuencia que se utilizan para llevar la contabilidad del flujo de datos que atraviesa el enlace entre un dispositivo A y dispositivo B. El formato y el contenido del campo de control varían según el caso a que se destine la trama HDLC. Ver fig. 1.16

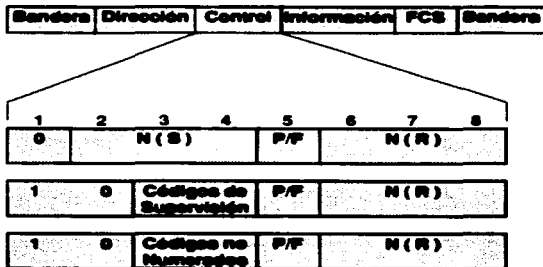


Figura 1.16  
Campo de control de la trama HDLC

Este campo de control define la misión de la trama, y por lo tanto recurre al programa que gobierna el movimiento de tráfico entre las estaciones emisora y receptora. Dicho campo de control identifica los comandos y respuestas utilizados para gobernar el flujo de tráfico a través del enlace. Estos comandos son conocidos como comandos de *Activación de modo*. (SNRM, SARM, SABM). A continuación se analizarán las principales funciones de los comandos y respuestas.

### *Tramas con formato de información*

Este es considerado el formato más sencillo y como puede verse (figura 1.16) incluye dos números de secuencia. El número  $N(S)$  (*secuencia de envío*) indica el número de orden asociado a la trama enviada. El número  $N(R)$  (*secuencia de recepción*) indica cuál es el siguiente número de secuencia que espera el receptor.  $N(R)$  sirve como reconocimiento de las tramas anteriores. Por ejemplo, si el campo  $N(R)$  ha tomado el valor 4, el dispositivo receptor al recibir  $N(R) = 4$ , entenderá que sus transmisiones de las tramas 0, 1, 2 y 3 han sido recibidas correctamente, y que el dispositivo con el que se está comunicando espera que la siguiente trama lleve un 4 como número de secuencia.

El bit situado en la quinta posición,  $P/F$  (*Poll/Final*) sólo es reconocido cuando toma el valor 1, y desempeña las siguientes funciones.

- La estación principal utiliza el *bit P* para solicitar información a la estación secundaria acerca de su estado, pero también puede expresar una operación de sondeo.
- La estación secundaria responde a un *bit P* enviando una trama de datos o de estado junto con un *bit F*. Este bit también puede denotar el final de una transmisión.
- El *bit P/F* se denota como *P* cuando es la estación principal la que lo utiliza, y como *F* cuando es la secundaria. En cualquier instante dado, solo puede estar pendiente (a la espera de una respuesta) un *bit P*. El *bit P* con valor 1 puede servir de punto de comprobación, es decir, algo así como "respóndeme, porque quiero conocer tu estado". Estos instantes de comprobación revisten una gran importancia en todo tipo de sistemas automatizados, ya que es la forma que tienen las máquinas de aclarar posibles ambigüedades y descartar transacciones acumuladas con anterioridad.

### *Tramas con formato de supervisión.*

El formato de supervisión utiliza los siguientes comandos y repuestas: **Receptor preparado (Receive Ready - RR)**, **rechazo (Reject - REJ)**, **receptor no preparado (Receive Not Ready - RNR)** y **rechazo selectivo (SREJ)**. La misión de estos cuatro comandos y respuestas es llevar a cabo funciones numeradas de supervisión, como es el sondeo, la aceptación de datos, la suspensión temporal de la transferencia de datos, o la recuperación de errores. Los tramas con formato de supervisión no incluyen campo de información; sin embargo, como muestra la figura 1.16, si contienen un número de secuencia de recepción. El formato de supervisión puede emplearse para confirmar la correcta recepción de tramas procedentes de la estación emisora. A continuación se describen a detalle los comandos y respuestas empleados para el formato de supervisión.

- **Receptor Preparado (RR)**. Es la respuesta con la cual la estación primaria o secundaria indica que está lista para recibir una trama de información; también, señala a través de su campo  $N(R)$  la aceptación de tramas recibidas con anterioridad (ambas funciones pueden coexistir). Si la estación indicó anteriormente que estaba ocupada - mediante un comando **RNR** -, cuando desea indicar que está libre de nuevo para recibir datos empleará el comando **RR**. La estación principal puede asimismo emplear este comando para sondear a otra estación secundaria.
- **Receptor no preparado (RNR)**. Es la señal que emplea una estación para indicar que está ocupada. Indica a la estación emisora que el receptor es incapaz de aceptar más datos. La trama **RNR** puede también acusar recibo de tramas anteriores a través de su campo  $N(R)$ . La condición de ocupado puede ser cancelada por una trama **RR**, entre otros.
- **Rechazo selectivo (SRES)**. Sirve para solicitar la retransmisión de la trama concreta que indica el campo  $N(R)$ . Al igual que sucede con la confirmación inclusiva, con este mecanismo se aceptan automáticamente todas las tramas hasta  $N(R) - 1$ . Mediante este sistema se consigue la capacidad de repetición selectiva. Una vez enviada una señal **SRES**, las tramas subsiguientes quedan aceptadas, y se guardan hasta que llegue la retransmisión perdida.
- **Rechazo simple (RES)**. Se emplea para solicitar la retransmisión de todas las tramas posteriores a la numerada en el campo  $N(R)$ . Todas las tramas hasta la  $N(R)-1$  quedan aceptadas automáticamente. La trama **REJ** puede emplearse para implantar la técnica de envío continuo con rechazo.

*Tramas con formato no numerado.*

Este formato sirve para enviar la mayor parte de los indicadores de comandos y respuestas, la estructura del campo de control para este formato también puede ser apreciado con la figura 1.16

Los comandos sin numeración se agrupan según la función que realizan:

- Comandos de activación de modo: *SRNM, SARM, SABM, SNRME, SARME, SABME, SIM, DISC.*
- Comandos de transferencia de información: *UI, UP.*
- Comandos de recuperación: *RESET.*
- Comandos diversos: *XID, TEST.*

A continuación se describen los comandos y respuestas del formato no numerado.

- *UI (Información no numerada).* Este comando permite retransmitir datos de usuario dentro de una trama no numerada.
- *RIM (Request Initialization Mode; Solicitud de modo de inicialización).* Esta trama es una solicitud que envía la estación secundaria a la principal para que genere un comando *SIM*
- *SIM (Set initialization Mode; Activar modo de inicialización).* Sirve para inicializar una sesión primaria / secundaria. La respuesta esperada es *UA.*
- *SNRM (Set Normal Response Mode; Activar modo de respuesta normal).* Coloca a la estación secundaria en modo de respuesta normal (*NRM*). En modo *NRM* la estación secundaria no puede enviar tramas sin recibir autorización para ello, lo cual significa que todo el control del flujo de tráfico que atraviesa la línea recae en la estación principal.
- *DM (Disconnect Mode; Modo de desconexión).* Una estación secundaria transmite esta trama para indicar que desconecta el modo actual (es decir queda no operativa).

- **DISC (Disconnect; Desconectar).** Cuando una estación principal envía este comando a otra secundaria, ésta queda en modo de desconexión, algo así como colgar un teléfono.
- **UA (Unnumbered Acknowledgement; Reconocimiento no numerado).** Es la confirmación (*ACK*) que se devuelve al recibir comandos de activación de modo y comandos *SIM*, *DISC* y *RESET*. También sirve para informar que ha concluido el estado de ocupado en una estación.
- **FRRM (Frame Reject; rechazo de trama).** Una estación secundaria entrega esta trama cuando detecta una trama errónea. No se emplea para expresar errores de bits deducidos del campo *CRC*, sino para otras condiciones menos habituales. El campo de información contiene el motivo del error.

Las tramas de respuesta *FRRM* se generan cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

1. Cuando ha llegado un campo de control erróneo en un comando o en una respuesta.
2. Cuando se ha recibido un campo de información demasiado largo.
3. Cuando ha llegado un campo *N(R)* inválido.
4. Cuando se ha detectado un campo de información no permitido, una trama de supervisión o no numerada de longitud incorrecta.

La trama *FRRM* de *HDLC* proporciona bastante información de estado. El campo de información sirve para indicar situaciones como las siguientes:

- *Cual es el campo de control rechazado*
- *El valor actual de las variables de estado de envío  $V(S)$  y de recepción  $V(R)$  de la estación receptora.*
- *Si la trama rechazada era un comando o una respuesta.*
- *Que el campo de control era erróneo*
- *Que la trama enviada contenía un campo de información no permitido*
- *Que el campo de información era demasiado largo.*
- *Que los números de secuencia no eran válidos*

- **RD (Request Disconnect; Solicitud de desconexión).** Es una solicitud que envía la estación secundaria para ser desconectada y colocada en estado de desconexión lógica.
- **XID (Exchange Station Identification; Identificación de la estación de intercambio)** Este comando pide a una estación secundaria que se identifique. En sistemas conmutados se usa para determinar cual es la estación que llama.
- **TEST.** Sirve para solicitar de la estación secundaria una respuesta a determinadas pruebas y comprobaciones.

### ***Campo de Información***

El campo de información contiene los datos de usuario propiamente dichos. Este campo sólo aparece en las tramas de información, y no en las de formato no numerado.

### ***Campo FCS***

Este campo sirve para saber si ha aparecido algún error durante la transmisión de la trama entre dos estaciones. La estación transmisora lleva a cabo un cálculo sobre los datos del usuario, y añade a la trama el resultado de este cómputo, colocándolo en el campo *FCS*. Por su parte, la estación receptora efectúa un cálculo idéntico, y compara el resultado con el campo *FCS* recibido. Si ambos coinciden, es casi seguro que la transmisión no ha sufrido ningún error. Si no es así, habrá surgido algún error y por lo tanto la estación receptora devolverá un *NAK* para exigir la retransmisión de la trama. El cálculo cuyo resultado arroja el valor de *FCS* se conoce como comprobación por redundancia cíclica (*CRC*), y emplea como polinomio generador el de la recomendación *V.41 del CCITT*.



### 1.3 Redes de datos usando conmutación de paquetes.

Las redes de paquetes de datos están basadas en una tecnología conocida como conmutación de paquetes, donde la capacidad de transmisión se puede compartir entre varios usuarios a través del establecimiento de enlaces virtuales permanentes o temporales.

En la figura 1.17 se muestra un ejemplo de como se realiza la transmisión de información en lo que sería una red de conmutación de paquetes.

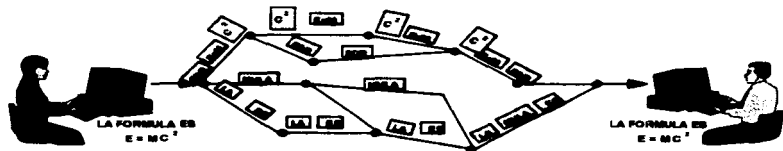


Figura 1.17  
Red de paquetes de datos

Como se puede ver los datos que son enviados a través de una red de este tipo, son divididos en paquetes o bloques, cada paquete contiene una dirección o una indicación del destino requerido, tal como se comentó en el punto 1.1.8.

Los conmutadores de paquetes de datos de la red enrutan los paquetes a sus destinos al examinar la dirección incluida en los mismos.

### **1.3.1 Facilidades de las redes de conmutación de paquetes**

Dentro de las facilidades que ofrecen las redes de conmutación de paquetes están las siguientes:

- Utilizan la recomendación X.25.
- Se requiere que los equipos de datos a conectar a la red sean compatibles con los equipos conmutadores de la misma. En dado caso que no lo sean se requiere convertir los datos a formato de paquetes.
- Las conexiones entre los usuarios y los conmutadores de paquetes utilizan medios de transmisión tales como fibra óptica, microondas o satélite, sin embargo, las líneas telefónicas (tanto conmutadas como privadas ) son las más utilizadas.
- Velocidades de transmisión entre el usuario y un nodo de conmutación van desde 300 a 1200 bps en forma asíncrona / líneas conmutadas y hasta 19200 bps en forma síncrona (X.25) / líneas privadas, e incluso 64 Kbps usando interface V.35.
- Velocidades de transmisión entre nodos desde 4800 bps hasta velocidades de T1 o E1, o más

Las formas de utilizar el servicio de una red de conmutación de paquetes son las siguientes:

- Construir una red privada de conmutación de paquetes
- Suscribir el servicio de una red pública de conmutación de paquetes

#### ***Características de una red privada de conmutación de paquetes***

- Se requiere contar además de los conmutadores de paquetes *PADs* y dispositivos periféricos, disponer de los medios de transmisión elegidos para transmitir la información (*Líneas privadas, enlaces de microondas, enlaces satelitales, etc.* )
- Su construcción implica un alto costo de inversión
- El control total de la red solo se encuentra limitado por la disponibilidad de los medios de transmisión.

### 1.3.2 Análisis de los niveles de X.25

Como se había mencionado en un principio las redes de conmutación de paquetes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos DTEs se comunican a través de la red. En efecto en X.25 se definen las dos sesiones de los DTEs. La idea que subyace en este estándar consiste en proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos entre un DTE y una red de paquetes. Entre estos procedimientos se encuentran funciones como las siguientes:

- *Identificación de paquetes procedentes de terminales concretas (mediante números de canal lógico LCN )*
- *Reconocimiento de paquetes*
- *Recuperación de errores y control de flujo*

#### Niveles de X.25

Como se ilustra en la figura 1.18, la recomendación X.25 para el nivel de paquetes coincide con una de las recomendaciones del tercer nivel de ISO. En realidad, X.25 abarca el tercer nivel y también los dos inferiores.

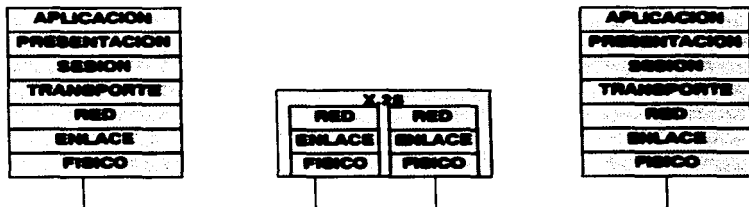


Figura 1.18  
Niveles de X.25

### ***X.25 y el nivel físico***

La interface de nivel físico recomendada para el *DTE* se encuentra especificada en la recomendación *X.21*. El estándar *X.25* asume que el nivel físico *X.21* mantiene activos los circuitos de transmisión y recepción durante el intercambio de paquetes. Asume, también, que el *X.21* se encuentra en un estado de enviar datos ( *13 S* ), recibir datos ( *13 R* ) o bien en transferencia de datos ( *13* ). Supone también que los canales de control ( *C* ) y de indicación ( *I* ) de *X.21* están activos. Con esta última premisa, *X.25* utiliza la interface *X.21* para comunicar a dos *DTEs*.

Tomando en cuenta que en muchos países la interface *X.21* no es muy común, *X.21* tiene prevista la utilización de la interface de nivel físico *X.21 bis* o mejor conocida como *RS232-C*. El sufijo *bis* indica que se trata de una segunda opción del estándar recomendado, aunque de hecho *X.21 bis* y *X.21* no se parecen mucho. Tanto *RS232-C* como *X.21 bis* utilizan las asignaciones de circuitos *V.24* del *CCITT*.

Por otra parte, aunque no este indicado de forma explícita, las redes *X.25* pueden trabajar con otras normas de nivel físico, como pueden ser *RS-449*, o *V.35*. El nivel físico de *X.25* no desempeña funciones de control significativas. Se trata más bien de un conducto pasivo, de cuyo control se encargan los niveles de enlace y de red.

### ***X.25 y el nivel de enlace***

En este nivel se describe el procedimiento de acceso al enlace, que será usado para el intercambio de datos entre un *DCE* y un *DTE*. Este corresponde con la capa 2 del modelo *OSI*. Se determina la utilización del protocolo HDLC y la clase de procedimientos de *ISO* para un sistema balanceado punto a punto, a éstos se les llama *LAPB* (*Link Acces Procedures Balanced*). *LAPB* y *X.25* interactúan de la siguiente forma:

En la trama *LAPB*, el paquete *X.25* se transporta dentro del campo de información. *LAPB* es el que se encarga de que lleguen correctamente los paquetes *X.25* que se transmiten en un canal susceptible a errores, desde o hacia la interface *DTE / DCE*. Para distinguir entre paquete y trama, digamos que los paquetes se crean en el nivel de red, y se insertan dentro de una trama, la cual se crea en el nivel de enlace.

En la tabla 1.1 se muestra los comandos y respuestas que se manejan en **LAPS**:

**Tabla 1.1**  
**Comandos y respuestas de LAPS**

<b>Comandos</b>	<b>Respuestas</b>
Información ( <i>I</i> )	Receptor preparado ( <i>RR</i> )
Receptor preparado ( <i>RR</i> )	Rechazo ( <i>REJ</i> )
Rechazo ( <i>REJ</i> )	Receptor no preparado ( <i>RNR</i> )
Receptor no preparado ( <i>RNR</i> )	Reconocimiento no numerado ( <i>UA</i> )
Desconexión ( <i>DISC</i> )	Rechazo de trama ( <i>FRMR</i> )
Activar modo asincrónico equilibrado ( <i>SABM</i> )	Modo de desconexión ( <i>DM</i> )

### ***X.25 y el nivel de red***

El nivel de red es el nivel más alto de la recomendación **X.25** y especifica la manera en la cual la información de control y los datos de usuario se estructuran en paquetes. La información de control con el direccionamiento esta contenida en el encabezado del paquete y le permite a la red identificar el **DTE** hacia el cual esta destinado el paquete.

#### **1.3.3 Normas auxiliares de X.25**

Además de los estándares del nivel físico y de enlace, **X.25** asume otras normas. Las siguientes recomendaciones auxiliares pueden considerarse parte de la norma **X.25**:

- **X.1** *Clases de servicio del usuario.*
- **X.2** *Facilidades del usuario.*
- **X.10** *Categoría de acceso.*
- **X.3, X.28, X.29.** *Son especificaciones relativas a las interfaces para terminales asíncronas.*
- **X.75** *Interconexión de redes.*
- **X.92** *Conexiones de referencia para paquetes que transmiten datos.*
- **X.96** *Señales de llamada en curso.*
- **X.121** *Plan internacional de numeración para redes de datos.*
- **X.213** *Servicios de red.*

A continuación se describen brevemente cada una de estas normas:

### ***Recomendación X.1***

La recomendación X.1 es un estándar que establece las velocidades de señalización en redes públicas de datos.

En X.1 se definen 16 clases de servicio. La clase concreta dependerá de si el DTE opera como dispositivo asíncrono, como dispositivo síncrono o como dispositivo en modo paquete.

### ***Recomendación X.2***

En la recomendación X.25 existen facilidades que se conocen como facilidades de usuario de las redes X.25. En la recomendación X.2 se describen estas facilidades, indicando, acerca de cada una de ellas, si se trata de una facilidad esencial que ha de estar incorporada necesariamente a la red, si se trata de una facilidad opcional, y si es aplicable a llamadas conmutadas o a circuitos virtuales permanentes.

La recomendación X.2 también estipula las facilidades que han de utilizarse en redes de conmutación de circuitos y las que se deben utilizar en las redes de conmutación de paquetes.

### ***Recomendación X.10***

En X.10 se definen las distintas categorías de acceso por parte de los DTEs a los diferentes tipos de redes. En concreto, se define como se enlazan los DTEs con las redes de conmutación de circuitos y las redes de conmutación de paquetes.

Así mismo, en este estándar se establece el modo de conectar las terminales a la red digital de servicios integrados.

### Recomendación X.3, X.28 y X.29

Durante el desarrollo de la recomendación X.25, en los años setenta, los organismos de normalización advirtieron que la mayoría de las terminales en funcionamiento eran dispositivos asíncronos no inteligentes. Evidentemente, era necesario una interface para conectar estos equipos con las redes de paquetes. Con el fin de hacer frente a esta exigencia, se desarrollaron estándares para dotar a las terminales asíncronas de capacidad de conversión de protocolos y de ensamblado/desensamblado de paquetes (**PAD**: **P**acket **A**ssembly/**D**isassembly). Cabe mencionar que un **PAD** es un servicio que se ofrece al usuario para permitirle conectarse hacia una red de paquetes. Esta conversión de protocolo se ilustra en la figura 1.19

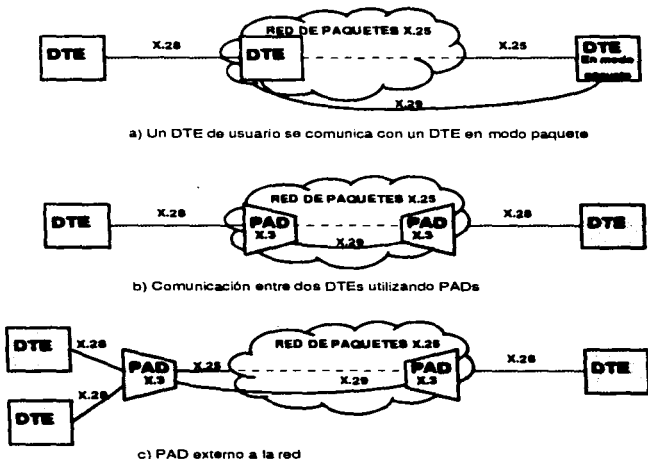


Figura 1.19  
Ilustración de las recomendaciones X.3, X.28 y X.29

La recomendación X.3 y sus normas auxiliares X.28 y X.29 solo están pensadas para dispositivos asíncronos, y aunque muchos fabricantes ofrecen otros servicios tipo PAD capaces de aceptar protocolos como BSC o SDLC. Estas opciones no asíncronas del esquema PAD no entran dentro de la filosofía de X.3, X.28, X.29.

### **Recomendación X.3**

La norma X.3 proporciona una serie de 22 parámetros, que son utilizados por el PAD para identificar y atender a cada una de las terminales con las que se comunica. En una conexión entre el DTE del usuario y el PAD, los parámetros pueden ser alterados por el usuario una vez que se inicia la sesión con el PAD.

### **Recomendación X.28**

En este estándar se definen los procedimientos de control de flujo entre la terminal del usuario (que no trabaja en modo paquete) y el PAD. Una vez recibida una conexión inicial desde el DTE de usuario, el PAD establece el enlace y proporciona los servicios propios de la norma X.28. El DTE del usuario entrega al PAD diversos comandos X.28, y el PAD solicita de X.25 una llamada virtual con el DTE remoto. A partir de entonces, el PAD será responsable de transmitir los paquetes adecuados de solicitud de llamada X.25.

Con X.28, cuando un PAD recibe un comando procedente de una terminal, esta obligado a devolver una respuesta. Además pueden definirse dos perfiles para atender al DTE de usuario. Con el perfil transparente, el PAD que atiende el servicio es transparente para ambos DTEs, los dos piensan que existe una conexión virtual directa entre ellos. En esta situación, el DTE remoto debe encargarse de algunas funciones PAD, como es la comprobación de errores. El perfil simple, por el contrario, atiende las solicitudes del usuario mediante las opciones que proporciona la norma X.3 y las funciones de sus parámetros.

### **Recomendación X.29**

Este estándar indica al PAD y a la estación remota como deben intercambiar información de control dentro de una llamada X.25. En el contexto X.29, al hablar de estación remota se refiere a un PAD o a un DTE X.25. La recomendación X.29 también es responsable de permitir que el intercambio de información tenga lugar en cualquier momento, ya sea en la fase de transferencia de datos o en cualquier otra etapa de la llamada virtual.



Dentro de lo que es el X.25 se utiliza un *bit Q*, el cual gobierna algunas de las funciones del X.29. El *bit Q* (*bit calificador de datos*) esta dentro del encabezado del paquete de datos. Lo utiliza el DTE remoto para distinguir entre paquetes de información de usuario ( $Q=0$ ) y paquetes que contienen información de control del PAD ( $Q=1$ ). La recomendación X.29 resulta especialmente útil cuando un computador central necesita modificar los parámetros de funcionamiento X.3 de las terminales conectadas a él. Para reconfigurar sus estaciones de trabajo, el ordenador central puede enviar un paquete de control X.29 a un PAD, con el *bit Q* puesto a 1.

En X.29 están definidos siete mensajes de control, llamados mensajes del PAD. En concreto:

- *Establecer (set)*. Modifica un valor X.3.
- *Leer ( read )*. Lee un valor X.3
- *Establecer y leer*. Modifica un valor X.3 y pide confirmación del hecho al PAD.
- *Indicación de parámetros*. Se devuelve en respuesta a los comandos anteriores.
- *Invitación a liberar llamada*. Permite al DTE remoto liberar la llamada X.25; el PAD por su parte, libera la terminal local.
- *Indicación de interrupción (break)*. El PAD indica que la terminal ha transmitido un señal de interrupción (break)
- *Error*. Respuesta a un mensaje inválido del PAD.

### **Recomendación X.75**

X.25 está pensado para que los usuarios se comuniquen a través de una determinada red. Sin embargo, a veces existen usuarios situados en distintas redes que necesitan establecer una comunicación para compartir recursos e intercambiar datos. Este es precisamente el objetivo de X.75, la cual también puede emplearse dentro de una misma red, para interconectar los conmutadores de paquetes.

La misión de X.75 es permitir la interconexión de redes e intenta servir de puente para el usuario a través de diversas redes. En este estándar se asume que las redes que intervienen utilizan X.25. A continuación en la figura 1.20 se puede observar este modo de funcionamiento.

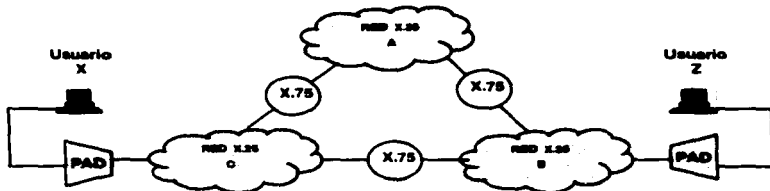


Figura 1.20  
Interconexión de redes mediante X.75

De la figura 1.20 puede verse que: El usuario X de la red C accede a un PAD, y establece una sesión X.25 con la red. La red C advierte que el usuario X desea comunicarse con el DTE Z, situado en otra red. Según un acuerdo previo, la red C establece una sesión lógica con la red X.25 a que pertenece el usuario Z. Por último, la red B completa la conexión entre el DTE X y el DTE Z, estableciendo una sesión X.25 con el usuario Z. Para cada uno de los usuarios, X.75 es completamente transparente; la interface con el PAD o con el conmutador de paquetes sigue siendo una X.28, o una X.25, respectivamente.

### Recomendación X.121

Esta recomendación también es conocida como plan internacional de numeración para redes públicas de datos. Ha sido objeto de una gran atención en todo el mundo, ya que supone un intento de ofrecer un mecanismo de direccionamiento universal, que permitirá a los usuarios comunicarse entre sí a través de distintas redes. En X.121 se establece un esquema estandarizado de numeración para las redes de todos los países y para cada uno de los usuarios de estas redes.

Cada DTE integrado dentro de una red de datos pública queda identificado mediante una dirección internacional de red de datos, formada por un código de identificación de red de datos (DNIC) seguido de un número de terminal dentro de la red (NTN).

Los cuatro códigos incluyen los siguientes indicadores: el DNIC consta de cuatro dígitos - los tres primeros identifican al país, y pueden considerarse como un código de datos del país (DCC). El cuarto dígito identifica a una red concreta dentro del país. El número de terminal dentro de la red (NTN) puede estar formado por 10 dígitos, o bien, si en lugar de un NTN se utiliza un número nacional (NN), por 11 dígitos. En la tabla 1.2 se muestran las configuraciones que permite la norma X.121.

Tabla 1.2

**CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE RED DE DATOS (DNIC)  
CÓDIGO DE CUATRO DÍGITOS: XXXY**

**XXX = ZONAS DEL MUNDO** ( Europa, Norteamérica, etc.) y un código de escape para enlazar con las redes telefónica y telex.

**Y = Red específica**

El código **XXX** también se conoce como código nacional de datos (DCC)

**NÚMERO INTERNACIONAL DE DATOS  
DOS MÉTODOS**

**PRIMERO** P + DNIC + Número de terminal dentro de la red  
(1) (4) (10)

**SEGUNDO** P + DCC + Número Nacional  
(1) (3) (11)

**REDES DE DATOS PRIVADAS  
PLAN INTERNACIONAL DE NUMERACIÓN  
CCITT X.121**

P + DNIC + Número de terminal dentro de la red (NTN)

Donde NTN incluye: el código de identificación de la red privada (PND) (6 dígitos) y el Número de terminal final (ETN) (4 dígitos)

### 1.3.4 Características de X.25

#### ***Circuito virtual***

Un circuito virtual (*canal lógico*) es aquel en el cual el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al DTE que él maneja, cuando en realidad ese circuito físico dedicado lo comparten muchos usuarios. En teoría, las prestaciones del canal son lo bastante buenas como para que el usuario no advierta ninguna degradación en la calidad del servicio como consecuencia del tráfico que le acompaña en el mismo canal. Para identificar las conexiones a la red de los distintos DTEs, en X.25 se emplean números de canal lógico (LCN). Pueden asignarse hasta 4095 canales lógicos y sesiones de usuario a un mismo canal físico.

#### ***Opciones del canal X.25***

En X.25 existen diferentes opciones para el establecimiento de sesiones entre DTEs. Para lo cual a continuación se mencionan cuatro mecanismos usados para establecer y mantener dichas sesiones:

- *Circuito virtual permanente (PVC)*
- *Llamada virtual (VC)*
- *Llamada de selección rápida*
- *Llamada de selección rápida con liberación inmediata*

#### ***Circuito virtual permanente (PVC; Permanent Virtual Circuit)***

Un circuito virtual permanente es algo parecido a una línea privada en una red telefónica. En un PVC el DTE transmisor tiene asegurada la conexión con el DTE receptor a través de la red X.25. Por lo tanto antes de iniciar una sesión es preciso que se haya establecido un circuito virtual permanente. Para reservar un circuito virtual permanente, ambos usuarios deben llegar a un acuerdo con la compañía propietaria de la red. Una vez hecho esto, cada vez que un DTE envíe un paquete a la red, la información identificativa de ese paquete (el número de canal lógico) indicará a la red que el DTE solicitante posee un enlace virtual permanente con el DTE receptor, sin ninguna negociación de la sesión. El PVC no necesita procedimientos de establecimiento ni de liberación. El canal lógico, además, esta siempre en modo de transferencia de información.

### *Llamada virtual*

Una llamada virtual (también conocida como llamada virtual conmutada) recuerda en cierto modo los procedimientos asociados con las líneas telefónicas habituales. En este tipo de llamada el DTE origen entrega a la red un paquete de solicitud de llamada con un número de canal lógico (LCN). La red dirige ese paquete de solicitud de llamada al DTE destino, el cual lo recibe como paquete de llamada entrante procedente de su nodo de red, esta vez con un LCN de diferente valor. La numeración de canal lógico se lleva a cabo en cada extremo de la red; lo más importante es que la sesión entre los dos DTEs esté identificada en todo momento con los números LCN correspondientes. Los números de canal lógico sirven para identificar las diversas sesiones de usuarios que coexisten en el circuito físico en ambos extremos de la red.

### *Llamada de selección rápida y llamada de selección rápida con liberación inmediata*

La idea de las selecciones rápidas es atender a aquellas aplicaciones de usuario en las que sólo intervengan una o dos transacciones. Tal es el caso, por ejemplo, de las aplicaciones del tipo pregunta / respuesta (por ejemplo consulta de créditos y transferencia de fondos). En esta clase de aplicaciones, las llamadas virtuales conmutadas no resultan muy convenientes, ya que el establecimiento y desconexión de la llamada suponen una sobrecarga y un retardo adicional que disminuye la eficacia del enlace. En este caso no se justifica la utilización de un circuito virtual permanente, ya que para un empleo ocasional del enlace no es recomendable asignar recursos permanentes a los nodos. Podemos decir que este es el motivo por el que X.25 ha incluido selecciones rápidas.

### *Control de flujo y tipos de paquete en X.25*

X.25 permite al dispositivo de usuario (DTE) o al conmutador de paquetes, limitar la velocidad de aceptación de paquetes. Esta característica es muy útil cuando se desea evitar que una estación reciba demasiado tráfico.

El control de flujo puede establecerse de manera independiente para cada dirección, y se basa en las autorizaciones de cada una de las estaciones. El control de flujo se lleva a cabo mediante diversos paquetes de control X.25, además de los números de secuencia del nivel de paquete.

### *Tipos de paquete*

- **Paquete de interrupción.** Un paquete de interrupción puede contener datos de usuario (un máximo de 32 octetos). El empleo de estas interrupciones no afecta a los paquetes normales que circulan por el circuito virtual, ya sea conmutado o permanente. Una vez enviado un paquete de interrupción, es preciso esperar la llegada de una confirmación de la interrupción antes de enviar a través del canal lógico un nuevo paquete de interrupción.
- **Paquetes de receptor preparado (RR) y no preparado (RNR).** Ambos paquetes incluyen un número de secuencia de recepción en el campo correspondiente, para indicar cual es el siguiente número de secuencia que espera el DTE receptor. El paquete RR sirve para indicar al DTE emisor que puede empezar a enviar paquetes de datos, y también utiliza el número de secuencia de recepción para acusar recibo de todos los paquetes transmitidos con anterioridad.

El paquete RNR sirve para pedir al emisor que deje de enviar paquetes. También incluye un campo de secuencia de recepción, mediante el cual se confirman todos los paquetes recibidos con anterioridad. El RNR suele usarse cuando durante un cierto periodo una estación es incapaz de recibir tráfico. Estos dos paquetes proporcionan a X.25 un sistema de control de flujo que va más allá del que ofrece el nivel de enlace LAPB. Así pues, se dispone de control de flujo y gestión de ventanas a dos niveles; en el nivel de enlace para LAPB y en el nivel de red para X.25.

- **Paquete de rechazo (REJ).** Este paquete sirve para rechazar de forma específica un paquete recibido. Cuando se utiliza, la estación pide que se retransmitan los paquetes, a partir del número incluido en el campo de recepción de paquetes.
- **Paquete de reinicialización (RESET).** Los paquetes de reinicialización sirven para reinicializar un circuito virtual permanente o conmutado. Este procedimiento elimina en ambas direcciones, todos los paquetes de datos y de interrupción que pudieran estar en la red. Estos paquetes pueden ser necesarios también cuando aparecen determinados problemas, como es la pérdida de paquetes, su duplicación, o la pérdida de secuencia de los mismos.

- **Procedimiento de reiniciación (RESTART).** Sirve para inicializar o reinicializar la interface del nivel de paquetes entre el DTE y el conmutador de paquetes. Puede afectar hasta 4095 canales lógicos de un puerto físico. Este procedimiento libera todas las llamadas virtuales y reinicializa todos los circuitos virtuales permanentes de la interface. La reiniciación puede presentarse como consecuencia de algún problema serio, como es la caída de la red (*por un fallo del procesador central, por ejemplo*). Todos los paquetes pendientes se pierden, y deberán ser recuperados por algún protocolo de nivel superior.

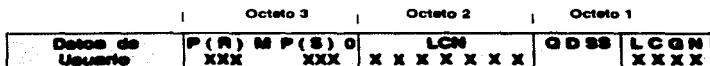
En ocasiones la red genera una reiniciación al arrancar o reinicializar el sistema, para garantizar que todas las sesiones empiecen desde cero. Cuando un DTE haya enviado una señal de reiniciación, la red habrá de enviar una reiniciación a cada uno de los DTEs que tengan establecida una sesión de circuito virtual con el DTE que generó la reiniciación. Los paquetes de reiniciación pueden incluir también códigos que indiquen el motivo del evento.

- **Paquete de liberación (CLEAR).** Este paquete desempeña diversas funciones, aunque la principal es el cierre de una sesión entre dos DTEs. Otra de sus misiones consiste en indicar que no puede llevarse a buen término una solicitud de llamada. Si el DTE remoto rechaza la llamada (*por falta de recursos, por ejemplo*), enviará a su nodo de red una solicitud de liberación. Este paquete será transportado a través de la red al nodo de red de origen, el cual entregará a su DTE una indicación de liberación. El cuarto octeto del paquete contiene un código que indicará el motivo de la liberación.
- **Paquete de diagnóstico.** Se utiliza en algunas redes para señalar determinadas condiciones de error no contempladas en otros códigos de indicación, como la reinicialización o la reiniciación. En X.25 están definidos 66 códigos de diagnóstico, que ayudan a localizar los problemas de la red. Estos códigos también pueden usarse con los paquetes de liberación, reiniciación y arranque.

### Formato de paquetes

En un paquete de datos, la longitud por omisión del campo de datos de usuario es de 128 octetos, aunque X.25 ofrece opciones para distintas longitudes. Otros tamaños autorizados son: 16, 32, 64, 256, 512, 1024, 2048 y 4096 octetos.

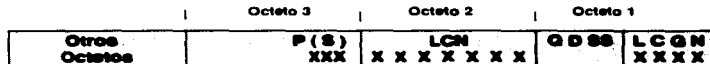
Todo paquete que curse a través de la red debe incluir al menos tres octetos, que son los del encabezado del paquete, aunque ésta puede incluir otros octetos adicionales. En la figura 1.21 se muestran los encabezados de los paquetes de datos y las que no lo son.



En módulo 128 se emplea un cuarto octeto para la secuencia extendida

SS = 01 para módulo 8

SS = 10 para módulo 128



Encabezado de paquetes que no son de datos

**Figura 1.21**  
**Formato de paquetes**

Se puede ver que los cuatro primeros bits del primer octeto contienen el número de grupo del canal lógico. Los cuatro últimos bits de ese primer octeto contienen el identificador general de formato (SS). Los bits 5 y 6 del identificador general de formato (SS) sirven para identificar el tipo de secuencia empleado en las sesiones de paquetes. X.25 admite dos modalidades de secuencia, módulo 8 y módulo 128. El bit D séptimo del identificador de formato, sólo se utiliza en determinados paquetes y se describirá posteriormente. El octavo bit es el bit Q, y sólo se emplea para paquetes de datos destinados al usuario final. Sirve para establecer dos niveles de datos de usuario dentro de la red, este bit también será tratado con más detalle posteriormente.

El segundo octeto en el encabezado del paquete contiene el número de canal lógico (LCN). Este campo de 8 bits, en combinación con el número de



grupo del canal lógico, proporciona los 12 bits que constituyen la identificación completa del canal lógico; por lo tanto, son 4095 los canales lógicos posibles. El LCN 0 está reservado para las funciones de control (paquetes de diagnóstico y reiniciación). Las redes utilizan estos dos campos de diversas formas. En algunas se emplean combinados mientras que en otras se consideran de manera independiente.

Cuando el paquete no es de datos, el tercer octeto en el encabezado del paquete X.25 es el identificador del tipo de paquete, mientras que cuando es de datos ese octeto es de secuencia. En este campo se identifican los distintos tipos de paquetes que no son de datos.

En la figura 1.21 también se muestran otros campos incluidos dentro del paquete X.25. En los paquetes de establecimiento de llamada se incluyen las direcciones de los DTEs y las longitudes de estas direcciones. El convenio de direccionamiento utilizado podría ser el estándar X.721. Los campos de direccionamiento pueden estar contenidos en el cuarto y decimonoveno octeto del paquete de la solicitud de llamada. En los paquetes de establecimiento de llamada, estos campos de direccionamiento sirven para identificar a las estaciones interlocutoras: la que llama y la que contesta. A partir de este momento, la red utilizará los números de canal lógico asociados para identificar la sesión entre los dos DTEs. Existen también otros campos de facilidad que pueden emplearse cuando los DTEs deseen aprovechar algunas de las opciones del X.25. Por último, el paquete puede transportar datos de llamada del propio usuario. El espacio máximo para datos de usuario que admiten los paquetes de solicitud de llamada es de 16 octetos. Este campo es útil para transportar ciertas informaciones dirigidas al DTE receptor, como por ejemplo palabras de acceso, información de tarificación, etc.

El encabezado del paquete se modifica con el fin de facilitar el movimiento de los datos de usuario por la red. Como se ve en la figura 1.21 el tercer octeto de la cabecera, normalmente reservado para el identificador del tipo de paquete, se descompone en dos campos independientes:

<b>Bits</b>	<b>Descripción del valor</b>
1	0
2-4	Secuencia de envío del paquete $P(S)$
5	Bit de "más datos" (el bit $M$ )
6-8	Secuencia de recepción de paquete $P(R)$

Las misiones de estos campos son las siguientes: si el primer bit vale 0, indica que se trata de un paquete de datos. El número de secuencia de envío  $P(S)$  tiene asignados tres bits. Otro bit lleva a cabo la función del bit  $M$ . Por último, los tres bits restantes se asignan al número de secuencia de recepción  $S(R)$ . A continuación veremos brevemente cómo se utiliza cada uno de estos campos.

### El bit D

El bit D se añadió en la versión de 1980 de la recomendación de X.25 y sirve para especificar una de las siguientes funciones: cuando este bit vale 0 (cero), el valor de  $P(R)$  indica que es la red la que reconoce los paquetes; cuando el bit D vale 1, la confirmación de los paquetes se realiza de extremo a extremo, es decir, es el otro DTE el que reconoce los datos enviados por el DTE transmisor.

### El bit M

El bit M (Más datos) indica que existe una cadena de paquetes relacionados atravesando la red. Ello permite que tanto la red como los DTEs identifiquen los bloques de datos originales cuando la red ha subdividido en paquetes más pequeños. Por ejemplo, un bloque de información relativo a una base de datos debe presentarse al DTE receptor en un determinado orden. Este aspecto es muy importante cuando se encuentran interconectadas varias redes.

Para finalizar este tema en la figura 1.22 se ilustra otra perspectiva de los paquetes X.25

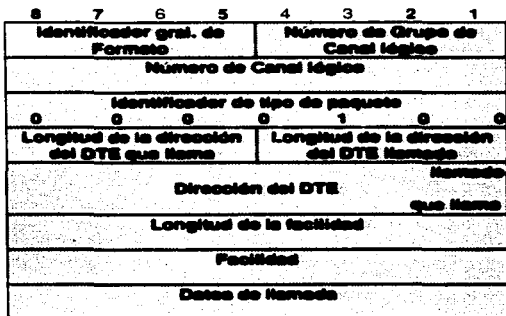


Figura 1.22  
Otra perspectiva de los paquetes en X.25



## ***Capítulo 2***

### ***La Red Digital de Servicios Integrados***

## 2.1 Introducción a RDSI

El concepto de las redes digitales de servicios integrados (*RDSI* o *ISDN* por sus siglas en inglés), surge de la evolución de las redes telefónicas públicas digitales (*IDNs*) con el deseo de brindar a los usuarios de red, el beneficio de poder acceder a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión integrado y estandarizado.

El principal objetivo de la Red Digital de Servicios Integrados, es frenar la evolución separada de las redes de voz y datos, y, utilizando la ventaja de los avances logrados en transmisión digital, señalización y conmutación, proveer a los usuarios un punto de interconexión universal a una red universal.

De acuerdo a la definición del *CCITT*, una *RDSI*, provee una conexión digital de extremo a extremo para un gran número de servicios, incluyendo servicios de voz y no voz, a los cuales los usuarios tienen acceso mediante un conjunto limitado de interconexiones estándares de multipropósito del propio usuario.

La *RDSI* se centra en tres aspectos fundamentales:

- Normalización de los servicios que se ofrecen a los usuarios, con el fin de favorecer la compatibilidad internacional.
- Normalización de las interfaces entre el usuario y la red, con objeto de promover el desarrollo de terminales y equipos de red por parte de fabricantes independientes.
- Normalización de las posibilidades de la red, con el fin de favorecer las comunicaciones entre usuarios y entre redes.

Por último cabe mencionar que gran parte de la literatura acerca de *RDSI*, la considera como una tecnología revolucionaria. Sin embargo, más que una revolución la *RDSI* supone una evolución de la red digital telefónica integrada (*IDN*).

## 2.2 Terminología y grupos funcionales

### Grupos funcionales

Los grupos funcionales son una serie de funciones necesarias en una interface de acceso, del usuario a la RDSI. Cada una de las funciones incluidas en un grupo funcional puede llevarse a cabo mediante múltiples elementos físicos y lógicos. En la figura 2.1 se ilustran los diferentes bloques funcionales de la RDSI.

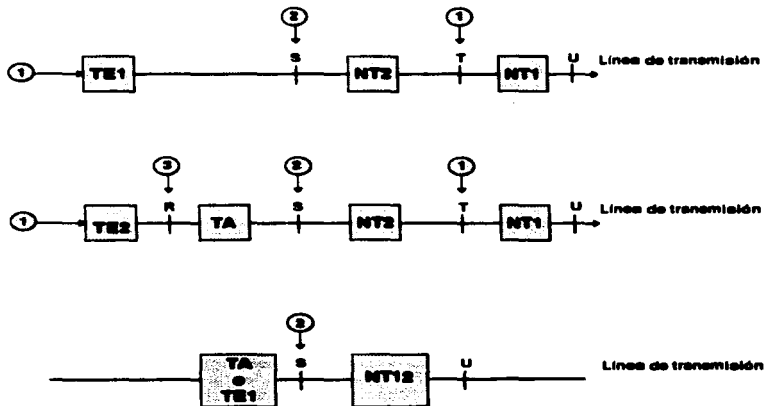


Figura 2.1  
Configuraciones básicas en RDSI

### ***Puntos de referencia***

Los puntos de referencia son los puntos que dividen a los grupos funcionales. Por lo general, un punto de referencia corresponde con una interface entre dos dispositivos. En la figura 2.1 se ilustra una configuración de referencia para la interface entre el usuario y la *RDSI*. Los seis grupos funcionales que se muestran emplean tres tipos distintos de punto de referencia. Los puntos de referencia *S* y *T* emplean las estructuras de una interface con el canal recomendados en la norma **I.412**. La interface física para el punto de referencia *R* obedece a otras recomendaciones del *CCITT* o de la *EIA* (Por ejemplo *X.21*, *V.24* y *RS232-C*).

### ***Puntos de acceso***

Los puntos de acceso 1 (*punto de referencia T*) y 2 (*punto de referencia S*) mostrados en la figura 2.1 son los puntos de acceso a los servicios portadores soportados por la *RDSI* según el modelo *OSI*.

En cuanto a las características físicas de las interfaces *S* y *T* se adoptó la propuesta del sistema americano, ya que este había sido utilizado y probado ampliamente en los E. U. durante varios años. El conector estándar para la *RDSI* es una versión para ocho hilos del conector de cuatro hilos que se suele emplear en los enchufes telefónicos domésticos. Este conector de ocho hilos para el enchufe macho y hembra de la *RDSI* tiene fijación propia, y es compatible con los conectores existentes. La experiencia en Estados Unidos indica que son baratos, fácil de instalar y utilizar. Cabe recordar una vez más que el conector *RDSI* se aplica a las interfaces *S* y *T* de acuerdo con las normas *RDSI*. Este tipo de conector es conocido como *AJ-45* y se encuentra especificado en la norma *ISO 8877*.

Los puntos de acceso 3 y 5 emplean teleservicios, los cuales comprenden los niveles superiores del modelo *OSI* para la *RDSI*, el punto de acceso 4 comprende otros servicios estandarizados por el *CCITT*, que dependen de las recomendaciones concretas *X* y *V* que se estén utilizando en los adaptadores de terminal (*TA*).

### **Grupo funcional NT1**

El grupo funcional *NT1* incluye funciones equivalentes a las del nivel físico del modelo de referencia *OSI*. Estas funciones están asociadas a las conexiones físicas y eléctricas de la red. Dentro de las principales funciones de la *NT1* tenemos las siguientes:

- *Terminación de línea*
- *Mantenimiento de la línea en el nivel 1 y monitoreo de prestaciones*
- *Señalización y sincronía de transmisión*
- *Suministro de energía al canal*
- *Posible multiplexaje en el nivel de la capa 1*
- *Terminación de la interface, que puede incluir terminaciones multipunto.*

El grupo funcional *NT1* proporciona al usuario una interface fija y normalizada con la *RDSI*. El *NT1* se encarga de que la red sea transparente para el usuario, y lo aísla de los aspectos físicos de la *RDSI*.

### **Grupo funcional NT2**

Las funciones del grupo funcional *NT2* son equivalentes a las del nivel físico y los niveles superiores del modelo *OSI*. Como ejemplo de grupos *NT2* podemos citar a los *PABX*, las redes de área local (*LAN*), controladores y concentradores. Dicho de otra forma, el *NT2* funciona como interface con el equipo del usuario final. De la figura 2.1 se puede ver que los equipos del usuario terminan en el *NT2* conectándose a través de un punto de referencia *S*. Tomando en consideración que un *NT2* puede ser un *PABX*, una red de área local o un controlador de terminales, puede llevar a cabo funciones como la conmutación, multiplexaje o gestión de protocolos. Sus principales funciones abarcan el manejo de los protocolos de los niveles 2 y 3.

Las funciones concretas a realizar no están definidas dentro de las recomendaciones de la *RDSI*. Sin embargo, se deja cierta libertad para que un *PABX* pueda llevar a cabo funciones en los niveles 1, 2 y 3, mientras que un simple equipo multiplexor por división de tiempo (*TDM*) sólo realizaría, funciones en el nivel 1 del modelo *OSI*.

### ***Grupo funcional NT12***

El grupo funcional *NT12* es un dispositivo multifunción que combina las capacidades de los equipos *NT1* y *NT2*.

Las funciones propias de los grupos funcionales *NT2* y *NT12* son las siguientes:

- *Manejo de protocolos para los niveles 2 y 3*
- *Multiplexaje para los niveles 2 y 3*
- *Funciones de conmutación*
- *Funciones de concentración*
- *Funciones de mantenimiento de la red activa*
- *Terminación de las funciones del nivel 1*

### ***Grupo funcional TE1 y TE2***

Los grupos funcionales *TE* representan a los dispositivos del usuario final (*DTEs*). Los grupos funcionales *TE* no solo incluyen los *DTEs*, sino también otros dispositivos, como los teléfonos digitales de usuario y las estaciones de trabajo integradas que se encuentran en las oficinas.



Las funciones principales de los grupos *TE* son las siguientes:

- *Manejo de protocolos de nivel superior*
- *Funciones de mantenimiento*
- *Funciones de interface*
- *Funciones de conexión con otros equipos*

En la *RDSI* están definidos dos tipos de equipo terminal. El *TE1* (*Equipo Terminal tipo 1*) que opera con la *RDSI* a través de una interface *RDSI* y el equipo *TE2* (*Equipo Terminal tipo 2*), el cual requiere una interface más convencional como *RS232*, o alguna de las especificadas en las normas *X* o *V*.

### **Grupo funcional *TA***

El grupo funcional *TA* (*Adaptador de terminal*) es un convertidor de protocolo que transforma las interfaces existentes (*RS232*, *V.24*, *V.35* ó *X.21*) a una interface *RDSI* estándar. La función principal del *TA* es ofrecer una conexión *RDSI* a un dispositivo *TE2*.

## **2.3 Formatos de acceso a la RDSI**

La *RDSI* se divide en dos formatos:

- **Formato de acceso básico o *BRI*** (*Basic Rate Interface*), también conocido como  $2B+D$

Donde:  $D = 16$  Kbps y  $B = 64$  Kbps

- **Formato de acceso primario *PRI*** (*Primary Rate Acces*), también conocido como  $30B+D$

Donde:  $D = 64$  Kbps y  $B = 64$  Kbps



A continuación aparece otro bit de balance *L*, después de un bit del canal *D* seguido de un bit de balance. Luego un bit auxiliar de trama *Fa* el cual es puesto a cero a menos que se utilice una multitrama.

Para el caso del sentido *NT-TE* la estructura es similar salvo lo siguiente:

Algunos bits de balance *L* son reemplazados por un bit *E* (*eco*) el cual permite activar los mecanismos de contención, el eco representa una retransmisión del *NT* del último dato recibido desde el *TE*. Existe un bit *A* que es utilizado para activar o desactivar el *TE*.

Anteriormente se mencionó que el acceso básico puede ser utilizado para conexiones punto-punto o bien punto-multipunto, esto se encuentra especificado en la recomendación 1.420 del CCITT.

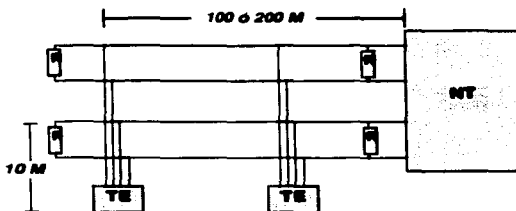
Para el caso de la conexión punto-punto sólo un *TE* es conectado y la configuración sería como se ilustra en la figura 2.3



**Figura 2.3**  
Conexión punto a punto  
Acceso básico

La recomendación 1.420 especifica 4 hilos y la longitud de la línea es limitada a **6db** de atenuación, lo cual da como resultado **1000 metros** de longitud máxima entre *TE* y *NT*.

Para el caso de la conexión punto-multipunto, la conexión de los *TEs* al bus soporta una distancia máxima de *10 metros* y la distancia entre terminales dependerá de la propagación de señal y oscila entre *100 y 200 metros*. La figura 2.4 ilustra esta situación.

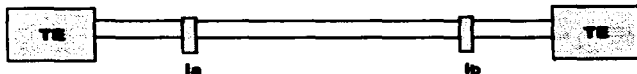


Donde :  $R = 10 \text{ ohm's}$

Figura 2.4  
Conexión punto-multipunto

### Acceso primario

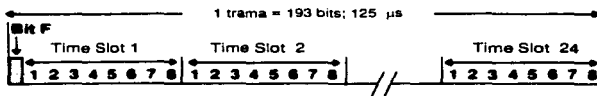
El acceso primario solo se aplica para conexiones punto-punto, tal como lo muestra la figura 2.5



Donde:  
I= interfaz situada en el punto de entrada

Figura 2.5  
Conexiones punto a punto en el acceso primario

El canal *D* para acceso primario vale 64 Kb, y se presentan dos opciones; el sistema americano y el sistema europeo. En el sistema americano se transmiten 193 bits a 125  $\mu$ s lo cual contiene 8 bits por canal y se transmiten 24 canales más un bit *F* para alineación de trama. Esto se ilustra en la figura 2.6



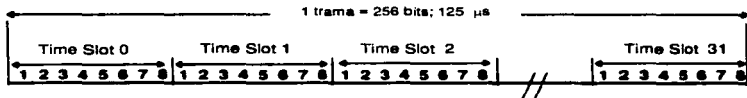
**Figura 2.6**  
Esquema del sistema americano

El canal *D* usa el canal 24 cuando se requiere.

En el sistema europeo no hay bit *F* sino 32 intervalos de 8 bits cada uno, de los cuales el intervalo cero se utiliza para alineamiento de trama y mantenimiento, el intervalo 16 se asigna al canal *D* cuando se requiere.

Bajo este esquema se transmiten 8000 tramas por segundo y 32 canales con 8 bits cada uno por lo que:

$$32 \times 8 = 256 \text{ bits en } 125 \mu\text{s, esto se puede ver en la figura 2.7}$$



**Figura 2.7**  
Trama del sistema europeo de 32 canales

## **2.4 Servicios de la RDSI**

Como se mencionó al inicio de este capítulo, el principal objetivo de las **redes de servicios integrados** es brindar al usuario de *RDSI* el beneficio de poder acceder a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión integrado y estandarizado.

Dentro de los múltiples servicios que ofrece la *RDSI* tenemos los siguientes:

- *Telefonía*
- *Teletexto*
- *Telefax*
- *Videotexto*
- *Telex*
- *Correo electrónico*
- *Videoconferencia.*

### ***Telefonía***

La *RDSI* provee el servicio de voz en forma digital a 32 ó 64 Kbps, la información del usuario es provista a través del canal B y la señalización es provista a través del canal D.

### ***Telefax***

Se podrá utilizar la computadora personal para enviar documentos fax sin tener que utilizar la máquina de fax. Aunque de hecho esto ya es factible, se mejoraría la calidad y la rapidez de los envíos. Por otro, lado se afirma que para la transferencia de imágenes fijas existirá la posibilidad de utilizar una tecnología de imágenes digitales para digitalizar un documento, grabarlo en un disco y transferirlo de un lugar a otro.

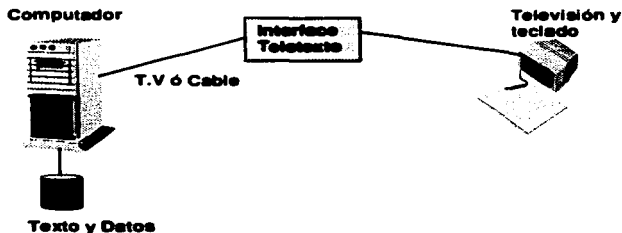
## **Teletexto**

El teletexto es un servicio de telegrafía basado en una terminal, diseñado por comunicaciones sobre la red telefónica pública. Esta orientado a la transferencia de correspondencia y combina algunas funciones de edición con transmisión.

El término teletexto es considerado como un servicio de transmisión unidireccional. La tecnología del teletexto utiliza el sistema convencional de difusión televisiva que permite introducir los datos unidireccionalmente y de forma cíclica en la terminal del usuario.

Por lo general, cada página permanece en pantalla hasta que otra página del ciclo la sustituya automáticamente o por indicación del usuario. Una velocidad adecuada para este servicio se afirma que puede ser 2.4 Kbps.

La figura 2.8 muestra un esquema acerca de este sistema.

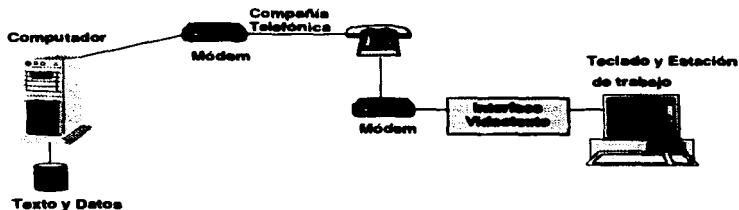


**Figura 2.8**  
**Servicio teletexto**

## Videotexto

El video texto es un servicio interactivo, con transmisión de texto y gráficas hacia un receptor de TV del usuario, permitiéndole a este tener cierto control sobre los datos que observa. Este es considerado un servicio de información de carácter bidireccional entre el dispositivo del usuario y una determinada fuente de información.

El videotexto implica un sistema dotado de una determinada estructura de comunicación de datos, tal como lo muestra la figura 2.9 suelen emplearse componentes convencionales, como módems y redes telefónicas, para conseguir la bidireccionalidad.



**Figura 2.9**  
**Servicio de videotexto**



La idea de los servicios de teletexto y videotexto es ofrecer un sistema capaz de distribuir informaciones de carácter gráfico o textual. Por ejemplo, en Estados Unidos los servicios de teletexto y videotexto incluyen operaciones como las que se enuncian a continuación.

- *Noticias, información meteorológica y deportiva*
- *Compra a través de terminal*
- *Difusión de publicidad mediante teletexto*
- *Transacciones bancarias a través de un teléfono o terminal*
- *Diarios electrónicos, disponibles en algunas áreas con televisión por cable*
- *Informaciones financieras, por ejemplo informaciones bursátiles*
- *Telemetría*

### **Telex**

Inicialmente este servicio establecía las llamadas mediante un teléfono asociado a un teleimpresor. Este contenía una unidad que transformaba las señales de corriente continua del teleimpresor en señales de corriente alterna para su transmisión por la línea telefónica.

Actualmente el término Telex se emplea en distintos contextos. Su significado concreto depende de la parte del mundo en la que opere el sistema, por ejemplo, fuera de Estados Unidos, Telex es el nombre genérico de un servicio de comunicaciones internacionales, mientras que en Estados Unidos es un servicio ofrecido por un fabricante concreto.

Los servicios de Telex modernos siguen basándose en comunicaciones de terminal a terminal, pero ahora con técnicas digitales y multiplexaje por división de tiempo. Este servicio a través de la *RDSI* sigue las recomendaciones del *CCITT* y la información de usuario es transferida a través de canales en modo paquete y la señalización es provista en el *canal D*.

## Correo electrónico

El correo electrónico es un servicio muy utilizado en toda la industria de comunicaciones de datos. Esta tecnología proporciona una velocidad de reparto mayor que el servicio de mensajería convencional. La figura 2.10 nos muestra las demás características principales de un sistema de este tipo. El usuario es el responsable de proporcionar los servicios de edición del texto y de presentación del mismo al usuario final. Se ocupa también de otras actividades, como la interacción entre usuarios (por ejemplo visualización selectiva en pantalla), la seguridad, la asignación de prioridades, la notificación del reparto y los subconjuntos de distribución.

El CCITT describe las funciones principales del correo electrónico en sus estándares de la serie X.400.

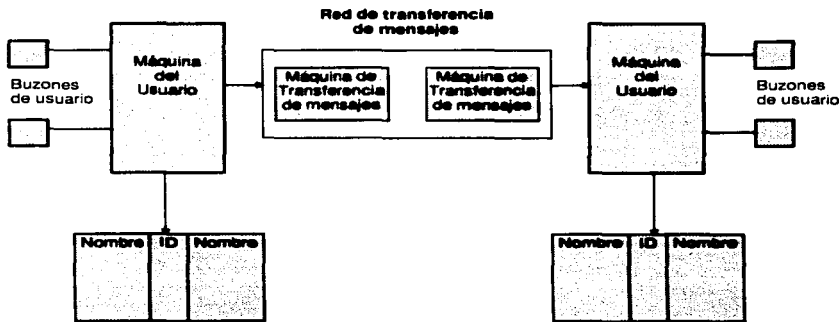


Figura 2.10  
Servicio de correo electrónico

## 2.5 Niveles de la RDSI

El método que asigna la *RDSI* consiste en atender al usuario a través de los siete niveles del modelo *OSI*. Para lo cual, la *RDSI* se divide en dos tipos de servicio, servicios portadores, los cuales se encargan de manejar los tres niveles inferiores del modelo *OSI*, y teleservicios que manejan los siete niveles de *OSI* y suelen aprovechar las posibilidades de los servicios portadores. Dentro de estos servicios tenemos: *el teléfono, el telex, el deotexto y manejo de mensajes*, dichos servicios también son conocidos como funciones de nivel bajo y de nivel alto, respectivamente. Ver figura 2.11

Funciones asociadas a la aplicación						
Cifrado / Descifrado		Compresión - expansión				
Establecimiento de la conexión con sesión	Liberación de la conexión con sesión	Mapeo de la conexión entre sesión y transporte	Sincronización de la conexión con sesión	Gestión de sesión		
Multiplexado de la conexión del nivel 4		Establecimiento de la conexión del nivel 4	Liberación de la conexión del nivel 4	Detección y Recuperación de errores	Control de Flujo	Segmentación Bloques
Encaminamiento Regeneración	Establecimiento de la conexión con red	Liberación de la conexión con la red	Multiplexado de la conexión con la red	Control de gestiones	Dirigenciones	
Establecimiento de la conexión con enlace	Liberación de la conexión con el enlace	Control de flujo	Control de errores	Control de secuencia	Sincronización de trama	
Activación de la conexión con nivel físico	Desactivación de la conexión con nivel físico	Transmisión de los datos		Multiplexado de la estructura del canal		

Figura 2.11  
Niveles de la RDSI

### 2.5.1 La RDSI y el nivel físico

El nivel físico es presentado al usuario como un punto de referencia S o T. En cualquier caso, las siguientes funciones son incluidas como nivel físico. (*nivel 1 del modelo OSI*).

- *Codificación de los datos digitales para transmisión a través de la interface*
- *Transmisión full dúplex del canal B de datos*
- *Transmisión full dúplex del canal D de datos*
- *Multiplexaje de canales a forma básica o acceso primario*
- *Activación y desactivación del circuito físico*
- *Alimentación de energía del NT al TE*
- *Identificación de terminal*
- *Aislamiento de terminal con falla*
- *Contención del canal D*

La última función se necesita cuando hay una configuración multipunto para acceso básico, esto es descrito subsecuentemente.

La naturaleza de la interface física y funcional difieren para interfaces de usuario básico y primario. Empezaremos examinando dos aspectos que son de importancia para ambas interfaces: codificación digital y conexión física. Entonces examinaremos cada interface en turno y finalmente, veremos el punto de referencia U, el cual no está estandarizado como parte de las *series I* del CCITT, pero el cual es un estándar ANSI.

La especificación del nivel uno para la interface de usuario del acceso básico esta definido en la recomendación 1.430, cabe recordar que dicha interface básica soporta  $2B + D$ . En esta sección examinaremos cuatro aspectos de dicha interface.

- *Codificación de línea*
- *Conector físico*
- *Entramado y multiplexaje*
- *Resolución y contención para configuración multidrop.*

#### **Codificación de línea**

En la interface entre el abonado y el terminador de red *NT* (*punto de referencia S o T*), los datos digitales son intercambiados usando transmisión *full duplex*. Para la transmisión se utiliza una línea física en cada dirección.

La especificación eléctrica para la interface dicta el uso de código pseudoternario. El uno binario es representado por ausencia de voltaje y un cero binario es representado por un pulso positivo o negativo.

#### **Conector físico**

La conexión física actual entre un *TE* y un *NT* en el punto de referencia *S o T* para la interface de acceso básico no esta especificada en la recomendación del *CCITT* pero si en el estándar *ISO 8877*. Este estándar especifica un conector físico de 8 pines como el que se ilustra en la figura 2.12

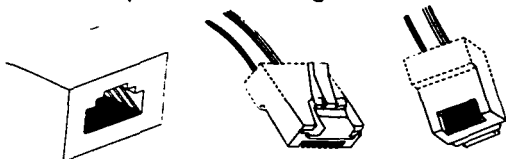


figura 2.12  
Esquema del conector físico

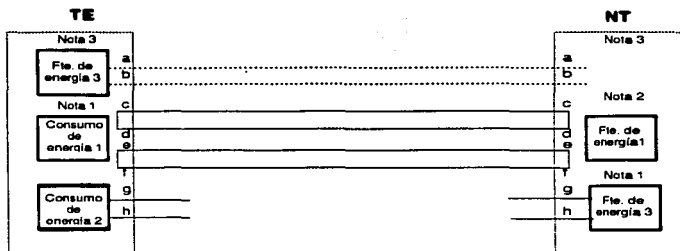
Dicho conector físico puede proveer 4, 6, u 8 contactos, el número de contactos provistos dependerá del uso. En la tabla 2.1 se describe la asignación de cada uno de los 8 pines del conector para el *NT* y el *TE*. Se necesitan dos pines para proveer transmisión balanceada en cada dirección. Estos puntos de contacto son usados para conectar los puntos terminales de par torcido procedentes de los dispositivos *NT* y *TE*.

**Tabla 2.1**  
**Asignación de los pines del conector R-J45**

Contacto	TE	NT
a	Suministro de energía 3	Consumo de energía 3
b	Suministro de energía 3	Consumo de energía 3
c	Transmisión	Recepción
d	Recepción	Transmisión
e	Recepción	Transmisión
f	Transmisión	Recepción
g	Consumo de energía	Suministro de energía 2
h	Consumo de energía	Suministro de energía 2

La especificación provee la capacidad para transmitir energía a través de la interface. La dirección de la transferencia de energía depende de la aplicación. En una aplicación típica puede ser deseable proveer energía del lado red hacia las terminales en el siguiente orden:

- Por ejemplo, mantenimiento a un servicio básico de telefonía en un evento de falla del proveedor de energía local, se pueden dar las siguientes posibilidades.
- Usando las mismas terminales de acceso usadas para la transmisión bidireccional de la señal digital.
- En cables adicionales, usando terminales de acceso *g-h* las dos terminales restantes no son usadas en configuraciones *RDSI*, de este modo la interface física consiste de solo 6 terminales, tal como puede ser apreciado en la figura 2.13. de la página siguiente.



Nota 1: Este símbolo se refiere a la polaridad de los pulsos de trama.

Nota 2: Este símbolo se refiere a la polaridad de la energía durante condiciones normales.

Nota 3: Las terminales de acceso indicadas en esta figura son para proveer una interfaz directa.

Figura 2.13

## 2.5.2 La RDSI y el nivel de enlace

Por encima del nivel físico, es necesario un protocolo de control de enlace de datos para la comunicación, en lo que se refiere a *RDSI* el *CCITT* ha definido un protocolo de control de enlace de datos para el canal D. Este protocolo es conocido como *LAPD* y es usado para la comunicación entre el abonado y la red. *LAPD* opera en el nivel de enlace del modelo *OSI*, a continuación se analizará el formato de la trama para *LAPD* y se podrá observar que es muy similar al formato *HDLC*.

Su principal función es transportar información de usuario entre entes del nivel 3 a través de la *RDSI*, usando el canal D.

### 2.5.2.1 Análisis del formato de trama



Formato de trama de RDSI  
Fig. 2.14

De la figura 2.14 se puede ver que el formato de la trama LAPD es muy similar al HDLC, y al igual que HDLC ofrece la posibilidad de transmitir tramas no numeradas, de supervisión y de transferencia de información. En la tabla 2.2 se muestran los comandos y las respuestas de LAPD.

Tabla 2.2

Formato	Comandos	Respuestas	8	7	6	5	4	3	2	1
Transferencia de Información	I (Información)		-	N(R)	-	P	-	N(S)	-	0
Supervisión	RR (Receptor preparado)	RR (Receptor Preparado)	-	N(R)	-	P/F	0	0	0	1
	RNR (Receptor no preparado)	RNR(Receptor no preparado)	-	N(R)	-	P/F	0	1	0	1
	REJ (Rechazo)	REJ (Rechazo)	-	N(R)	-	P/F	1	0	0	1
No numerado	SABM (Establecer modo asíncrono equilibrado)		0	0	1	P	1	1	1	1
		DM (Modo de desconexión)	0	0	0	F	1	1	1	1
	SIO (Información secuencial 0)	SIO (Información secuencial 0)	0	1	1	P/F	0	1	1	1
	SI1 (Información secuencial 1)	SI1 (Información secuencial 1)	1	1	1	P/F	0	1	1	1
	UI Información no numerada		0	0	0	P	0	0	1	1
	DISC (Desconectar)		0	1	1	F	0	0	1	1
		UA (Reconocimiento no numerado)		0	1	1	F	0	0	1
	FRMR (Rechazo de trama)		1	0	0	F	0	1	1	1



## **Banderas**

Este campo al igual que *HDLC* consta de un patrón de señalización de ocho bits (*01111110*) y se coloca al principio y al final de cada trama, para que el receptor pueda identificar donde empieza y donde termina cada trama.

Los dispositivos conectados al enlace deben monitorear en todo momento la secuencia de señalización en curso. En el momento en que un dispositivo detecta una secuencia que no corresponde a una señalización, sabe que ha encontrado el inicio de una trama, una condición de error ó bien una condición de canal desocupado.

La señal *abortar* consta de una secuencia de mas de siete pero menos de quince bits de valor 1, y la señal *libre* consta de quince o más bits 1. La señal de abortar hace terminar una trama, y es enviada por un dispositivo cuando encuentra un problema que exige tomar una acción determinada para solucionarlo. Si se quiere mantener activo el enlace para que la transmisión pueda continuar, pueden enviarse señalizaciones tras la suspensión de la transmisión. La señal libre indica que el canal esta desocupado.

El estado de desocupación del canal sirve entre otras cosas, para que durante una sesión half-duplex se detecte que el canal esta libre y se invierta la dirección de la transmisión. El tiempo que transcurre entre la transmisión real de dos tramas se conoce como intervalo de relleno entre tramas. Durante este intervalo se transmiten señalizaciones continuamente.

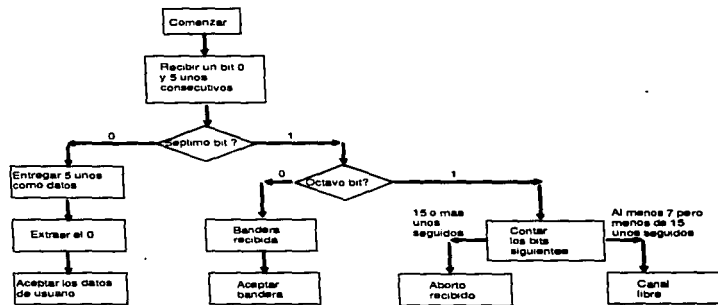
## **Bits de relleno o Bits de Stuffing**

Pueden darse situaciones en las que dentro de la serie de datos del proceso de aplicación se presenta una secuencia idéntica a una bandera (*01111110*). Para evitar que dentro de la cadena de datos aparezca una señalización, el dispositivo transmisor insertará un cero cuando encuentre cinco bits seguidos en cualquier lugar situado entre dos patrones de apertura y cierre de trama. Por lo tanto la inserción de un cero se aplica a los campos de dirección, control, información y FCS.

Esta técnica se conoce como inserción de bits de *stuffing*. Una vez insertados los bits de relleno pertinentes y colocadas las banderas al principio y al final, la trama se envía al receptor a través del enlace.

El receptor monitorea constantemente el flujo de datos (ver figura 2.15). Después de recibir un cero seguido de cinco unos consecutivos, el receptor inspecciona el siguiente bit. Si se trata de un cero lo ignora (*lo extrae*). Sin embargo, si es un 1, el receptor inspecciona el octavo bit, si es cero, reconoce que ha llegado una bandera. Si es un 1, lo que ha llegado es una señal de suspensión o de canal desocupado, ante lo cual se tomarán las medidas pertinentes.

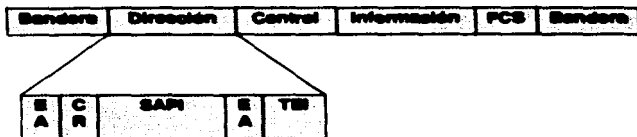
Esta situación se ilustra en la figura 2.15 mediante un diagrama de flujo.



**Figura 2.15**  
**Insertión de bits y comprobación de banderas**

## **Campo de dirección**

El campo de dirección identifica al receptor deseado de una trama de comando y al transmisor de una trama de respuesta, este campo de dirección consiste de dos octetos para el LAPD y se reserva el campo de dirección de un solo octeto para la operación LAPB de X.25, de esta manera pueden coexistir conexiones de enlace de datos LAPB y conexiones de enlace de datos de LAPD.



**Figura 2.15**  
**Campo de dirección de la trama RDSI**

El campo de dirección contiene los bits de extensión *EA* (*Extended Adress*), un bit *C/R* que indica si se trata de un comando o una respuesta, un identificador del punto de acceso a servicio (*SAPI*), y un identificador de equipo terminal de red (*TEI*). A continuación se describe para que sirve cada uno de estos elementos.

### **Bit EA**

La extensión del campo de dirección sirve para ampliar el número de bits de la dirección. La presencia de un 1 en el primer bit de un octeto del campo de dirección indica que se trata del último octeto de la dirección. Así, una dirección de dos octetos tendrá un campo de extensión de la dirección con un 0 en el primer octeto y un 1 en el segundo. El bit de extensión del campo de dirección permite utilizar, si se desea, tanto el *SAPI* en el primer octeto como el *TEI* en el segundo.

### **Bit CR**

El bit del campo de comando/respuesta (C/R) indica si la trama es un comando o una respuesta. Cuando el usuario envía comandos, pone a 0 (*cero*) el bit C/R, mientras que para las respuestas el bit C/R vale 1 (*uno*). La red hace justo lo contrario, envía comandos poniendo a 1 (*uno*) el bit C/R, y responde poniendo este bit a 0 (*cero*). En la tabla 2.3 se resume este funcionamiento.

**Tabla 2.3**

	C/R de la red	C/R de usuario
Comandos procedentes de	1	0
Respuestas dirigidas a	1	0
Comandos dirigidos a	0	1
Respuestas procedentes de	0	1

### **Identificador del punto de acceso a servicio (SAPI)**

El identificador del punto de acceso a servicio señala el punto en el que se ofrecen los servicios del nivel de enlace al nivel inmediatamente superior (al nivel 3), este subcampo consta de 6 bits y nos permite identificar 64 puntos de acceso, de los cuales sólo se encuentran normalizados los siguientes:

- 0 *Procedimientos de control de llamadas (000000)*
- 1 *Comunicaciones en modo paquete utilizando I.51 (000001)*
- 16 *Comunicaciones en modo paquete utilizando X.25 (100000)*
- 32 *Frame Relay*
- 63 *Procedimiento de gestión de capa 2 (111111)*

### **Identificador de equipo terminal (TEI)**

Este identificador indica si se trata de un solo terminal (TE) o de varios. El TEI se asigna normalmente en forma automática mediante un procedimiento independiente de asignación. Este subcampo consta de 7 bits, de los cuales se han definido las siguientes asignaciones:

- 0 - 63 Equipos con asignación de TEI no automática
- 64 - 126 Equipos con asignación de TEI automática
- 127 Difusión -reconocida por todos los equipos- (1111111)

El *TEI* para un enlace de difusión es un valor fijo (127) y está asociado con todas las capas de enlace de datos del usuario que tienen el mismo *SAPI*.

El subcampo del *TEI* permite hasta 128 valores, todos los valores de *TEI*, excepto el de difusión, se utilizan para conexiones punto a punto asociados con un *SAPI*. Los valores de *TEI* de asignación no automática, son seleccionados por los usuarios o fabricantes de equipo y su asignación es responsabilidad del mismo, esto significa, que en caso de duplicación de *TEI* los equipos no podrán operar. Los valores de *TEI* de asignación automática son seleccionados por la red, y su asignación es responsabilidad de la red.

### Campo de control

En la siguiente página se muestra la figura 2.17 en la cual se puede observar que el campo de control, comprende uno o dos octetos según el tipo de trama. Las tramas de información y de supervisión contienen dos octetos de control mientras que las tramas no numeradas contienen solo uno.

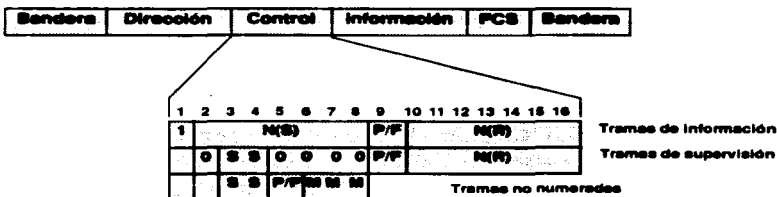


Figura 2.17  
Octetos del campo de control

En las tramas con formato de información y supervisión se tienen contadores o números de secuencia del transmisor,  $N(S)$  y  $N(R)$  son los números de secuencia en transmisión y en recepción del dispositivo transmisor, respectivamente. Los bits  $P$  y  $F$  son el bit de petición cuando se transmite como instrucción y el bit final cuando se transmite como respuesta, respectivamente.

Los bits  $P$  y  $F$  son empleados para forzar el envío de una respuesta de la transmisión de un mensaje de control.

## ***Campo de información***

La longitud del campo de información es opcional y comprende un número entero de octetos que no deben exceder de 260 octetos ya que así lo especifica la recomendación **I.441** del *CCITT*.

En el campo de información se llevará, cuando sea necesario información para las entidades de capa 3 o para las entidades de gestión de capa 2.

Los únicos tipos de tramas definidas para manejar el campo de información, son las tramas de *información I* y *U*, así como también las de rechazo de trama (*FRMR*) y las de intercambio de identificación (*XID*).

## ***FCS***

El campo de verificación de secuencia de trama sirve para saber si ha aparecido algún error durante la transmisión de la trama. El cálculo cuyo resultado arroja el valor de *FCS* se conoce como comprobación por redundancia cíclica (*CRC*), y emplea como polinomio generador el de la recomendación **V.41** del *CCITT*.

### **2.5.3 La RDSI y el nivel de red**

La *RDSI* también se ocupa del nivel tres. La especificación del nivel tres (*recomendaciones I.450 e I.451*) abarca las conexiones de conmutación de circuitos, las conexiones de conmutación de paquetes y las conexiones de usuario a usuario. La confrontación concreta entre las funciones del nivel tres de *RDSI* y las del nivel tres del modelo *OSI*, aún son objeto de estudio. Cabe advertir que aunque los comandos y respuestas del nivel tres de *RDSI* difieren del nivel tres de la norma *X.25*, se pretende que ambos sistemas se complementen entre sí con el fin de completar la transmisión de las informaciones de usuario a través del nivel tres de la red.

## 2.6 Integración de X.25 a la RDSI

Se ha comentado que uno de los objetivos de la *RDSI* es atender al usuario a través de los siete niveles del modelo *OSI*.

Después de haber descrito los componentes de la *RDSI*, ahora es turno de describir mediante la agrupación de dichos componentes la forma en que se puede atender a dos usuarios de una red de conmutación de paquetes *X.25*, a través de un canal *D* en una *RDSI*. La figura 2.18 ilustra esta situación.

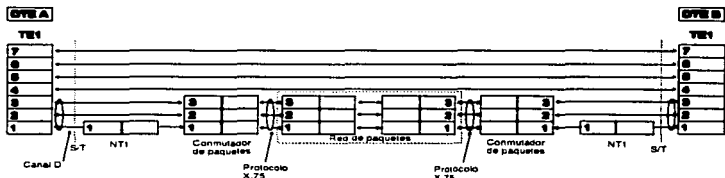


Figura 2.18  
Integración del X.25 a la RDSI

De la figura anterior se observa que el *DTE A*, que según la terminología *RDSI* está configurado como un *TE1*, utiliza los siete niveles de que dispone en su nodo. El *DTE* se conecta con el nivel físico de la *RDSI* a través de una interface *S/T* con un dispositivo *NT1*. A su vez, la máquina *NT1* entrega la información de usuario a un conmutador de paquetes. El conmutador de paquetes se enlaza con la red de conmutación de paquetes a través del protocolo *X.75*. Los datos atraviesan la red de conmutación de paquetes, llegan al conmutador de paquetes remoto, al *NT1* y, por último, al *DTE B* del usuario final situado en el interface *S/T*.

## **2.7 . La RDSI de banda ancha**

La red digital de servicios integrados de banda ancha (*B-ISDN* por sus siglas en inglés), es una evolución de la *RDSI*. Esta *RDSI* de banda ancha (*RDSI-BA*) es un estándar que está en desarrollo por el grupo *XVIII* del *CCITT*. El objetivo de esta red es proporcionar los servicios integrados de audio, vídeo y datos en la misma red.

Para *RDSI-BA* se utilizará el modo de transferencia asíncrona (*ATM*), el cual mediante una multicanalización asíncrona por división de tiempo, coloca el flujo de información en bloques de tamaño fijo llamadas celdas. *ATM* no proporciona una capacidad fija de canal, sino que maneja canales virtuales con la capacidad requerida.

Las aplicaciones de banda ancha son las siguientes:

- Video

Video interactivo  
Videotelefonía  
HDTV

- Multimedia

Servicios conversacionales  
Servicios de mensajería  
Servicios de acceso a base de datos( *ABM*, *EDI*, *FET*, *POS* etc.)

- Transferencia de imágenes de alta velocidad

Imágenes médicas  
Gráficas comerciales y de negocios

- Diseño e implementación de redes de computadoras

Host a Host  
Interconexión de LANs





# ***Capítulo 3***

## ***Frame Relay***

### **3.1 Antecedentes y panorámica de Frame Relay**

Las necesidades de telecomunicaciones modernas han hecho necesario el surgimiento de nuevos estándares y en el caso de las redes de área amplia surge el estándar Frame Relay.

Frame Relay fue concebido originalmente como un protocolo de uso sobre interfaces ISDN y tuvo sus inicios en el *CCITT* y *ANSI* en 1984. Sin embargo, el mayor desarrollo en la industria del Frame Relay ocurrió en 1990 cuando *Cisco System*, *StrataCom*, *Northern Telecom* y *Digital Equipment Corporation* formaron un consorcio, enfocándose al desarrollo de la tecnología Frame Relay.

Frame Relay no es otra cosa que una derivación de la tecnología denominada conmutación de paquetes, es decir, un protocolo muy similar a *X.25* mediante el cual cualquier usuario puede conectar su nodo a un servicio de comunicación provisto normalmente por una empresa pública de transmisión de datos.

De una manera sencilla podemos decir que Frame Relay transmite información en tramas de longitud variable y que solamente transmite información cuando las aplicaciones lo necesitan, evitando tener circuitos reales cuando no hay nada que transmitir.

A diferencia de *X.25*, el estándar Frame Relay es mucho más rápido y eficiente ya que no pide al nodo destino confirmar que la trama ha sido recibida sino que parte del principio que las líneas de comunicación actuales ofrecen una probabilidad muy baja de que la trama no llegue a su destino

### **3.2 Introducción a Frame Relay**

Frame Relay es un protocolo de acceso a la red, el cual fue diseñado para acomodar aplicaciones de datos en forma de ráfagas y se caracteriza por cuatro aspectos importantes:

- *Altas velocidades de transmisión*
- *Bajo retardo en la red*
- *Alta conectividad*
- *Uso eficiente del ancho de banda*

Si partimos de que Frame Relay es un protocolo, entonces como tal, provee capacidad para establecer conexiones y para transferir datos a través de dichas conexiones.

Frame Relay es un servicio orientado a conexión que emplea PVCs y SVCs en forma similar a la conmutación de paquetes. En este protocolo se pueden establecer múltiples sesiones (*de hasta 1000 PVCs*) sobre un solo circuito físico y estos circuitos de acceso pueden oscilar desde un E0, hasta un E1. Esta característica de Frame Relay permite eliminar gastos significativos debido a que una simple interface física puede soportar circuitos virtuales con muchos destinos.

Como podemos ver es un estándar de acceso a la red que no se fija en lo que el switch hace con cada una de las tramas, lo único que importa es que el flujo de datos llegue a su destino de la misma manera que entró.

En relación al modelo *OSI*, podemos decir que el establecimiento de llamada (conexión) ocurre en el nivel de red o nivel 3 de dicho modelo, sin embargo, una vez que la conexión es establecida, inicia la parte principal del trabajo, es decir, la transferencia de datos, es en esta fase donde los protocolos afirman sus diferencias, por ejemplo: Frame Relay utiliza solo parte del nivel 2 y todo el nivel 1 del modelo *OSI* para la transferencia de datos, mientras que algunos protocolos más complejos como *X.25* utilizan los 3 niveles inferiores de *OSI*.

Comparando Frame Relay con *X.25* tenemos que: ambos son protocolos de datos solamente, es decir, no trabajan para aplicaciones de voz o video en tiempo real. Como se mencionó en el capítulo I, *X.25* usa el nivel físico de enlace y de red durante la transmisión de datos, mientras que Frame Relay utiliza el nivel físico y parte del nivel de enlace. Esto se debe a que *X.25* realiza corrección de errores y funciones de retransmisión, mientras que Frame Relay sólo realiza detección de errores, pero no corrección, esta tarea la deja a protocolos de alto nivel usados en los dispositivos inteligentes de cada extremo de la red, los cuales garantizan la integridad de los datos de extremo a extremo.

Debido a que Frame Relay no realiza funciones de retransmisión y corrección de errores, se requiere de menos procesamiento en los nodos de red y consecuentemente hay menos retardo a través de la red. Esto se debe a que todas las tramas correctas se procesan rápidamente a su paso por la interface de red, lo cual permite que los nodos Frame Relay agilicen el tráfico de datos permitiendo grandes volúmenes de tráfico y altas velocidades de canal.

### 3.3 Terminología

En la figura 3.1 se ilustra en forma esquemática algunos de los términos que serán de gran utilidad a lo largo de este capítulo.

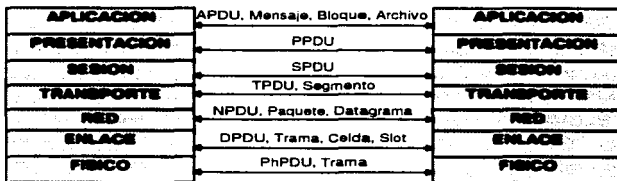


Figura 3.1  
Términos usados en cada nivel del modelo OSI

#### ***PDU (Protocol Data Unit)***

El término *PDU* es usado en el modelo *OSI* para describir una unidad completa de datos en cada capa. Por lo tanto, en el modelo *OSI* se tienen unidades de datos en el nivel de aplicación (*APDU*), unidades de datos en el nivel de presentación (*PPDU*), unidades de datos en el nivel de sesión (*SPDU*), unidades de datos a nivel de transporte (*TPDU*), unidades de datos a nivel de red (*NPDU*), unidades de datos a nivel de enlace (*DPDU*) y unidades de datos a nivel físico (*PhPDU*). En la figura 3.1 se muestra la relación de las unidades de datos y algunos términos comúnmente usados y que son asociados con estas unidades de datos.

#### ***Trama (Frame)***

El término trama describe las unidades de datos a nivel de enlace, en la figura 3.1 se observa que las tramas son transmitidas lógicamente entre dos niveles de enlace en dos máquinas diferentes.

### **Paquete y Datagrama**

El término paquete y datagrama son asociados regularmente con las unidades de datos del nivel de red y son objeto de diferentes interpretaciones. Sin embargo, con pocas excepciones el término paquete es asociado con el nivel de red en las redes orientadas a conexión, mientras que el datagrama es asociado con el nivel de red en las redes no orientadas a conexión.

### **Segmento**

El término segmento esta asociado con el nivel de transporte. El modelo *OSI* usa convencionalmente el término *TPDU* para las unidades de datos en este nivel.

### **Términos asociados con el nivel de aplicación**

Otros términos que son comúnmente usados en la industria y que también son objeto de varias interpretaciones son: *mensaje, bloque, archivos y registros*. Estos términos son asociados con los protocolos del nivel de aplicación, aunque un gran número de gente usa el término mensaje para referirse al *PDU* en el nivel de red.

### **Celda**

Este término esta asociado con las redes que usan pequeñas *PDU*s (usualmente 53 octetos) de longitud fija, como ATM que se apoya de Frame Relay para enviar su información.

## **3.4 Beneficios de Frame Relay**

Una vez que se tiene idea de lo que es el Frame Relay, es importante señalar los beneficios que pueden obtenerse en las redes de datos usando dicho protocolo. Dentro de los beneficios que se pueden obtener de Frame Relay se pueden citar los siguientes:

- *Aumento en el desempeño de la red (Performance)*
- *Aumento de la productividad y mayor satisfacción del cliente*
- *Disminución de costos de operación y mayor confiabilidad de la red*
- *Facilidad de migración y optimización de recursos.*
- *Ahorro en el costo del ciclo de vida y rápida recuperación de la inversión de la red*

### ***Aumento en el desempeño de la red***

Este es un beneficio fundamental para las redes de datos y se da de la siguiente forma. Al minimizarse los tiempos de procesamiento en la red, Frame Relay suele ofrecer mejores tiempos de respuesta y puede soportar grandes niveles de throughput. Por otro lado, debido a que es un protocolo orientado a paquetes, el ancho de banda libre de un usuario puede ser asignado a otro, logrando así ráfagas mas rápidas y un mejor desempeño del medio de transmisión en relación con la asignación de slots de tiempo fijos.

### ***Aumento de la productividad y mayor satisfacción del cliente***

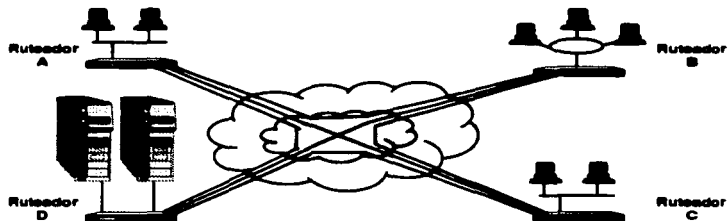
Debido a que Frame Relay soporta toda clase de tráfico de datos y permite mover grandes volúmenes de información a altas velocidades a través de la red, ésta puede soportar grandes niveles de throughput sin incrementar la capacidad del circuito. Esto significa que los usuarios de red, tales como ingenieros de diseño que interactúan con programas de *CAD/CAM* de una red de área local a otra a través de una red de área amplia, o bien clientes que realizan transacciones bancarias a través de un cajero automático, puedan llevar a cabo sus operaciones más rápidamente. Estos rápidos tiempos de respuesta no sólo mejoran la productividad sino que se reflejan en una mejor satisfacción del usuario.

### ***Disminución de los costos de operación y aumento de la confiabilidad de la red***

Al igual que X.25 Frame Relay soporta múltiples conexiones virtuales en una sola línea de interface de acceso a la red, eliminando así la necesidad de múltiples accesos. Al eliminar múltiples conexiones físicas entre los nodos de red, se simplifica significativamente la topología de ésta, traduciendo literalmente en un ahorro de dinero mensualmente.

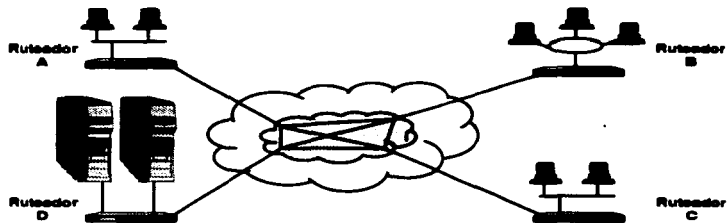
Para comprender mejor ésto, analicemos la situación que se enuncia en la siguiente página.

En la figura 3.2 se observa que para interconectar 4 usuarios y obtener servicios punto a punto entre todos ellos se requiere de 12 puertos, 12 líneas locales de acceso y 6 líneas de acceso a larga distancia.



**Figura 3.2**  
**Interconexión de 4 usuarios mediante líneas privadas**

Con la implementación de Frame Relay la interconexión de esos cuatro usuarios sería como se muestra en la figura 3.3, en la cual se reduce el número de puertos, el número de líneas de acceso y como consecuencia de ello se reduce la topología de la red.



**Figura 3.3**  
**Interconexión de 4 usuarios mediante Frame Relay**

Como se podrá observar Frame Relay reduce los costos de operación eliminando la necesidad de múltiples líneas de acceso y minimizando el número de puertos de interface requeridos, es decir, se reducen los requerimientos de hardware. Esta reducción en hardware se refleja en una red más confiable al haber menos equipo susceptible de fallas.

### ***Facilidad de migración y optimización de recursos***

Frame Relay permite proteger la inversión hecha en el equipamiento de la red ya existente debido a que complementa los productos empleados. Por ejemplo: se puede lograr un alto desempeño de tráfico basado en X.25, ya que nos permitirá agregar cualquier equipo X.25 (PADs), puentes o ruteadores con solo una actualización del software.

Por otra parte, el hecho de que el Frame Relay este estandarizado permite asegurar una clara migración hacia la expansión de la red, es decir, no se dependerá de un solo vendedor, sino que se tendrán diferentes alternativas.

### ***Ahorro en el costo del ciclo de vida y rápida recuperación de la inversión de la red***

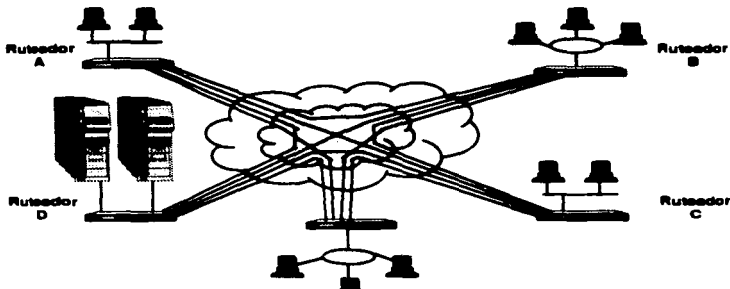
El uso del Frame Relay en aplicaciones apropiadas no sólo puede representar un ahorro en el presente sino también en el futuro, ya que una vez que se evalúe el costo de la red por encima del hardware, recursos humanos para manejar dicho hardware, líneas requeridas para conectar dispositivos remotos, estimar el hardware adicional y el costo de las líneas en que se espera incurrir en los próximos 5 años, entonces se podrá apreciar la importancia de evaluar una implementación de Frame Relay en la red.

Para entender mejor lo anterior analizaremos el siguiente caso. Si en la red de la figura 3.1 se diera la necesidad de incorporar un usuario más, los requerimientos serían los siguientes:

- *Ocho puertos adicionales*
- *Ocho líneas locales de acceso*
- *Cuatro líneas de larga distancia.*

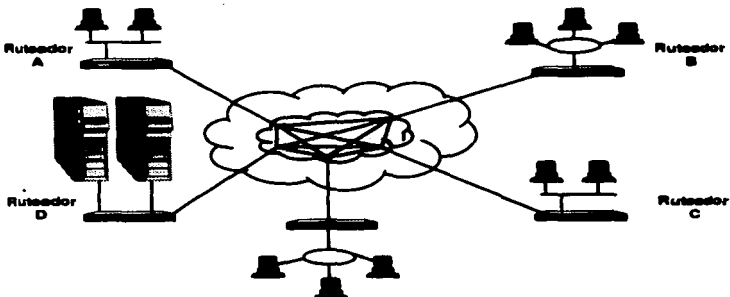


Por lo tanto, es evidente que la adición continua de usuarios se refleja en una topología de red compleja y además costosa. Dicha situación se ilustra en la figura 3.4



**Figura 3.4**  
**Usuario adicional mediante líneas tradicionales**

Usando Frame Relay, la adición de un usuario sólo implica un puerto, una línea local y cuatro líneas de larga distancia, tal como se muestra en la figura 3.5



**Figura 3.5**  
**Usuario adicional usando Frame Relay**

### 3.5 Análisis del formato de trama Frame Relay

En la figura 3.6 se muestra el formato de trama para Frame Relay. Como se puede ver se asemeja mucho a otros protocolos que usan el formato de trama HDLC y consta de los siguientes campos: *Banderas al inicio y al final de la trama, un campo de encabezado, un campo de información y un campo de verificación de trama.* Como se podrá observar no existe un campo de dirección y control por separado ya que éstos se encuentran combinados y son designados por Frame Relay como encabezado (*Header*).

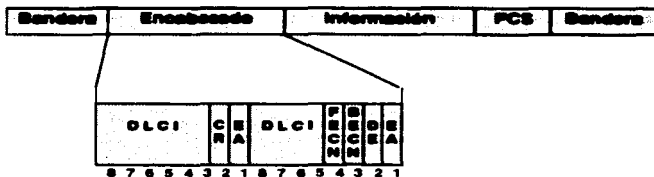


Figura 3.6  
Formato de trama Frame Relay

El campo de información contiene los datos de usuario, mientras que el campo de verificación de trama al igual que en otros protocolos de la capa de enlace, es usado para determinar si la trama ha sufrido algún daño durante su transmisión.

La longitud máxima permitida en el campo de información puede variar, dependiendo de los requerimientos de diseño de la red, y van desde 262 hasta 8000 ó más octetos. Sin embargo, los diseñadores de red aseguran que si la red Frame Relay no soporta al menos 1600 octetos en dicho campo, difícilmente será capaz de transportar muchas clases de tráfico de LANs.

A continuación examinaremos el campo de encabezado que consta de 6 elementos los cuales son listados y analizados por separado.

- **DLCI** : *Data Link Connection Identifier; Identificador de conexión del enlace de datos*
- **C/R** : *Command Response bit; Bit de comando o respuesta*
- **EA** : *Address Extension; Bit de extensión de dirección*
- **FECN** : *Forward Explicit Congestion Notification; Notificación de congestión hacia adelante*
- **BECN** : *Backward Explicit Congestion Notification; Notificación de congestión hacia atrás*
- **DE** : *Discard Eligibility Indicator*

### **DLCI**

El **DLCI** es el elemento más importante del encabezado y consta de 10 bits, su función principal es identificar la conexión virtual Frame Relay. Este puede identificar una conexión virtual usuario-red o bien una conexión red-red. El **DLCI** identifica ambas direcciones de la conexión virtual, es decir, identifica tanto al dispositivo transmisor como al receptor.

El **DLCI** puede variar en tamaño y puede contener 2, 3 ó 4 octetos, lo cual permitirá el uso de más números **DLCI**, ésto será analizado con más detalle posteriormente.

### **EA**

Al final de cada byte **DLCI** esta el bit **EA** (*extension address; extensión de dirección*), la función de este bit es indicar si hay más octetos en el encabezado. Si el bit **EA** esta puesto a 1 indica el fin del encabezado, si es puesto a 0 indica que hay más octetos en el campo de encabezado.

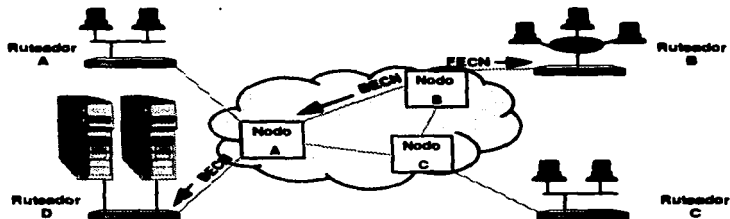
### **C/R**

El bit de comando respuesta es usado para invocar algunas funciones menores que serán descritas posteriormente.

Finalmente se tienen 3 bits los cuales son relativos a la notificación de congestión (*FECN, BECN y DE*). Dichos elementos se analizarán a continuación.

### **FECN**

Este bit es enviado hacia el nodo destino (*bit puesto a 1*). El *FECN* es puesto por la red de Frame Relay en una trama, para decirle al *DTE* receptor que la trama que recibe experimentó congestión en la trayectoria del origen al destino, tal como se muestra en la figura 3.7.



**Figura 3.7**  
Notificación de congestión mediante FECN y BECN

### **BECN**

De la figura 3.7 se observa que este bit es enviado hacia el nodo origen (*bit puesto a 1*). El *BECN* es puesto por la red Frame Relay en las tramas que viajan en la dirección opuesta a la trayectoria congestionada, para notificarle al emisor que existe congestión en la trayectoria.

Los bits de congestión pueden ser utilizados por los protocolos de alto nivel para tomar acciones de control de flujo apropiadas. Por ejemplo, algunos protocolos como *TCP* tienen una forma de detección de congestión, estos protocolos limitan la cantidad de tráfico que envían en base a ventanas (*sliding windows*), lo cual permite el envío de un número de tramas antes de recibir un *ACK*.

El bit *FECN* es muy útil a los protocolos de alto nivel que usan control de flujo "controlado por el receptor", mientras que *BECN* tiene significado para aquellos que dependen del control de flujo (*controlado por emisor*).

### ***DE***

El bit *DE* es puesto por el *DTE* para decirle a la red de Frame Relay que la trama tiene importancia menor en relación a otras tramas y debe ser descartada cuando la red tiene problemas de recursos. Esto representa un mecanismo de prioridad muy simple. Este bit es usualmente puesto cuando la red esta congestionada.

## **3.5.1 Aspectos adicionales en redes Frame Relay**

### ***CIR (Committed Information Rate)***

Este concepto es una razón (*expresada en bits por segundo*), el cual representa una estimación del tráfico normal de usuario durante un periodo de ocupación, por lo general de un segundo.



**Figura 3.6**  
**Committed Information Rate**

### ***Bc* (Committed Burst Rate)**

El concepto *committed burst rate* ó también conocido como *committed burst size* (*Bc*), describe el máximo número de bits que la red conviene transferir durante cualquier medición de intervalo de tiempo *f*.

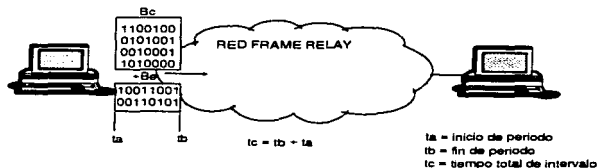


Figura 3.9  
Committed burst rate

### ***Be* (Excess Burst Rate)**

Este concepto  $B_e$  describe la máxima cantidad de datos que un usuario puede enviar, el cual excede al  $B_c$  durante un intervalo  $T$ . El valor  $B_e$  también identifica el máximo número de bits que la red intenta entregar excediendo  $B_c$  durante un periodo  $f$ .

## **3.5.2 Interpretaciones de los DLCIs**

El tráfico Frame Relay es intercambiado entre los usuarios de la red mediante el mapeo del tráfico *DLCI* de una línea saliente a una línea entrante. El usuario final es responsable de la construcción de la trama y la colocación de un valor *DLCI* en el campo de dirección de la trama. Una vez proporcionada esta información, la red Frame Relay debe transmitir el tráfico hacia una línea de entrada con su correspondiente *DLCI*.

En la figura 3.10 se observa un *ruteador A* cuya línea de entrada al nodo Frame Relay **A** está enviando tráfico conteniendo *DLCIs* 4, 5 y 6. La tabla de ruteo del nodo Frame Relay **A** revela que el *DLCI* 4 será enviado al nodo Frame Relay **B**, y que el *DLCI* será cambiado por un valor 1; el *DLCI* 5 será enviado al nodo Frame Relay **C** y el *DLCI* será cambiado por un valor 2; el *DLCI* 6 será enviado a través del *nodo A* hacia el *ruteador D*.

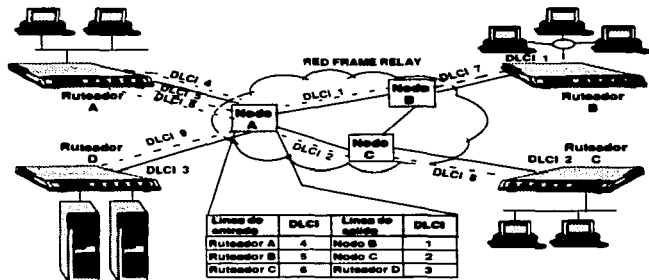


Figura 3.10  
Interpretaciones de los DLCIs

### ***Significado local de un DLCI***

Los *DLCIs* pueden ser manejados de tal forma que los valores pueden ser reutilizados dentro de la red. Esta situación es conocida como significado local y permite la creación de más circuitos virtuales en una red Frame Relay. Sin embargo, en la medida que esta capacidad es usada se debe tomar en cuenta que el *DLCI* tiene sólo significado local y que no es conocido por otros *ruteadores*.

En la figura 3.11, el tráfico entre el *router* A y B tiene un significado local con un valor *DLCI* 4 para identificar la línea de salida del *router* A y un *DLCI* 1 para la línea de entrada del *router* B. El *DLCI* 4 es usado nuevamente pero ahora solo para la relación entre el *router* D y el *router* C. En este ejemplo el *DLCI* 4 es la salida del *router* D y el *DLCI* 2 es la entrada del *router* C.

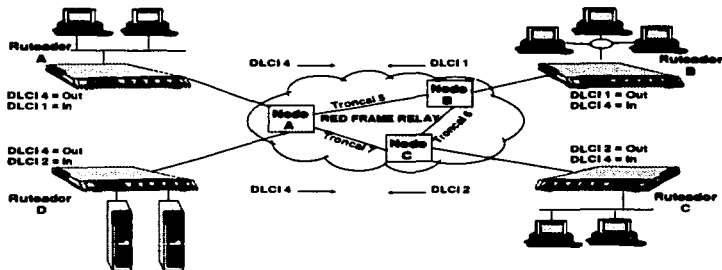


Figura 3.11

Por otra parte en la figura 3.12 se muestra como son asociados mutuamente los *DLCIs*, y su funcionamiento se describe a continuación.

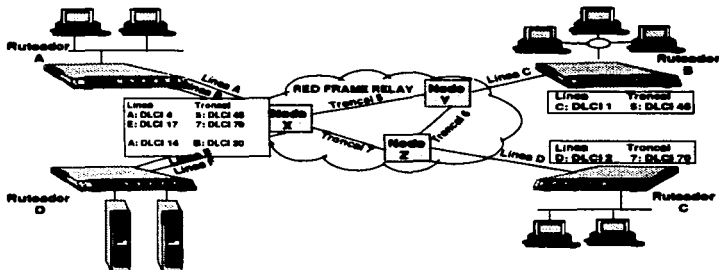


Figura 3.12

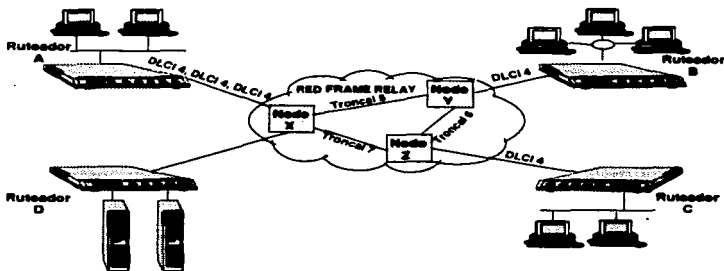


Cada nodo Frame Relay contiene una tabla, la cual identifica varios *DLCIs* con sus líneas de usuario asociadas e interfaces de troncal. Desde la perspectiva del *nodo X*, el *DLCI 4* esta asociado con la *línea A*. El *nodo X* releva este tráfico a través de la *troncal 5* al *nodo Y*. Este a su vez traslada el *DLCI 4* en *DLCI 45*. En el *nodo Y*, el *DLCI 45* se traslada al *DLCI 1* y es representado al equipo de usuario a través de la *línea C*.

EL *nodo X* también contiene información acerca del mapeo del *DLCI 17* procedente de la *línea E* a la *troncal 7* usando un *DLCI 70*. Por otra parte el *nodo Z* recibe una trama con *DLCI 70* procedente de la *troncal 7* y a través de una tabla diferencia que este tráfico esta destinado para el *DLCI 2* a través de la *línea D*.

### ***Significado Global de un DLCI***

Un número de opciones adicionales han sido propuestas por el estándar Frame Relay. Dentro de estas opciones esta el direccionamiento global, opción que permite que un *DLCI* sea asignado como un número con significado universal. Esto quiere decir que estos números tienen el mismo destino sin importar la fuente de origen. Esto se muestra en la figura 3.13.



**Figura 3.13**  
**Significado global de un DLCI**

La idea que hay detrás del direccionamiento global es simplificar la administración del direccionamiento, pero debe ser reconocido que con dos octetos en el encabezado de la trama se permiten 1024 *DLCIs* en toda la red. De estos 1024 *DLCIs* se reservan 32 para uso interno de la red, por lo que quedan disponibles 992 para el usuario.

El uso global de *DLCIs* requiere que éstos sean preasignados y usados sólo una vez a través de la red. Cada nodo Frame Relay tiene sus tablas las cuales proveen instrucciones en como rutear el tráfico entre nodos y hacia los dispositivos del usuario.

De esta forma el nodo Frame Relay no es atareado con la traslación de *DLCIs*. En la figura 3.14 el *DLCI 4* es colocado en la trama original y este mismo valor permanece a través de la red, así como entre los dispositivos de usuario.

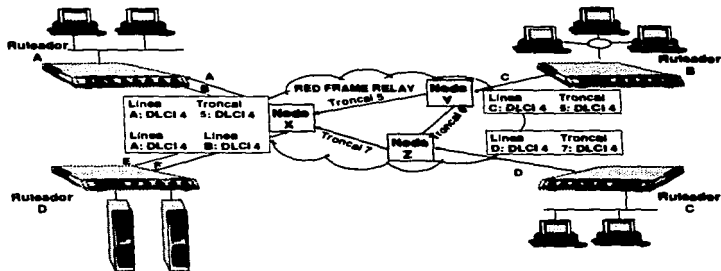


Figura 3.14  
Direccionamiento de un DLCI con significado global

Se puede ver que el direccionamiento global simplifica el mapeo de los nodos, pero restringe el número de *DLCIs* que pueden ser usados. Esta restricción no debe representar un problema serio debido a que el campo de dirección del *DLCI* puede ser incrementado desde 2, 3 ó 4 octetos para obtener un rango mayor de valores de *DLCIs*.

Por último, cabe aclarar que los proveedores de equipo Frame Relay pueden ofrecer diferentes técnicas para el mapeo y traslación de *DLCIs*.

### 3.5.3 Facilidades de Frame Relay

Como se dijo en un principio, el mayor desarrollo de Frame Relay ocurrió en 1990 cuando se reunió un consorcio para desarrollar productos Frame Relay. Este consorcio desarrollo especificaciones de acuerdo al protocolo desarrollado por CCITT y ANSI, pero con algunas facilidades que proveen capacidades adicionales para ambientes de redes más complejas. Estas extensiones de Frame Relay son referidas en forma colectiva como *Local Management Interface (LMI)*.

#### Formato del mensaje LMI

Los mensajes LMI son enviados en tramas distinguidas por un DLCI específico (definido como DLCI 1023). El formato del mensaje LMI se muestra en la figura 3.15.

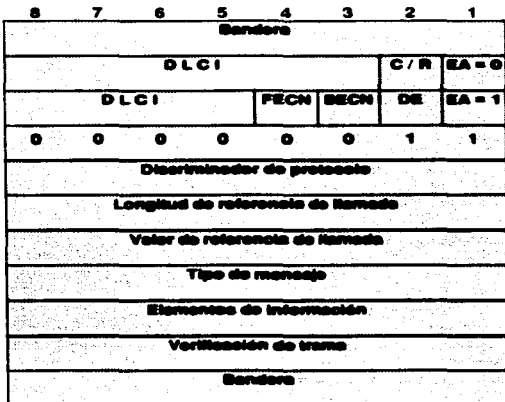


Figura 3.15  
Formato LMI

Como se puede observar el encabezado del protocolo es el mismo que en la forma normal. El mensaje *LMI* inicia con 4 bytes obligatorios, seguidos por un número variable de elementos de información.

El primero de los bytes obligatorios tiene el mismo formato que la información no numerada de *LAPB (UI)*, con el bit poll/final puesto a cero. El siguiente byte es referido como un discriminador de protocolo, el cual es puesto a un valor que indica *LMI*. El tercer byte obligatorio es la referencia de llamada ("*call reference*") y siempre es llenado con ceros. El byte final obligatorio es el tipo de mensaje, dentro del tipo de mensaje están definidos los siguientes:

- Mensajes de "*status*" que permiten al dispositivo de usuario preguntar acerca del estado de la red
- Mensajes de "*status enquiry*", los cuales responden a los mensajes anteriores "*Keep alive*". Estos mensajes son enviados a través de la conexión, para asegurar que ambos lados continuarán "recordando" la conexión como activa.

Los mensajes *status* y *status enquiry*, ayudan a verificar la integridad de enlaces físicos y lógicos. Esta información es crítica en un ambiente de ruteo, debido a que los algoritmos de ruteo toman decisiones basadas en la integridad del enlace.

### ***Facilidades del LMI***

#### ***Multicasting***

En esta situación una sola fuente de datos (*ruteador*), puede enviar una trama a múltiples destinos sin generar tramas múltiples, en su lugar, la red por si misma reproduce la trama y la entrega a una lista de *DLCIs*, cuando es implementada apropiadamente puede reducir la cantidad de tráfico sobre la red, eliminando tramas duplicadas. El multicast es útil para ciertos métodos de resolución de direcciones de *LAN*. Multicast no indica donde es originado el mensaje, por lo que no es ampliamente utilizado.

Los grupos de multicasting son designados por una serie de 4 *DLCI*s, los cuáles ya han sido previamente reservados (1019 a 1022). Las tramas enviadas por un dispositivo que usa uno de estos *DLCI*s, son repetidas por la red y enviadas a todos los puntos de salida en los lugares designados, esto permite el envío de mensajes a un grupo específico de ruteadores.

La figura 3.16 ilustra esta característica del Frame Relay, en la cuál múltiples ruteadores son identificados con un *DLCI*. Por lo tanto un ruteador sólo necesita enviar una copia de la trama y colocar en el encabezado un valor *DLCI* previamente reservado. La red duplicará la trama y entregará copias a las líneas identificadas con los *DLCI*s correspondientes.

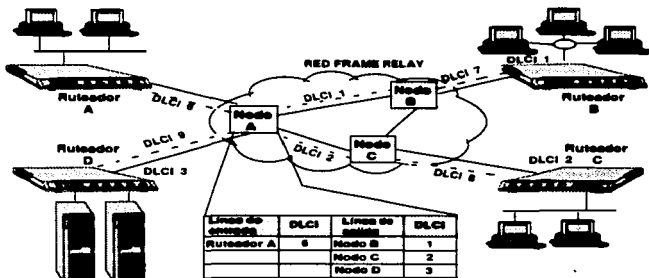


Figura 3.16  
Multicasting

### **3.6 . Estándares de Frame Relay**

Los estándares son acuerdos entre los participantes de la industria que representan las funciones y características de como trabajará una tecnología. Para el caso de Frame Relay los organismos encargados de establecer dichos estándares son *ANSI* y *CCITT*.

El *CCITT* ha decidido agrupar las funciones y características de Frame Relay en cinco grupos de estándares que son:

- *Descripción de servicios*
- *Manejo de congestión*
- *Aspectos centrales*
- *Señalización de acceso*
- *Control de enlace de datos*

Estos grupos de estándares serán descritos a continuación.

#### **3.6.1 Descripción de servicios**

La descripción de servicios se encuentra especificada en los documentos de *ANSI T1.606* y *CCITT 1.233*. Esta descripción de servicios se centra en los niveles del *plano U* y *plano C* de la *RDSI*, así como en los criterios de performance de la red.

Estos criterios de performance tales como *committed burst rates Bc*, *excess burst rates Be* y *Committed Information Rates CIR* ya fueron descritos con anterioridad, sin embargo, se analizarán algunos otros criterios que también son de gran importancia para el buen desempeño de la red Frame Relay.

Frame Relay es un servicio provisto a través de interfaces *RDSI*, más específicamente a través de lo que se conoce como *plano U* y *plano C* de las interfaces *RDSI*. La interface de usuario *RDSI* se ilustra en la figura 3.17, de la cual se observa que es modelada en 7 niveles estratificados de acuerdo a *OSI*, aunque como se mencionó anteriormente *RDSI* opera en los tres niveles inferiores del modelo *OSI*. Para la interface usuario-red se utilizan los tres planos de señalización ( *plano C*, *plano U* y *plano M* ).

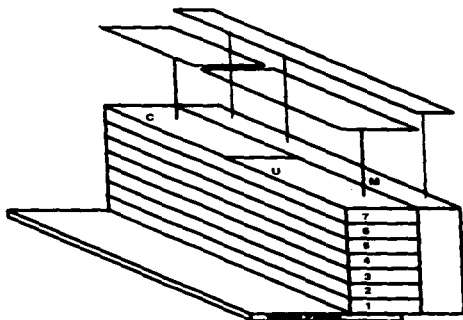


Figura 3.17  
Niveles de RDSI

El *plano C* es un canal lógico de señalización fuera de banda, implementado a través de el *canal D*. Este *plano C* es en realidad un plano de control, al cual le concierne el establecimiento de la llamada, establecimiento de circuitos y manejo de conexiones. El uso del *plano C* esta pensado para soportar un amplio rango de integración de servicios tales como control de llamada y operaciones de administración y mantenimiento.

El *plano U* (*plano de usuario*) contiene operaciones tales como definición de servicios y protocolos necesarios para el intercambio de datos de usuario. En la interface usuario-red de la *RDSI*, estos datos van relacionados con las aplicaciones de los canales *D*, *B* ó *H*.

Finalmente tenemos el plano de administración (*plano M*), el cual es usado para administrar operaciones entre el *plano U* y *plano C*.

El servicio Frame Relay usa los servicios portadores de la *RDSI*. Un servicio portador a través de operaciones Frame Relay provee transferencia bidireccional de tráfico de usuario desde la interface *S* o *T* hacia otra interface *S* o *T*. El ruteo a través de la red es provisto mediante el uso de una etiqueta, la cual corresponde al campo *DLCI* en el servicio Frame Relay.

### ***Atributos de servicio***

Tanto *ANSI* como *CCITT* han publicado información suplementaria relacionada a los servicios portadores de Frame Relay. Esta información provee un resumen de las mejores características del protocolo.

### ***Atributos de transferencia de información***

Los atributos de transferencia de información definen información como modo de transferencia (*trama o paquete*), proporción de la información que será enviada, tipo de establecimiento de la comunicación, la naturaleza del tráfico y como será enviado dicho tráfico a través de la línea. Estos atributos son listados en la tabla 3.1.

**TABLA 3.1**

#### **Atributos de transferencia de información**

---

Modo de transferencia de información:	Trama o paquete (T1, 606)
Proporción de transferencia de información:	Menor o igual al rango del canal de usuario
Capacidad de transferencia :	No limitada
Estructura :	Integridad de unidad de servicios de datos
Establecimiento de la comunicación :	Por demanda o permanente
Configuración :	Punto a punto

---



### **Atributos de acceso**

**ANSI** y **CCITT** también han definido los atributos de acceso para el servicio Frame Relay. En esencia, los atributos de acceso describen el tipo de canal que será usado y el protocolo particular que será requerido en cada nivel, ambos para acceso de información y señalización. La tabla 3.2 resume los valores de **CCITT** para los atributos de acceso.

**TABLA 3.2**  
**Atributos de acceso**

---

Canales de acceso: *D, B, ó H*

Señalización del protocolo de acceso, nivel 1: **I.430 ó I.431**

Señalización del protocolo de acceso, nivel 2: **Q.921**

Señalización del protocolo de acceso, nivel 3: **Series Q.930**

Protocolo de acceso a información, nivel 1: **I.430 ó I.431**

Protocolo de acceso a información, nivel 2, aspectos centrales: **Aspectos centrales de Q.922**

Protocolo de acceso a información, nivel 2, control de enlace de datos : **Especificado por el usuario**

---

## **Atributos Generales**

*ANSI* y *CCITT* difieren en su definición de atributos generales. La mayor diferencia es en los servicios suplementarios. Hasta el momento, el *CCITT* tiene una lista provisional de servicios suplementarios, mientras que *ANSI* tiene sus servicios suplementarios en estudio. En la tabla 3.3 se listan los atributos generales.

**Tabla 3.3**  
**Atributos generales**

---

Servicios suplementarios : *Provisionales o en estudio*

Calidad de servicio: *En estudio*

Posibilidades de interconectividad : *En estudio*

Operacional y comercial : *En estudio*

---

## ***Criterios del performance de la red***

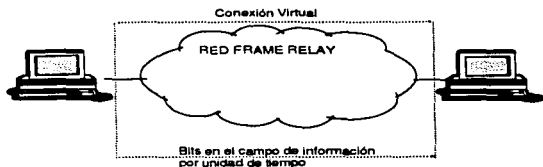
Se mencionó anteriormente que la descripción de servicios Frame Relay se encuentran especificados en los documentos **1.233** de *CCITT* y **T1.606** de *ANSI* . En el *anexo A* de **1.233** y en la *sección 4* de **T1.606**, se encuentran las definiciones de los parámetros de performance de Frame Relay, algunos de los cuales ya fueron descritos anteriormente, sin embargo, en esta sección se mencionarán los parámetros faltantes.

### *Throughput*

Para Frame Relay el throughput es definido como el número de unidades de datos de protocolo (**PDU**) que han sido transferidas exitosamente en una dirección por unidad de tiempo a través de una conexión virtual. La recomendación **G.633** define el intervalo en bits por segundo.

La conexión virtual puede incluir cualquier número de componentes intermedios entre dos dispositivos *DTEs*.

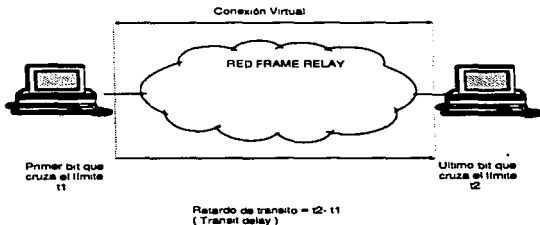
En esta definición el *PDU* es considerado como todos los bits entre las banderas de la trama Frame Relay. La figura 3.18 ilustra este concepto



**Figura 3.18**  
**Throughput**

### *Transit Delay*

La medición del "transit delay" se realiza entre un par de límites. Los límites pueden ser definidos de varias formas, aunque la recomendación *CCITT X.13* usa la siguiente definición (ver figura 3.19)



**Figura 3.19**  
**Transit Delay =  $t2 - t1$**

"*Transit delay*" puede definir un límite entre dos *DTEs*, estos dos *DTEs* pueden estar entre 2 redes internacionales o nacionales. Cualquiera que sea el caso el *transit delay* inicia en el tiempo  $t_1$  cuando el primer bit del *PDU* cruza el primer límite y finaliza en el tiempo  $t_2$ , cuando el último bit del *PDU* cruza el segundo límite. Esto quiere decir que;  $Transit\ Delay = t_2 - t_1$ . El *transit delay* es sumado y su valor es igual al total de *transit delay* a través de una conexión virtual. (ver figura 3.20)

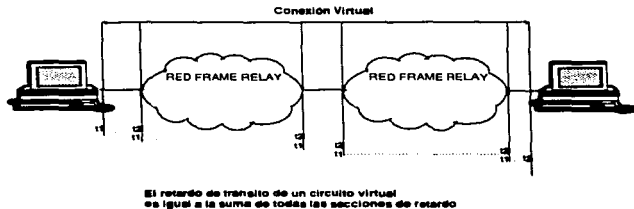


Figura 3.20  
"Transit delay" de un circuito virtual

### *Virtual Transit Delay*

El "*transit delay*" de un circuito virtual se conoce como *Virtual Transit Delay* y su valor es la suma de todas las secciones de retardo.

### ***Criterios adicionales definidos por el CCITT.***

El *CCITT* también ha definido otros parámetros de performance y de calidad de servicio (*QOS*). Estos parámetros son listados en la tabla 3.4 y descritos a continuación:

#### ***Entrega de trama errónea.***

Se define con este término a las tramas que son entregadas y que el valor de uno o más bits en la trama fueron detectados con error.

#### ***Entrega de tramas duplicadas.***

El valor de este parámetro es determinado cuando se descubre que la trama recibida en un destino es la misma que previamente había sido entregada.

#### ***Trama perdida.***

Una trama es declarada como perdida cuando dicha trama no es entregada correctamente dentro de un tiempo especificado.

#### ***Trama extraviada.***

Se le llama así a una trama que ha sido entregada a un destino incorrecto. Esta situación puede ser debido a que la interpretación de los *DLCIs* fue errónea o bien que la tabla de ruteo no está actualizada.

#### ***Retardo de establecimiento y clearo de llamada.***

Estos parámetros se refieren respectivamente al tiempo que toma establecer y clearar una llamada a través del plano C.

### *Desconexión prematura.*

Esta desconexión prematura describe la pérdida de la conexión del circuito virtual .

### *Falla de clearo de una llamada virtual.*

Este último parámetro se refiere a una falla en el intento de tirar una llamada virtual.

## **3.6.2 Manejo de Congestión**

El manejo de congestión está especificado en la recomendación **1.370**. Esta recomendación provee una guía para el control de flujo y manejo de congestión en el *plano U*. En esta se explican las operaciones en la interface de usuario y de red para tráfico variable en canales de acceso de 2048 bit/s o menores.

El manejo de congestión incluye:

- *Control de congestión*
- *Evasión de congestión*
- *Recuperación de congestión*

El objeto del manejo de congestión es mantener una alta calidad del servicio (*QOS*) para cada usuario en el *plano U*. El control de congestión sirve para recuperar la normalidad durante periodos de alto tráfico y sobrecarga de la red. La evasión de congestión procura detectar la congestión y tomar acciones correctivas para prevenirla, además intenta mantener un alto nivel de throughput y otras características de calidad de servicio para cada *DLCI*. En las figuras 3.21 y 3.22 se observa que el manejo de congestión intenta evitarla, tomando acciones correctivas antes del *punto A*, y prevenir la situación en el *punto B*.

Estas operaciones intentan minimizar el daño al tráfico de usuario y operaciones de red. El *punto B* es el punto en el cual las tramas pueden ser descartadas para prevenir una congestión .

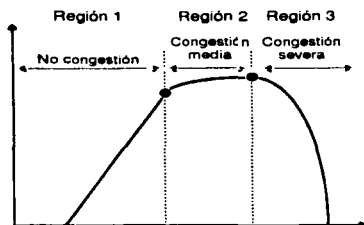


Figura 3.21

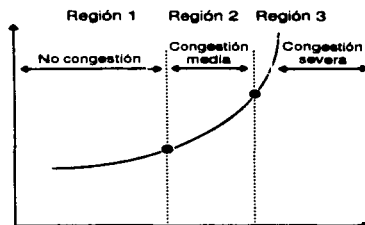


Figura 3.22

La recomendación **1.370** describe varios puntos para evitar la congestión de la red, los cuales son resumidos a continuación:

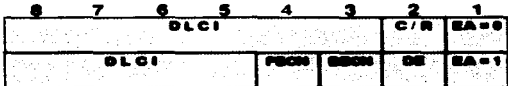
- Cualquier operación de evasión de congestión debe hasta donde sea posible minimizar el descarte de las tramas de usuario.
- El usuario debe recibir una calidad de servicio (QOS) con una mínima variación, aunque por supuesto en el (QOS) esta incluido el descarte de tramas.

### 3.6.3 Aspectos centrales de Frame Relay

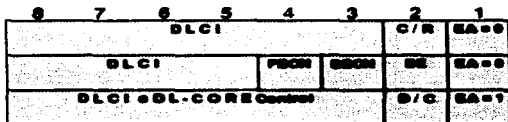
Los aspectos centrales de una red Frame Relay son examinados en la recomendación **T1.618** de ANSI y **Q.922 / Anexo A** del CCITT. Dentro de dichos aspectos se hace referencia nuevamente al control de congestión el cual es analizado con mayor detalle. Además de esto, es examinado el uso del valor del **DLCI** extendido.

Empezaremos por analizar el valor del *DLCI* extendido. Cuando se analizó el formato de trama Frame Relay se mencionó que el campo *DLCI* puede variar en tamaño y que éste puede contener dos, tres, o cuatro octetos, lo cual permitiría el uso de un mayor número de *DLCI*s. En la figura 3.23 se ilustran los tres formatos, dentro de los cuales se observa que el campo de extensión de dirección (*EA*) contiene los bits colocados en 0, para indicar que existen más octetos en el encabezado y es colocado en 1 para indicar el fin del encabezado.

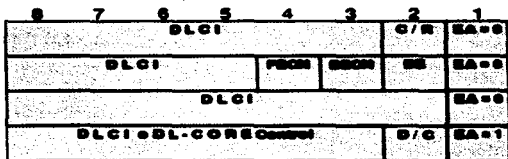
También se observa un campo denominado como *D/C*, este campo es usado para determinar si los seis bits restantes del *DLCI* son interpretados como bits *DLCI* o como bits *DL-CORE*. Donde *DL-CORE* es un indicador de control. Este bit es puesto a 0 si el último octeto contiene bits *DLCI* y es puesto a 1 si contiene información *DL-CORE*, (ver la figura 3.23).



Dos octetos de dirección



Tres Octetos de dirección



Cuatro octetos de dirección

Figura 3.23  
 Valores de *DLCI* extendido



### Valores de DLCI

Como fue comentado anteriormente, el campo *DLCI* identifica una conexión lógica la cual es multiplexada a través de un canal físico. Los *DLCI*s con el mismo valor identifican siempre una misma conexión lógica a través de un circuito físico en particular. Los valores de *DLCI*s se encuentran especificados en los documentos de aspectos centrales de *Frame Relay* de *ANSI* y de *CCITT*. Estos valores dependen del canal que *Frame Relay* esta usando para la transmisión de datos (*canal D, B o H*).

A su vez para el uso de canales *B* y *H* el rango de valores *DLCI* puede variar dependiendo del número de octetos que se estén usando para el campo de dirección del formato de trama.

En la tabla 3.5 se listan los valores de *DLCI* para canales *B* y *H*.

**Tabla 3.5**  
**Valores de DLCI para canales B y H**

Valores de DLCI	Función
Campo de dirección con formato de dos octetos	
0	Señalización de canal entrante
1 a 15	Reservado
16 a 991	Asignado para conexiones <i>Frame Relay</i>
992 a 1007	Manejo de nivel 2 para servicios portadores de <i>Frame Relay</i>
1008 a 1002	Reservados
1023	Manejo de nivel de canal entrante
Campo de dirección con formato de tres octetos	
0	Señalización de canal entrante
1 a 1023	Reservado
1024 a 63487	Asignado para conexiones <i>Frame Relay</i>
63488 a 64511	Manejo del nivel 2 para servicios portadores de <i>Frame Relay</i>
64512 a 65534	Reservado
65535	Manejo de nivel de canal entrante
Campo de dirección con formato de cuatro octetos	
0	Señalización de canal entrante
1 a 131,071	Reservado
131,072 a 8,126,463	Asignados para conexiones <i>Frame Relay</i>
8,126,464 a 8,257,535	Manejo de nivel 2 para servicios portadores de <i>Frame Relay</i>
8,257,536 a 8,388,608	Reservado
8,388,607	Manejo de nivel de canal entrante

En lo que se refiere al tema de congestión, tanto *ANSI* como *CCITT* han optado por agregar un concepto para mejorar dicho control de congestión. Este concepto es conocido como *CLLM (Consolidated Link Management)* y ha sido desarrollado con el objeto de proveer funciones adicionales para el servicio *Frame Relay*.

El nodo *Frame Relay* reserva el *DLCI 1023* para notificar acerca de problemas y otro tipo de operaciones. Dentro de esto tenemos el mensaje *CLLM*, el cual incluye un código en la trama para describir el problema encontrado en la red. Para el caso que nos ocupa deberá identificar congestión excesiva, pero también podría identificar otros problemas tales como falla del procesador o bien falla del enlace.

### **Algoritmos para el uso del *FECN* y *BECN***

*ANSI* ha publicado el *anexo A* de la especificación *T1.618*, para proveer una guía acerca del uso de los bits *BECN* y *FECN*.

#### *Uso del bit **FECN***

Como práctica general se recomienda que el dispositivo de usuario continuamente compare el número de tramas donde *FECN = 1*, contra el número de tramas en la cual *FECN = 0*, en un periodo *t*. Durante este periodo, si el número de *FECN = 1* es igual o excede el número de *FECN = 0*, entonces el dispositivo de usuario deberá reducir el Throughput a 0.875 veces del valor fijado previamente. Por otra parte, si el número de *FECN = 1* es menor que el número de *FECN = 0*, entonces el dispositivo del usuario puede incrementar su transmisión en 1/16 del el throughput previo. Por último, *ANSI* recomienda que la medición del intervalo sea igual a 4 veces el valor del tiempo de tránsito (transit delay).

#### *Uso del bit **BECN***

*ANSI* recomienda que si el usuario recibe *n* tramas consecutivas con *BECN=1*, el tráfico deberá ser reducido por el usuario un valor por debajo de la tasa comúnmente ofrecida. Los rangos son definidos en el siguiente orden:

- 0.675 veces throughput
- 0.5 veces throughput
- 0.25 veces throughput

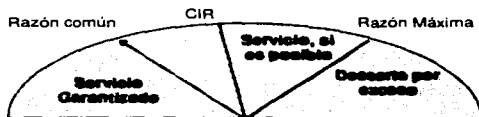
Igualmente, el tráfico puede aumentarse recibiendo *n/2* tramas consecutivas con *BECN = 0*. El incremento será en un factor de 0.125 veces el throughput.

### **Relación del CIR con el control de congestión**

Se dijo anteriormente que el CIR es una herramienta que utilizan las redes Frame Relay para:

- Regular el flujo de tráfico
- Permitir al usuario alguna elección, en cuanto al rango de throughput
- Determinar cierta estructura de precios para los servicios Frame Relay.

La mayoría de las redes Frame Relay proveen al usuario una garantía de servicio si el tráfico es menor que el CIR predefinido. Si el usuario excede el CIR por algunos periodos de tiempo, la red puede descartar tráfico más allá del CIR predefinido. Esta situación se ilustra en la figura 3.24, de donde se puede observar que a medida que el indicador se mueve a la derecha el tráfico aumenta y a la izquierda el tráfico disminuye.



**Figura 3.24**  
**Indicador del CIR**

### **3.6.4 Señalización de acceso**

Las especificaciones relativas a la señalización de Frame Relay se encuentran publicadas en ANSI T1.617 y en CCITT Q.933.

Estas especificaciones establecen los procedimientos para la interacción entre el usuario y la red RDSI soportando el servicio Frame Relay. Las especificaciones definen procedimientos para los puntos de referencia S, T, y U, así como para los canales B, H y D.

## **Mensajes para Frame Relay**

Frame Relay usa la recomendación *Q.931* de *RDSI* para mensajes de control de conexión. Dichos mensajes son listados en la tabla 3.6 y son analizados posteriormente.

**Tabla 3.6**

### **Mensajes para control de conexión en Frame Relay**

---

Establecimiento de llamada  
CONNECT  
CALL PROCEEDING  
PROGRESS  
CONNECT ACKNOWLEDGE  
SETUP  
ALERTING

Clareo de llamada  
DISCONNECT  
RELEASE  
RELEASE COMPLETE

Miscelaneos  
STATUS  
STATUS ENQUIRY

---

### **Mensajes de establecimiento de llamada**

- **Mensaje SETUP.** Este mensaje es enviado por el originador hacia la red Frame Relay para establecer una llamada. En el otro extremo de la red, éste es enviado por el nodo de la red hacia el usuario llamado para establecer la llamada en el nodo remoto. El mensaje *SETUP* contiene un número de campos que describen el tipo de mensaje, el tipo de capacidades que se establecen con la llamada, los *DLCIs* relevantes, el tiempo de tránsito sugerido, los parámetros para las operaciones centrales, direcciones de partes llamantes y llamadas y otra gran variedad de características.
- **Mensaje CONNECT.** Si el mensaje *SETUP* es aceptado por el usuario llamado, este usuario responde con el mensaje *connect*, el cual es enviado al nodo local y relevado a través de la red para iniciar la llamada Frame Relay. Este mensaje contiene varios identificadores en el mensaje, así como parámetros relacionados con el retardo de tránsito, *DLCIs* etc.

- **Mensaje CONNECT ACKNOWLEDGE.** Este mensaje es enviado por la red al usuario Frame Relay llamado para notificarle que la llamada puede tomar lugar. Como una opción, también puede ser enviada por el usuario llamante al recibir un mensaje de **CONNECT**.
- **Mensaje ALERTING.** Este mensaje es enviado hacia la red por el usuario receptor, para indicar que la llamada de dicho usuario ha sido iniciada.
- **Mensaje CALL PROCEEDING.** Este mensaje es enviado hacia la red por el usuario llamado y enviado al usuario llamante para indicar que el procedimiento de llamada ha iniciado.
- **Mensaje PROGRESS.** Este es enviado por la red o por el usuario para dar un estatus acerca del progreso de la llamada. Esta llamada se destina para ser usada en ambientes de interconectividad de redes.
- **Clareo de llamadas.** Para el clareo de llamadas Frame Relay se utilizan 3 tipos de mensajes los cuales son descritos a continuación.
- **Mensaje DISCONNECT.** Este mensaje solicita a la red clarear una llamada Frame Relay.
- **Mensaje RELEASE.** El mensaje **RELEASE** es enviado por el usuario hacia la red, indicando que la conexión ha ocurrido. Si un **DLCI** ha sido utilizado éste es liberado para un uso adicional.
- **Mensaje RELEASE COMPLETE.** Finalmente el mensaje **RELEASE COMPLETE** clarea la llamada y el canal esta disponible para ser reutilizado.

#### **Otros mensajes de control de conexión**

Existen otros dos mensajes de control de conexión que pueden ser usados para la administración de llamadas de Frame Relay. Dichos mensajes son **STATUS** y **STATUS ENQUIRY**.

El mensaje **STATUS ENQUIRY** es considerado como una respuesta al mensaje **STATUS**, y puede ser enviado por el usuario o por la red para solicitar información acerca de varias operaciones y procedimientos ocurridos en la red Frame Relay. Los mensajes **STATUS** y **STATUS ENQUIRY** también son usados para reportar ciertos errores y diagnósticos.

## Sistema N° 1 de señalización digital para suscriptor

### Formato del Mensaje

Hasta el momento se ha dado una visión general acerca de los mensajes de control de conexión, sin embargo, también es importante analizar el contenido de los campos del mensaje, para tener un mejor conocimiento de como son utilizados por Frame Relay en un control de conexión.

En la figura 3.25 se ilustra el formato y los campos del mensaje

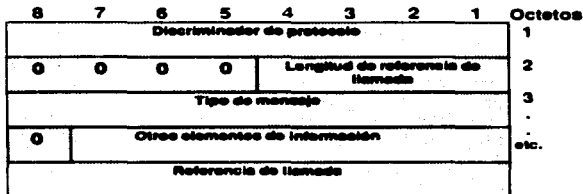


Figura 3.25

### Campos Requeridos.

El campo de discriminación de protocolo ocupa el primer octeto de el mensaje. El objetivo de éste es distinguir los mensajes de control de llamada usuario-red en relación a otros mensajes. Para propósitos del Frame Relay el valor del discriminador de protocolo especificado por *ANSI* y *CCITT* es 00001000.

El segundo octeto contiene 4 bits para el campo de longitud de referencia de llamada. Este campo ocupa tres octetos del mensaje y tiene como objetivo identificar cada llamada en la interface Frame Relay. El campo de referencia de llamada es un poco similar a un número de canal lógico en X.25, en el cual sólo hay un significado local en la interface Frame Relay. Este campo puede contener diferentes valores en la interface remota. Por lo consiguiente el valor de la referencia de llamada no tiene significado de extremo a extremo.

Hasta el momento no está definido en ningún estándar la forma de monitorear una referencia de llamada de extremo a extremo, por lo tanto la red es libre de implementar el procedimiento que juzgue apropiado.

El último campo requerido para los mensajes Frame Relay es el tipo de mensaje, el cual ocupa siete bits de el cuarto octeto. Este campo identifica el tipo de mensaje que es enviado a través de la interface. Dichos tipos de mensaje fueron explicados en la tabla 3.6.

### *Campo de mensajes específicos*

Los campos siguientes describen mensajes específicos. Estos campos son referidos y conocidos como elementos de información. En la tabla 3.7 se listan los elementos de información y los mensajes con los cuales serán usados.

**Tabla 3.7**

Elemento de información	Mensajes de control de conexión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Protocol discriminator	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Call reference	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Message type	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cause					x	x	x	x			x
Bearer capability									x		
Channel identification	x	x	x						x		
Data link connection ID		x	x	x						x	
Progress indicator	x	x	x			x			x		
Network specific facilities									x		
Call state											x
Display	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
End to end transit delay			x						x		
Packet binary parameters*			x						x		
Link core parameters*			x						x		
Link protocol parameters*				x						x	
Calling party number								x			
Calling party subaddress								x			
Connected number			x		x		x	x			
Connected subaddress			x		x		x	x			
Transit network selection									x		
Repeat indicator									x		
Low layer compatibility			x						x		
High layer compatibility										x	
User-user	x		x		x		x	x	x		

A continuación se da una breve explicación de la función que desempeñan cada uno de estos elementos de información.

- **Elemento de información CAUSE.** Este elemento es usado para generar mensajes, los cuales contienen principalmente información de diagnóstico, es decir, contiene un campo el cual describe la localización de un punto relevante relacionado a la causa. El valor de este campo puede reportar eventos tales como recursos disponibles y errores de protocolo, además de esto existen 50 códigos de diagnóstico que pueden ser colocados en este campo, tales como: *call rejected, facility rejected, network out of order, call blocked, bearer capability not authorized, invalid call reference value, incompatible destination.*
- **Bearer Capability.** Este elemento es usado para identificar un servicio portador en la recomendación *CCITT 1.122*, y solo puede ser usado por la red para identificar un servicio. Un subcampo importante dentro de este elemento de información identifica el protocolo del nivel 2. Para *ANSI* éste identifica los aspectos centrales de *Frame Relay T1. 618* y para *CCITT* define el *anexo A de Q.922.*
- **Channel Identification.** Este elemento es usado para identificar el tipo de canal que será usado con la interface. Por ejemplo, este elemento de información podrá identificar canales que soporten voz, tráfico síncrono a 64 Kbps, tráfico a 56 Kbps, varias opciones con *canal B* y con *canal H.*
- **Data Link Connection ID (DLCI).** Este elemento identifica la asignación o petición de los *DLCIs* para esta conexión, y deberá estar en el mensaje *CALL PROCEEDING* en respuesta al mensaje *SETUP.*
- **Progress Indicator.** Es usado para describir una operación que ha ocurrido durante una conexión, este campo contiene información, la cual indica si la llamada es *RDSI* punto a punto, si la dirección destino no es *RDSI* o si la dirección de origen no es *RDSI.*
- **Network Specific Facilities.** Este elemento de información es usado para indicar si las facilidades del nivel de red han sido invocadas, también indica si estas facilidades son especificadas por el usuario o requeridas por una red nacional o internacional.
- **Call State.** Este elemento contiene información acerca del estado de la llamada, tales como *connect request, call delivered, call present, call initiate y disconnect request.*



- **Display.** Este elemento puede ser usado por el usuario para desplegar datos tales como caracteres *ASCII*. Todo lo que reside en este campo no está descrito en el estándar, aunque la limitación máxima es una longitud de 82 octetos.
- **End to End transit delay.** Este elemento permite al usuario solicitar un transit delay máximo en cada llamada Frame Relay. Este transit delay está definido como punto a punto en una dirección. Este involucra sólo la fase de transferencia y no el establecimiento de llamadas. Además es usado en el mensaje *SETUP* cuando la llamada inicia la conexión. El formato para este elemento de información se muestra en la figura 3.26.

8	7	6	5	4	3	2	1
<b>end - to - end</b>							
<b>Length</b>							
<b>Cumulative transit delay</b>							
<b>Requested end - to - end transit delay</b>							
<b>Maximum end - to - end transit delay</b>							

Figura 3.26

- **Packet binary parameters.** Este elemento es usado para soportar servicios de red en modo conexión (*CONS*), que serán asociados con esta llamada. Este elemento contiene campos que solicitan: una transferencia de datos y una confirmación de recepción del mensaje, el cual no es procesado por la Red Frame Relay
- **Link Core Parameters.** Este elemento es usado para negociar y acordar los aspectos centrales de la llamada sobre el nivel de enlace de Frame Relay. Estos parámetros identifican los tamaños de trama permisibles, *el throughput, committed burst rate y exces burst rate.*
- **Link Protocol parameter.** Este elemento de información provee una opción para obtener una secuencia punto a punto, negociaciones de tamaño de ventana y retransmisiones. Sin embargo, cabe aclarar que este servicio está disponible sólo si la implementación usa características adicionales sobre el nivel de enlace, tales como *LAPB o X.75*

- **Calling Party Number, Calling Party Subaddress, Called Party Number y Called Party Subaddress.** Estos elementos de información en el mensaje son usados para identificar los usuarios emisores y receptores, ya que proveen información de número y subdirección.
- **Connected Number.** Este elemento es usado para identificar a la parte que esta respondiendo a la llamada, dicho elemento contiene un campo para identificar el tipo de números, tales como *número internacional, número nacional y número de suscriptor.*
- **Connected Subaddress.** Este elemento es usado para identificar la subdirección de la parte que responde.
- **Transit Network Selection.** Este elemento permite al usuario especificar una red de tránsito, la cual será usada para el proceso de transmisión punto a punto.
- **Repeat Indicator.** Este elemento es usado para indicar si un elemento de información está repetido y si es así, cuantas veces está repetido.
- **Low Layer Compatibility Service.** Este elemento es un poco más extenso en el grupo de campos que identifican el tipo de interface y protocolo que serán utilizados en el nivel físico. Los campos son provistos para identificar tráfico digital o de voz, servicios en modo paquete o en modo circuito, así como velocidades de línea en bps. Los campos también son provistos para indicar si varios tipos de recomendaciones *CCITT* serán usadas para formatos síncronos y asíncronos, el uso de relojes independientes de la red, mecanismo de control de flujo, rango de adaptación, bits de inicio para operaciones asíncronas, información de paridad y varias otras características.
- **High Layer Compatibility.** Este elemento es usado para determinar si dos usuarios son compatibles y para checar los servicios ofrecidos con los servicios provistos. Los elementos de información contienen campos para identificar protocolos que operan sobre *Frame Relay* y que podrían ser usados entre dos usuarios. Como ejemplos de identificaciones de alto nivel, pueden identificarse transmisiones de *facsimile, teletexto, mensajes telex, mensajes X.400.*
- **User-User.** Este elemento es usado por el usuario final como un recurso para transportar información entre dos usuarios. Este tráfico no actúa sobre la red, pero es transportado transparentemente a través de la red. El campo tiene un tamaño máximo de 131 octetos. También contiene un discriminador de protocolo de alto nivel que opera en las estaciones del usuario final.

## Recomendaciones para llamadas virtuales conmutadas en Frame Relay (SVC)

También se han desarrollado propuestas para SVC, estas difieren de las especificaciones Q.933 / T1. 617.

En la figura 3.27 se ilustran los procedimientos para el establecimiento de una llamada (SVC). El mapeo SVC inicia con la emisión del mensaje *SETUP* a la red Frame Relay. Este mensaje contiene el encabezado de información así como el *DLCI* asociado con la llamada. Este mensaje también debe contener el número de la parte llamada, el cual es un número de dirección *E.164* o bien otro plan de numeración tal como el *X.121*.

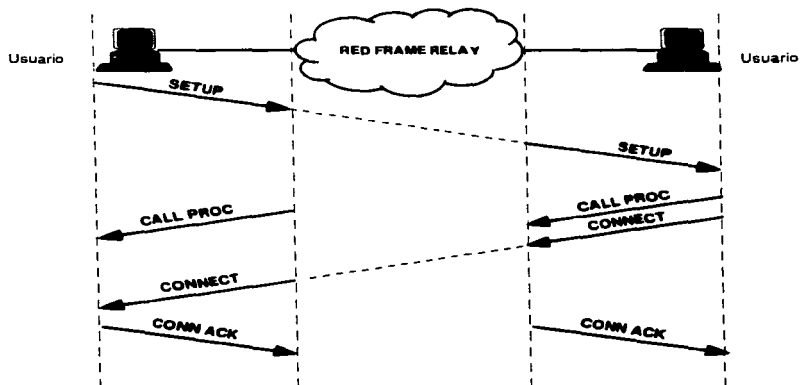


Figura 3.27  
Establecimiento de una llamada SVC

El usuario llamante activa un temporizador *T303*, sobre el envío del mensaje *SETUP* a la Red Frame Relay. Si este temporizador expira antes de que el mensaje *CALL PROCEEDING* sea regresado, entonces se debe reenviar el mensaje *SETUP* o clarear la llamada con un *RELEASE COMPLETE*. El mensaje *SETUP* es enviado a la red, al tiempo que la red envía el mensaje *CALL PROCEEDING* al usuario llamante. Al recibir el mensaje *CALL PROCEEDING* el

usuario detiene su temporizador *T303* e inicia el temporizador *T310*. Durante este periodo, la red examina los servicios solicitados en el mensaje *SETUP* y determina si la llamada puede ser soportada. Si es así, el mensaje es enviado hacia adelante al usuario remoto y la red inicia el temporizador *T303*. El mensaje *SETUP* es relevado al usuario llamado y éste responde con el mensaje *CALL PROCEEDING*. Adicionalmente, si la llamada es aceptada, el usuario envía a la red el mensaje *CONNECT*. La red al recibir el mensaje *CONNECT* inicia el temporizador *T313*. Este mensaje es relevado a la parte llamante a través de la red. El usuario llamante al recibir el mensaje *CONNECT* inicia el temporizador *T310*, enviando un mensaje *CONNECT ACKNOWLEDGE* a la red y el estado activo de la llamada es accedido. Igualmente el *CONNECT* emitido por el usuario llamado al *UNI* (user network interface) remoto requiere que la red Frame Relay envíe un *CONNECT ACKNOWLEDGMENT* al sitio remoto.

En la figura 3.28 se muestran los procedimientos para el clareo de una llamada .

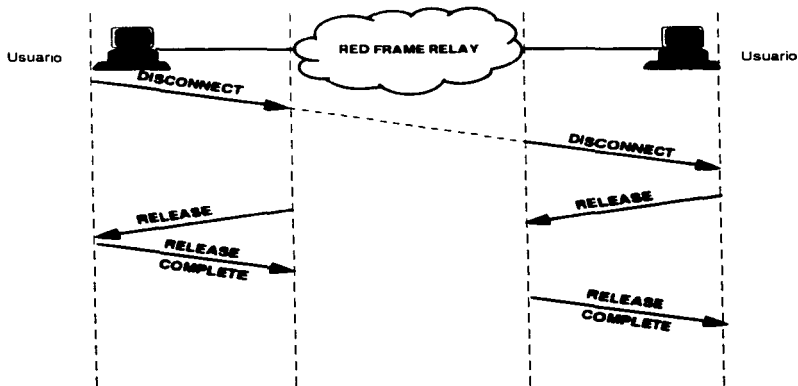


Figura 3.28  
Clareo de una llamada SVC

La parte del usuario o de la red puede liberar una llamada enviando un mensaje *DISCONNECT*. Cualquier parte que este involucrada, al recibir un mensaje *DISCONNECT*, éste debe regresar un mensaje *RELEASE* para clarear la llamada. El mensaje *RELEASE* invoca al *RELEASE COMPLETE* ambos en el *UNI* local y remoto. Sobre el mensaje *DISCONNECT*, la parte enviante inicia un temporizador *T305* y le notifica al *plano U* de la entidad *Frame Relay*, que ha iniciado un procedimiento de clareo de llamada. Si el *T305* expira antes que el *RELEASE* sea regresado, entonces el originador debe enviar nuevamente el mensaje *RELEASE* e iniciar el temporizador *T308*, si éste expira nuevamente entonces no hay mensaje enviado, pero la llamada regresa a un estado nulo, *U0* ó *NO*.

La parte que recibe el mensaje *RELEASE* puede detener el temporizador *T305*. La parte que recibe el mensaje *DISCONNECT* obviamente envía el mensaje *RELEASE* e inicia el temporizador *T308* y notifica a la entidad del *plano U* acerca de la liberación del *DLCI*.

Un mensaje *PROGRESS* puede ser enviado al usuario llamante para informar a éste que la llamada puede tener un proceso largo. Esto permitiría que ciertos temporizadores sean detenidos, lo cual evitaría tiempos expirados no necesarios.

### **3.7 Plan de numeración para redes Frame Relay**

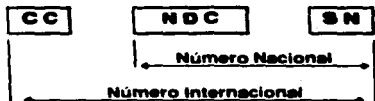
Para poder identificar a los usuarios dentro de una red, deben tener una dirección de red asignada. Esto permitirá a otros usuarios, elementos de red y herramientas de administración, localizar a cada uno de los dispositivos que conforman la red. Para el caso de *Frame Relay* existen dos recomendaciones, las cuales pueden ser usadas para la asignación de direcciones. Se trata de la recomendación *X.121* y *E.164*, cuyas características se describen a continuación.

#### ***Plan de numeración X.121***

- Usado para identificar a los elementos de una red de conmutación de paquetes
- Las direcciones de red pueden tener de 5 a 14 dígitos
- Los números de red son usados para especificar los canales de acceso de los usuarios y tienen un significado global en la red.

### Plan de numeración E.164

- Este esquema de numeración es usado en redes Frame Relay e ISDN.
- Este plan de numeración permite identificar a cada uno de los elementos dentro de una red Frame Relay.
- El esquema de numeración puede tener de 1 a 15 dígitos.
- La numeración de red no debe confundirse con el DLCI
- El número de red es usado para especificar los canales de acceso de los usuarios y tienen un significado global en la red.



Donde:

**CC = Country Code; Código de País definido en la recomendación E.163**  
**NDC = National Destination Code; Código de Destino Nacional**  
**SN = Subscriber Number; Número de suscriptor**

### 3.8 Relación de Frame Relay con otros sistemas

Una vez que se tiene idea de lo que es Frame Relay y como trabaja, es importante señalar también la relación que tiene con otros protocolos, interfaces y tecnologías de redes. En un ambiente de red de área amplia, Frame Relay puede proveer acceso a la red mediante la interconexión de una amplia variedad de productos, tales como *puentes*, *ruteadores*, *PADs* y *Switches*. En muchos casos Frame Relay puede mejorar algunas de las cualidades de estos protocolos o tecnologías y optimizar los recursos de la red.

### 3.8.1 Frame Relay y Cell Relay

Frame Relay y Cell Relay son protocolos orientados a paquetes, ambos asignan inteligentemente el ancho de banda de acuerdo a como las necesidades lo requieran. La diferencia entre estos dos protocolos es que Frame Relay es un protocolo de acceso para tráfico de datos, mientras que Cell relay esta diseñado para transportar tráfico de datos voz y video a través de una red de área amplia de alta velocidad.

Las ventajas de Frame Relay son realmente significativas en una red Cell Relay, ya que juntos pueden ofrecer lo mejor.

- Una interface estándar en un equipo existente.
- Un movimiento eficiente a través de una red de área amplia (WAN).

En la figura 3.29 se muestra como el Frame Relay puede llevar tráfico de datos en una red Cell Relay.

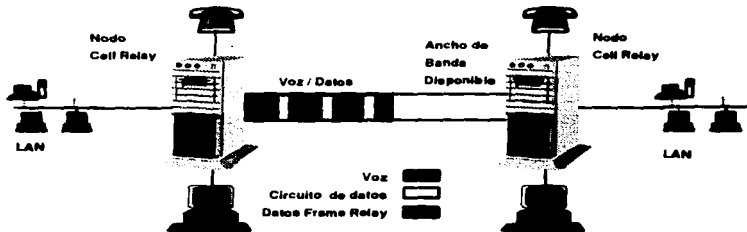


Figura 3.29  
Tráfico de datos en una red Frame Relay

### 3.8.2 Frame Relay y X.25

Frame Relay y X.25 pueden trabajar muy bien juntos, cada uno cumpliendo una función importante en diferentes puntos de la red. Esto no debe extrañarse ya que ambos son protocolos de acceso a la red, y también son protocolos orientados a paquetes.

Ya se mencionó que cuando el X.25 fue originalmente diseñado, la recuperación de errores y el control de flujo fueron capacidades esenciales para que los datos pudieran fluir a través de una red de área amplia. La recuperación de errores fue importante y necesaria ya que las redes analógicas eran ruidosas y las líneas digitales no tenían la calidad que ofrecen hoy en día. El control de flujo fue también crítico debido a que las redes operaban a velocidades de 64 Kbps o menos como consecuencia de que los microprocesadores eran lentos y la memoria era costosa. Ahora con la alta calidad de las líneas digitales la recuperación de errores y el control de flujo ya no se requieren dentro de la red, aunque fuera de la red complementan significativamente el Frame Relay. De hecho la combinación puede ser ideal puesto que Frame Relay provee un rápido y eficiente acceso a la red.

Hoy en día los productos X.25 pueden proveer recuperación de errores para protocolos asíncronos y conversión de protocolos para una gran variedad de protocolos no estándares. También la base instalada de éstos es enorme, por lo que estas redes pueden empezar a beneficiarse con el protocolo Frame Relay.

Por ejemplo: una organización que usa dispositivos X.25 en lugares remotos, puede concentrar estos sobre una red privada a través de una interface Frame Relay. De esta forma los dispositivos X.25 realizan acciones de corrección de errores en circuitos de baja velocidad. Después Frame Relay provee altas velocidades de acceso para todos los datos provenientes de los dispositivos X.25. En la figura 3.30 se ilustra este concepto

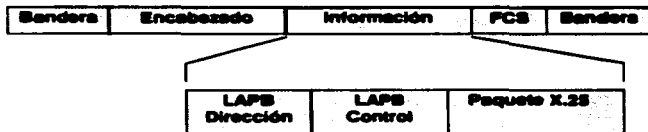


Figura 3.30  
Encapsulamiento de X.25



### 3.8.3 Frame Relay y la conmutación de circuitos

Frame Relay puede servir como un protocolo de acceso en un ambiente de conmutación de circuitos. Este protocolo es muy usado donde hay circuitos de altas velocidades que buscan acceder a redes públicas usando estándares *TDM*, tales como *T1/D4* ó *E1/G704*.

Un circuito conmutado permite un monto fijo de ancho de banda para cada canal de voz o de datos conectados a la red. Esto significa que la interface Frame Relay puede efectivamente manejar ráfagas de tráfico en el monto de ancho de banda asignado para su uso. Debido a que el tráfico de datos de diferentes fuentes puede ser agregado, estadísticamente Frame Relay provee una mayor eficiencia en el uso del canal asignado, en relación a lo que un circuito conmutado podría hacer solo.

La figura 3.31 nos ayudará a entender mejor lo anterior. En el manejo de una aplicación Frame Relay un circuito digital puede ser configurado de la siguiente manera, la mitad del ancho de banda es asignado a un canal de voz y a un canal de datos, la otra mitad es asignada a un grupo de circuitos virtuales Frame Relay.

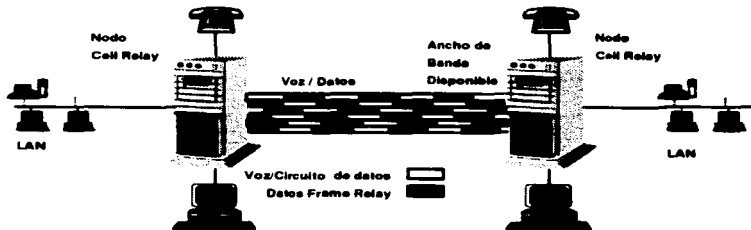


Figura 3.31  
Tráfico Frame Relay en la conmutación de circuitos

Dentro de los beneficios que podemos citar están los siguientes:

- Primero, hay mas ancho de banda disponible para ráfagas Frame Relay, que el provisto por canales de datos separados.
- Segundo, el tráfico de datos en el circuito Frame Relay puede ser conmutado independientemente de la naturaleza del tráfico de éste, permitiendo la posibilidad de reenrutar los datos en caso de falla del circuito.

### **3.8.4 Frame Relay y la interconectividad de redes de área local**

Existen muchos beneficios del uso de Frame Relay para enlazar redes de área local a través de redes de área amplia. Frame Relay provee un alto performance, una interface única sobre una red de área amplia para puentes y ruteadores de redes de área local, dando los siguientes beneficios.

- Las redes de área local ganan un alto performance de acceso a la red de área amplia
- Los enlaces principales se benefician de una ganancia estadística, debido a que, el ancho de banda es dinámicamente compartido entre los usuarios.
- Una interface única recorta costos de líneas y además hardware
- Frame Relay indirectamente permite a las redes de área local tomar ventaja de la flexibilidad del diseño de las redes WAN de hoy en día. Esto puede ser una ventaja debido a que los ruteadores de redes de área local frecuentemente no soportan realidades de redes de área amplia.
- Muchos puentes y ruteadores de las redes de área local pueden utilizar las facilidades de una red común cuando implementan Frame Relay.
- Las redes de área local ahora pueden ser controladas y administradas desde una perspectiva WAN.

La figura 3.32 ilustra una aplicación típica de interconexión de redes de área local, en la que se puede observar que los puentes y ruteadores operan mediante la conexión de un número fijo de circuitos de líneas privadas.

Esta opción provee conectividad entre las redes de área local, pero también agrega líneas y costo en hardware, lo cual puede forzar al uso de circuitos de baja velocidad para reducir estos costos.

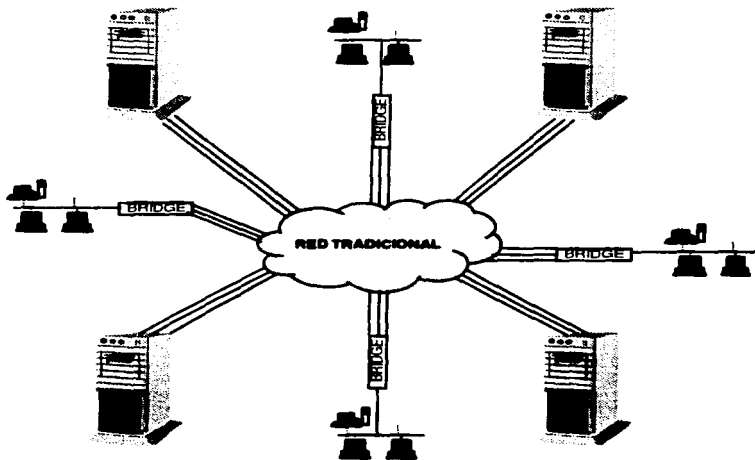
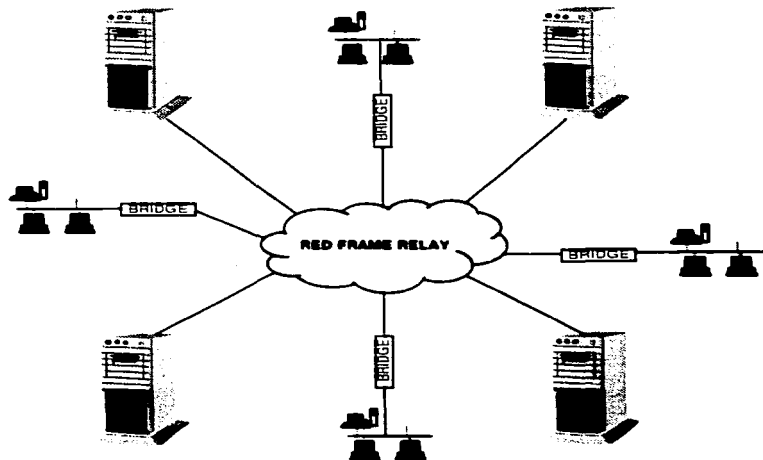


Figura 3.32  
Interconexión tradicional de redes de área local

En la figura 3.33 se observa que la interface Frame Relay en la red provee altas velocidades para la interconexión de redes de área local.

El *backbone* en este caso puede ser una red digital privada o un servicio público de datos en modo trama, estas líneas de acceso únicas reducen carga en las líneas y además costo de hardware.



**Figura 3.33**  
**Interconexión de redes de área local mediante Frame Relay**

### **3.8.5 Frame Relay y la RDSI**

En el capítulo dos se mencionó que la *RDSI* es una red digital que permite a los usuarios acceder a una gran variedad de servicios mediante una interface estándar. El objetivo es proveer conectividad digital universal de extremo a extremo, permitiendo al usuario mover datos, voz imagen o facsímile. Estos servicios pueden ser en forma separada o en forma simultánea a través de la red.

Las interfaces *RDSI* están diseñadas para soportar capacidades portadoras (tráfico de datos, voz o video) y además información de señalización. Hoy en día los servicios de banda angosta, usan una combinación de conmutación de circuitos y tecnología de paquetes de baja velocidad. Con lo cual se proveen velocidades hasta de 2 Mbps.

Como se dijo anteriormente, Frame Relay está basado en el protocolo de nivel de enlace de datos para señalización llamado *LAPD* y fue originalmente propuesto para ser un servicio portador de *RDSI*.

Si la *RDSI* es considerada como una opción para nuestra empresa, Frame Relay podra ser usado para transportar datos a través de los servicios de *RDSI* ofreciendo servicios mediante la conexión de circuitos conmutados a *64 Kbps*, *384 Kbps* y *1536 Kbps*. Por lo tanto podemos concluir que, Frame Relay es compatible y complementario a la *RDSI*.

### **3.9 Aplicaciones de Frame Relay**

Realmente la gama de aplicaciones en una red Frame Relay sólo está limitada por la creatividad del usuario, por ejemplo: las casas de bolsa podrían hacer uso de ésta para tener al instante la información generada en la bolsa de valores correspondiente. Los bancos envían boletines de tarjetas de crédito a sus usuarios y cotizaciones del tipo de cambio a sus sucursales. Algunos consultores empresariales podrían ser usuarios de una red Frame Relay, lo cual le permitiría suscribirse a varios servicios con información relevante para su desempeño profesional, tal como si se tratara de un periódico electrónico.

Podemos concluir entonces que se podrán incorporar a la red, no sólo casas de bolsa, bancos e intermediarios financieros, sino cualquier usuario que requiera generar información para sus afiliados, con la garantía de que llegará de manera confiable e instantanea.

**A continuación se enuncian las principales aplicaciones que podrían ser aptas para transportarse sobre una red Frame Relay.**

- **Aplicaciones CAD/CAM**
- **LAN - LAN**
- **Gráficos**
- **Facsimile**
- **EDI (Electronic Data Interchange)**
- **Aplicaciones de imagen**
- **Correo electrónico**
- **Otras aplicaciones que generan ráfagas de tráfico**



## ***Capítulo 4***

***Propuesta de una Red de Datos  
para el Sector Financiero***

## **4.1 Panorámica del Sector Financiero**

La Banca en México se encuentra organizada a través de un sistema financiero por medio del cual el Gobierno Federal establece las políticas económicas y financieras del país.

El sistema financiero mexicano es coordinado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a través de tres organismos que controlan y regulan las actividades de las instituciones:

- *Banco de México*
- *Comisión Nacional Bancaria y de Seguros*
- *Comisión Nacional de Valores*

### ***Banco de México***

Banco de México es un Banco Central, que tiene como actividad principal la regulación y el control de la política monetaria, crediticia y cambiaria del país. Asimismo, es el representante del país en las negociaciones de la deuda externa y frente al Fondo Monetario Internacional.

### ***Comisión Nacional Bancaria y de Seguros***

Esta comisión es la encargada de coordinar y regular las operaciones de las instituciones de crédito y las compañías de seguros. Tiene a su cargo la vigilancia y auditoría de las operaciones bancarias, y esta autorizada a sancionar, en el caso que alguna institución viole la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito o la ley General de Sociedades Mercantiles.

### ***Comisión Nacional de Valores***

La Comisión Nacional de Valores, tiene a su cargo principalmente regular y vigilar el mercado de valores, las operaciones bursátiles y las actividades de los agentes de bolsa, así como el estudio de las empresas que quieren participar en la bolsa.



son: El sistema financiero mexicano está integrado también por tres grupos que

- *Las instituciones de crédito*
- *Las organizaciones auxiliares de crédito*
- *La Bolsa de Valores*

### ***Las Instituciones de Crédito***

Las instituciones de crédito están formadas por dos grandes divisiones: la Banca de Desarrollo y la Banca Comercial o Múltiple

#### ***La Banca de Desarrollo***

La integran todas las instituciones encargadas de realizar la intermediación financiera con fines de fomento. En esta banca participan instituciones como Nafinsa, Banrural, Banobras, Bancomext, etc.

#### ***La Banca Comercial o Múltiple***

Constituye el centro de la actividad financiera; capta los recursos del público sobre la que se constituye su capacidad de financiamiento y haciendo uso de ésta principalmente en operaciones activas "créditos", realiza su función de promover la creación y desarrollo de las empresas como un complemento en la inversión de sociedades industriales, comerciales y de servicios. Son sociedades que realizan operaciones de banco de depósito, financieras, crédito hipotecario y cualquier otra operación prevista en la Ley General de Instituciones de Crédito y Organizaciones Auxiliares. Está integrada por todas las instituciones encargadas de realizar la intermediación financiera con fines de rentabilidad y se encuentra agrupada de la siguiente forma:

- Las Sociedades Nacionales de Crédito, que fueron nacionalizadas en 1982 y que están formadas por la Banca Múltiple como Bancomer, Banamex, Serfin, Somex y otros.
- La Banca Privada la cual no fue nacionalizada en 1982 y que está integrada por Citybank y Banco Obrero entre otros.
- Las oficinas de representación de la banca extranjera, que complementan las funciones del sistema financiero y prestan servicios bancarios muy limitados, como el California Commerce Bank, Banque de Paris, Bank of America, Bank Of London, etc.

### ***Las organizaciones auxiliares de crédito***

Estas organizaciones son encargadas de ayudar a la intermediación financiera en actividades y áreas específicas. Se encuentran integradas por cinco grupos que son:

- *Almacenes Generales de Depósito*, que tienen por objeto el almacenamiento, guarda y conservación de bienes o mercancías y la expedición de certificados de depósito y bonos de prenda principalmente. No realizan ninguna operación pasiva.
- *Uniones de Crédito*, que son organizaciones auxiliares especializadas en el ramo agrícola, ganadero, industrial y comercial, cuyos socios son personas físicas o morales dedicadas a alguno de dichos ramos.
- *Arrendadoras financieras*, que otorgan financiamiento para la adquisición y arrendamiento de bienes de capital, apoyando la inversión productiva y el desarrollo tecnológico.
- *Aseguradoras*, que son instituciones que respaldan a la empresa y al gobierno, enfocadas a dar protección a través de seguros contra incendio, terremoto y daños en general, así como seguros de vida, accidentes, enfermedades o también seguros dirigidos a respaldar las actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras, etc., que en muchos casos cubren los financiamientos preferenciales que se otorgan a estas actividades prioritarias.

- **Afianzadoras**, que son instituciones encargadas principalmente de respaldar operaciones comerciales, respondiendo por daños y deberes en el caso de incumplimiento, o cláusulas de hacer o no hacer que se estipulen en transacciones negociadas.

### **La Bolsa de Valores**

La Bolsa de Valores es el mercado financiero donde se realiza toda clase de operaciones con títulos bursátiles aprobados por la Comisión Nacional de Valores.

Las principales instituciones que participan en el mercado de valores son:

- **Bolsa Mexicana de Valores**, sociedad anónima, con capital de casas y agentes de bolsa, cuyas principales actividades son: certificar las cotizaciones de los títulos que se operen en el mercado, establecer las reglas de operación para la compra-venta de valores y dar servicios y espacio físico para llevar a cabo las operaciones, así como mantener informado al público inversionista sobre los valores inscritos en el mercado.
- **Casas y Agentes de Bolsa**, que son los intermediarios entre el público inversionista y los emisores. Los agentes de bolsa son las personas autorizadas para suscribir nuevas emisiones de títulos bursátiles en la Bolsa Mexicana, pudiendo operar directamente en el piso de remate. Cada casa de bolsa tiene uno o mas agentes reconocidos y autorizados para que los representen en las operaciones de compra-venta que se realizan en la Bolsa Mexicana de Valores.
- **Sociedades de Inversión**, que están enfocadas a transacciones financieras y ofertas de títulos destinados a mercados primarios. Esto es, a la asesoría, introducción y venta de nuevas emisiones de títulos, apoyados por técnicos y especialistas financieros.
- **Instituto para el depósito de valores (INDEVAL)**, que nace en 1979 con el fin de agilizar las operaciones bursátiles. Tiene como función principal ser el depositario de los títulos operados en el mercado sin tener que hacerse una transferencia física de los valores, prestando servicios de transferencia, compensación y liquidación.

Por otra parte, el gobierno federal también ha creado fondos para el apoyo y desarrollo de ciertas actividades que por el tamaño de la empresa o por el riesgo que conlleva la misma actividad, no han sido atendidos por la Banca Comercial y de Desarrollo. Los fondos han sido administrados por el Banco de México, por Nacional Financiera y por el Banco de Comercio Exterior.

Estos fondos federales son manejados a través de fideicomisos, como bancos de segundo piso o de redescuento, apoyando a las Bancas Comercial y de Desarrollo en el financiamiento de actividades prioritarias de desarrollo y en la promoción de inversiones temporales en capital de riesgo.

Los fideicomisos son dinámicos y han sufrido, y sufrirán si es necesario, modificaciones en cuanto a sus modalidades operativas y límites de crédito, por así requerir las necesidades de la época y el entorno económico en que opera la empresa en México, con el fin de alcanzar los objetivos para los cuales fueron creados. Los principales fideicomisos de desarrollo son los siguientes:

- *Fondo Nacional de Fomento Industrial (FOMIN)*
- *Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña (FOGAIN)*
- *Fondo de Equipamiento Industrial (FONEI)*
- *Fondo Para el Fomento de la Exportaciones de Productos Manufacturados (FOMEX).*
- *Fideicomiso Para la Cobertura de Riesgos Cambiarios (FICORCA)*
- *Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA)*
- *Fondo Para el Desarrollo Comercial (FIDEC)*
- *Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR)*

## **4.2 Necesidades de comunicación del sector financiero**

Actualmente existen convenios entre diferentes entidades del sector financiero cuya operación se efectúa utilizando medios de comunicación no muy eficientes e inclusive algunas operaciones se llevan a cabo en forma manual, por lo que es de gran importancia el contar con medios de telecomunicaciones que agilicen dichas operaciones.

### **4.2.1 Servicios entre instituciones del sector financiero**

Dentro de los requerimientos iniciales planteados por una de las entidades del sector financiero (la banca), se encuentra el de contar con sistemas que le permitan efectuar en cualquier momento, el intercambio y compensación de la información generada por la operación de los principales convenios interbancarios.

Estos servicios normalmente requieren de la transferencia de archivos y de sesiones de tipo interactivo, que exigen una conectividad total entre los sistemas de la banca. Dichos servicios han sido agrupados de la siguiente forma:

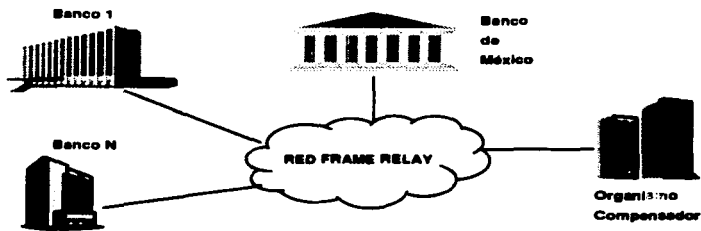
- *Servicios requeridos por la banca*
- *Servicios de operaciones entre bancos*
- *Servicio de operaciones entre la banca y Banco de México*
- *Servicio de operaciones entre bancos, casas de bolsa y otras instituciones regulatorias (Comisión Nacional Bancaria, Comisión Nacional de Valores y de Seguros)*

### ***Servicios requeridos por la banca***

Uno de los principales servicios requeridos por la banca es la compensación de documentos en las siguientes modalidades.

- *Documentos de cobro inmediato*
- *Remesas foráneas (Cheques a cargo de otras plazas)*
- *Giros bancarios/Ordenes de pago*
- *Pagos y cobros preautorizados*
- *Pagarés de tarjetas de crédito*

En la figura 4.1 se muestra un esquema de la conectividad requerida para llevar a cabo los servicios antes mencionados, haciendo uso de transferencia de archivos y sesiones de tipo interactivo.



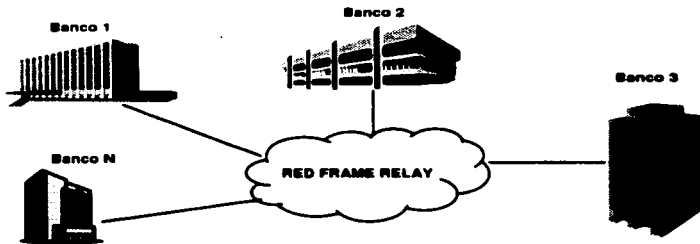
**Figura 4.1**  
**Conectividad para el servicio de compensación**

### ***Servicio de operaciones entre bancos***

Entre las operaciones generadas entre bancos se conocen las siguientes:

- *Corresponsalías*
- *Mercado de dinero*
- *Operaciones entre tesoreros*
- *Operaciones entre centrales de cambio*

En la figura 4.2 se puede observar que estas operaciones al igual que los servicios requeridos por la banca, requieren de una conectividad que permita realizar transacciones unicamente con carácter interbancario.

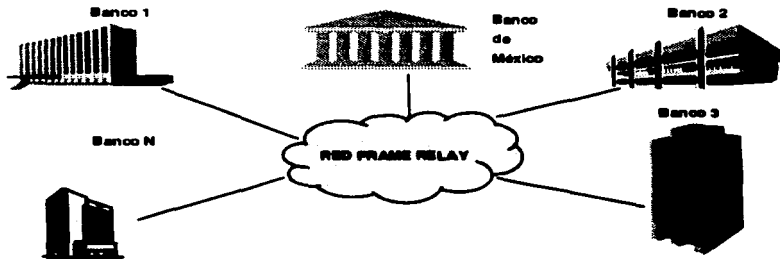


**Figura 4.2**  
**interconexión para servicios interbancarios**

## **Servicios de operaciones entre la banca y Banco de México**

- *Transferencia de fondos*
- *Ordenes de pago*
- *Corresponsalías*
- *Operaciones por cuenta de Banco de México*
- *Sistema de información contable (SGIC)*
- *Sistema de información económica (SIE BANXICO)*
- *Información oportuna*
- *Sistema de Información y Atención a Cuentahabientes (SIAC)*

En el esquema de la figura 4.3 se muestra la conectividad requerida para que las diferentes instituciones bancarias puedan obtener información financiera por parte del banco central.



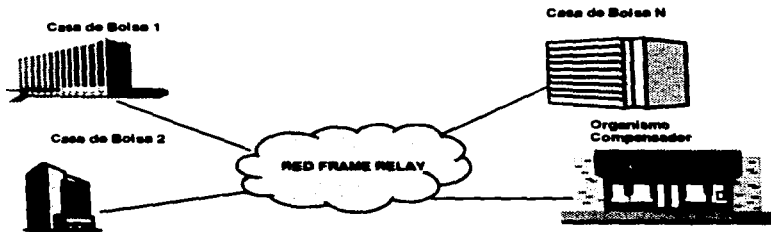
**Figura 4.3**  
**Conectividad requerida para el servicio de la Banca y el Banco Central**



### ***Servicios de operaciones entre casas de bolsa.***

Uno de los servicios requeridos por las diferentes casas de bolsa, es la liquidación y compensación de valores bursátiles. Esta actividad se lleva a cabo en forma similar al sistema bancario, es decir, mediante un organismo compensador (INDEVAL), cuyas funciones son concentrar todos los valores de las empresas inscritas en la Bolsa Mexicana de Valores, transferir y liquidar los valores bursátiles.

De la figura 4.4 se observa que la conectividad requerida entre las Casas de Bolsa es similar a la del sistema bancario.



**Figura 4.4**  
**Conectividad requerida para el servicio de las casas de Bolsa**

## **4.3 Infraestructura de cómputo**

La infraestructura de cómputo esta formada por la operación de diversos sistemas, los cuales se componen de programas y equipos de cómputo que podrán procesar las operaciones derivadas de los convenios entre las diferentes entidades que forman el sistema financiero mexicano.

### **4.3.1 Equipos de cómputo**

#### *Mainframe o Host*

A los mainframes, frecuentemente se les denomina "Host" y tradicionalmente son el punto central o corazón de una red. Todos los procesos que un usuario realiza al teclear su terminal son ejecutados en el *mainframe*.

#### *Controlador de comunicaciones*

También son conocidos como "*Front End Procesor (FEP)*", son en realidad computadoras, que tienen por objeto descargar al Host de todas las tareas de comunicaciones, como es el poleo de la terminales. Estos controladores pueden ser conectados en cadena para extender las comunicaciones entre mainframes o tener conectados otros dispositivos llamados "Cluster Controlers"

#### *HUB*

Es un dispositivo central de una red en estrella y que actúa como un dispositivo de distribución y amplificación de señal

### Cluster Controlers

Estos dispositivos también son conocidos como controladores de unidades y tienen la función de supervisar y controlar impresoras y terminales que utilizan los usuarios.

A continuación se muestra una figura en la que se ilustra como interactúan los dispositivos mencionados.

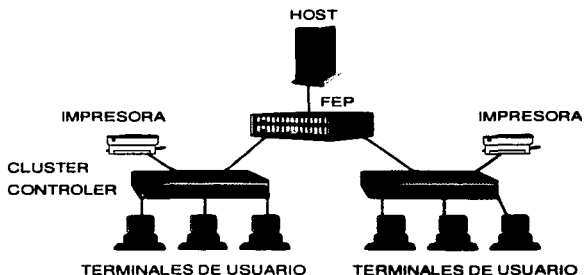


Figura 4.5  
Interacción de los controladores de unidades

## 4.4 Infraestructura de telecomunicaciones

Para que la operación de los convenios entre instituciones del sector financiero pueda desarrollarse en un ámbito local, regional y nacional, es necesario desarrollar una infraestructura que este compuesta por programas y equipos orientados a comunicaciones, así como de los enlaces correspondientes, que permitan transferir en forma eficiente la información derivada de las operaciones y convenios entre las diferentes entidades del sector financiero.

#### 4.4.1 Equipos de comunicaciones

##### Concentradores

Un concentrador es definido como el punto central hacia donde fluyen las comunicaciones de una red. Normalmente son equipos inteligentes que pueden ser administrados vía software.

##### Repetidores

Las señales digitales, y las señales análogas que llevan información digital, solo pueden transmitirse sobre una distancia limitada antes de que sufran atenuación o alguna interferencia.

Los dispositivos repetidores salvan la información digital recibida, en seguida reconstruyen y retransmiten la señal. La nueva señal es una copia exacta de la señal original transmitida, que puede viajar sobre un segmento nuevo de la red. Teóricamente, esta función puede realizarse tan frecuente como sea necesario. Pero en la práctica, muchas redes limitan el número de repetidores entre una estación transmisora y una receptora.

Los repetidores son considerados como dispositivos de capa física en el modelo OSI, ya que no incorporan ningún cambio o análisis del direccionamiento o estructura de la información asociada con otras capas, sino que simplemente recondicionan la información recibida para retransmitirla nuevamente (ver fig. 4.6).

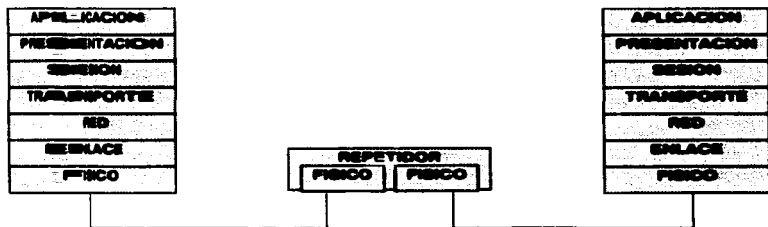


Figura 4.6  
Repetidor como dispositivo de capa física

## Puentes

Los puentes o bridges son dispositivos que sirven para conectar dos segmentos de una red de área local (LAN) en la capa de enlace de datos. Tal como se muestra en la figura 4.7.

Por ser un dispositivo de capa de enlace, los puentes tienen acceso a la información de dirección física de la estación final. En otras palabras, los puentes pueden determinar las direcciones físicas de las estaciones origen y destino involucradas en la transferencia. Una vez que son determinados, los puentes permiten o niegan el acceso al nuevo segmento basándose en la dirección física.

Debido a su capacidad de filtrar según la dirección de la estación, los puentes se utilizan generalmente para dividir una red muy saturada en dos segmentos por separado. Después de realizar dicha división, el puente evita que el tráfico del segmento alcance otros segmentos de red.

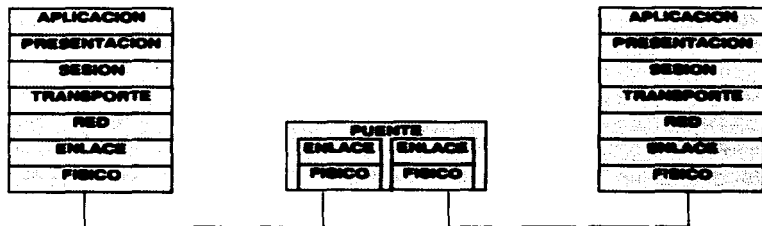


Figura 4.7  
Puentes como dispositivos de capa de enlace

## Ruteadores

Los ruteadores tienen acceso a la información desde las tres capas inferiores del modelo OSI. La información de la capa tres generalmente incluye lo que se llama un direccionamiento lógico de la red. El direccionamiento físico no es asignado por el administrador de la red, mientras que el direccionamiento lógico sí lo puede ser. Esta es la diferencia básica entre un puente y un ruteador.

Los ruteadores envían información a través de la parte interna de la red usando información de direcciones lógicas en lugar de físicas. Las subdivisiones de una red lógica a menudo son llamadas subnetworks (subredes) o subnets.

Los ruteadores usan también uno o más algoritmos de ruteo específicos para calcular el mejor camino a través de la parte interna de la red. Los caminos pueden calcularse en términos de tiempo real (dinámicamente), a fin de que pueden ajustarse constantemente a las condiciones cambiantes de la red.

La función de los ruteadores es más demandante de proceso que la de los puentes. Como resultado, sus velocidades de proceso generalmente no son tan altas. Por otra parte son capaces de hacer una selección de ruta mucho más sofisticada basada en algoritmos de ruteo. La decisión de comprar un puente o un ruteador depende de las necesidades específicas de cada administrador de red, y del actual ambiente de la misma.

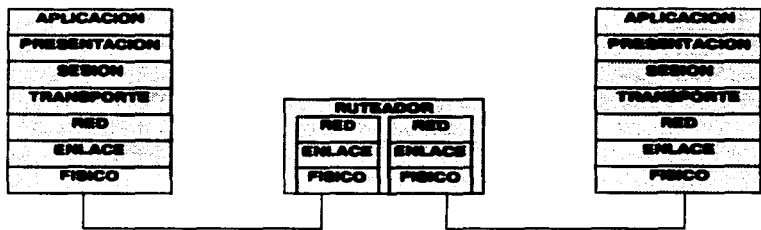


Figura 4.8  
Ruteadores como dispositivos de capa de red

### **Multiplexores**

Normalmente son equipos inteligentes cuya función principal es proveer un medio para compartir una línea de comunicaciones entre diversos usuarios, los cuales pueden requerir de una parte o de todo el ancho de banda en un momento dado.

Estos equipos pueden emplear diferentes técnicas de multiplexión entre las cuales se encuentran las siguientes:

- *FDM ( Frequency Division Multiplexing; Multiplexión por División de Frecuencia )*
- *TDM ( Time Division Multiplexing; Multiplexión por División de Tiempo )*
- *STDM ( Statistical Time División Multiplexing; Multiplexión Estadística por división de Tiempo )*

#### **4.4.2 Alternativas de enlaces de comunicaciones**

Dado que uno de los objetivos de la red que se propone en este trabajo, es proporcionar los servicios de transmisión de información requeridos por las instituciones del sector financiero en cualquier plaza o región del país, será necesario la instalación de nodos, enlaces y equipos de comunicaciones para cubrir las necesidades de comunicaciones de dicha plaza.

Existen diferentes alternativas para los enlaces de comunicaciones, dentro de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- *Sistemas de microondas*
- *Enlaces satelitales*
- *Red Digital Integrada de TELMEX ( RDI - 64 )*

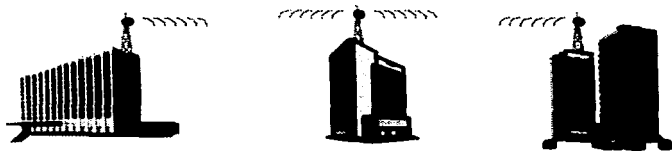
## **Sistemas de microondas**

En un sistema de microondas se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud y pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o bien, pueden establecerse enlaces punto a punto. Las estaciones de este tipo de sistemas consisten de una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario. Como ventajas importantes, podemos mencionar, la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural.

Las formas más comunes de utilización en redes de procesamiento de datos son las siguientes:

- *Redes entre ciudades, usando la red telefónica pública (En muchos países latinoamericanos esta basada en microondas) con antenas repetidoras terrestres.*
- *Redes metropolitanas privadas y para aplicaciones específicas*
- *Redes de largo alcance con satélites*

De estas redes quizá el caso que nos ocupe sea el de redes metropolitanas, en una configuración como la que se ilustra en la figura 4.9

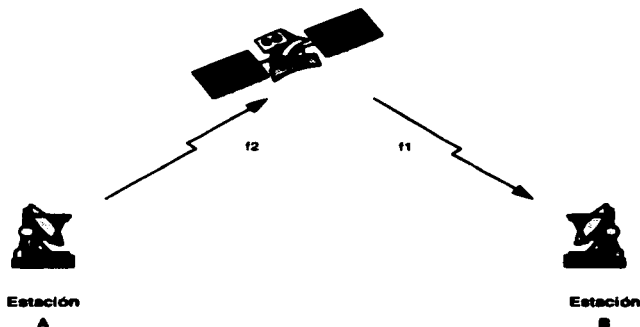


**Figura 4.9**  
**Esquema de una red metropolitana**



## **Enlaces satelitales**

En las comunicaciones vía satélite se emplean antenas de microondas para recibir las señales de radio procedentes de las estaciones emisoras en la tierra y para devolver estas señales a otras estaciones terrenas. En la figura 4.10 se ilustra este proceso



**Figura 4.10**  
**Esquema de un enlace satelital**

Se puede observar que el Satélite sólo sirve de repetidor electrónico. Una estación terrena A transmite al satélite señales de una frecuencia determinada (canal de subida). Por su parte, el satélite recibe estas señales y las retransmite a otra estación terrena B, mediante una frecuencia distinta (canal de bajada). La señal de bajada puede ser recibida por cualquier estación situada dentro del área de radiación del satélite, y puede transportar voz, datos o imágenes de televisión.

Las comunicaciones por satélite presentan varias características muy atractivas. En primer lugar, los satélites poseen una enorme capacidad de transmisión.

Por otra parte, los satélites proporcionan una cobertura territorial muy amplia. Esta característica es de gran atractivo para las empresas muy esparcidas a lo largo de un país o con muchas sucursales o filiales en todo el mundo. Esta amplia cobertura también plantea serios problemas de seguridad, ya que cualquier estación puede captar las transmisiones de una empresa con sólo sintonizar la frecuencia del satélite. Para evitarlo muchas compañías de comunicaciones por satélite añaden a sus sistemas medidas adicionales de seguridad, como lo es el codificado de sus transmisiones.

Por último, cabe mencionar que en México los servicios de comunicaciones por satélite son proporcionados por la SCT en base al Satélite Solidaridad y la red federal de microondas, por lo que en caso de ser considerados como una opción para la red propuesta, se deberá recurrir a la SCT a través de el organismo conocido como TELECOMM

### **Red Digital Integrada de TELMEX ( RDI - 64 )**

La RDI de TELMEX es una red totalmente digital y adicional a la red telefónica pública, apta para transportar todo tipo de señales de información, ofreciendo a los grandes usuarios de TELMEX un medio para dar solución a sus requerimientos de comunicación de voz y datos en altas velocidades con la mayor disponibilidad y calidad de servicio. Dicha infraestructura esta formada por una red terrestre y una red satelital.

La Red Digital Terrestre ofrece los siguientes servicios:

- Troncales digitales de 64 Kbps para conmutadores (PABX) con conexión a 2.048 Mbps.
- Líneas privadas para conducción de señales punto a punto o multipunto tipos **E0 (64 Kbps)** y **E1 (2.048 Mbps)**
- Circuitos privados para conducción de señales nacionales e internacionales tipos **E0** y **E1**.

La Red Digital Satelital ofrece los siguientes servicios:

- Enlaces en renta para transmisión de voz y datos (9.6 a 19.2 Kbps), con asignación por demanda.
- Enlaces para la transmisión y recepción de circuitos de 64 Kbps.

## 4.5 Propuesta de la topología de red

Como etapa inicial se propone la interconexión de las principales ciudades del país, como son Monterrey, Guadalajara y el D.F., ésto puede llevarse a cabo mediante una de las opciones vistas anteriormente.

Para el caso que nos ocupa, se propone que la implementación de la red de telecomunicaciones sea bajo el esquema de una topología mixta, es decir, se requiere que los equipos de comunicaciones de los usuarios estén interconectados a las ciudades principales mediante una topología en estrella, lo cual permitirá la operación entre las entidades del sector financiero a nivel local, mientras que las ciudades principales deberán estar interconectados en malla, lo cual permitirá ampliar el ámbito de operación a nivel nacional, garantizando además la conectividad total entre las entidades del sector financiero y la posibilidad de escoger rutas alternas en caso de interrupción del enlace principal.

El esquema de la figura 4.11 ilustra esta situación, en el cual se aprecia que los nodos principales conforman lo que se conoce como "backbone" o parte medular de la red.



Figura 4.11  
Topología de la red Frame Relay

#### **4.5.1 Características generales**

##### *Confidencialidad de la información*

Por la naturaleza de las operaciones que se efectúan entre las instituciones del sector financiero, se considera que toda la información que curse a través de la red propuesta es de carácter confidencial, por lo que deberá contar con elementos que la protejan contra intervenciones de cualquier tipo, ya sean externas o de cualquier usuario de la misma. Esto significa que cuando dos usuarios estén intercambiando información, únicamente ellos, podrán conocerla.

##### *Integridad de la información*

Dada la tecnología que se sugiere para la implementación de la red, se debe considerar que se evitarán confusiones o errores en las operaciones que se lleven a cabo a través de dicha red. Garantizando con ello que la información que se transmita de un usuario a otro no sufrirá alteraciones como pueden ser modificaciones y/o supresiones, ya sean accidentales o no. Por lo tanto, se debe entender que la información que se deposite en un extremo de la red, buena o mala, significativa o no, será entregada en el otro extremo, de la misma forma en que se recibió.

##### *Seguridad*

El aspecto de seguridad es muy amplio, sin embargo, se considera que la red propuesta debe tener un nivel mínimo que genere en las instituciones del sector financiero una confianza suficiente para operar a través de ella.

- La red deberá contar con equipos y programas que garanticen que la información no será visualizada y/o registrada, por personas o equipos ajenos a la misma.
- Los diversos equipos que integren la red, especialmente aquellos que por sus funciones se consideren críticos, se instalarán en edificios propios de la institución, en áreas restringidas y con acceso exclusivo al personal autorizado.

## ***Manejo de contingencias***

### **Rutas alternas**

La red deberá contar con varios enlaces entre los equipos que la componen, con la finalidad de proporcionar la mayor continuidad de operación posible. Esto significa que cuando un enlace se interrumpa por cualquier motivo, los equipos en forma automática o manual utilizarán rutas alternas disponibles.

### **Respaldo**

Los equipos deberán ser redundantes, con operación de respaldo en forma automática, esto significa que para los casos en que falle el equipo primario, la operación se realizará a través del equipo de respaldo, de tal forma que el cambio sea transparente para los usuarios.

### ***Modularidad***

Considerando que con el tiempo, el uso de la red se pudiera incrementar, ya sea por los volúmenes de información o por la incorporación de nuevos servicios, es necesario contar con las características siguientes:

- Los equipos podrán aumentar su capacidad, en forma modular, para manejar mayor tráfico. Esto deberá lograrse sin necesidad de cambiar los equipos instalados.
- La topología se podrá modificar de acuerdo a los requerimientos que vaya estableciendo el sector financiero, esto significa que si se requiere agregar o reubicar equipos por necesidades geográficas, nuevos servicios o por cualquier otra razón, los equipos y programas instalados podrán modificarse para satisfacer las nuevas necesidades.
- Con lo anterior, será posible satisfacer los requerimientos de las entidades del sector financiero en forma gradual, y mantener una relación costo-beneficio adecuada.

#### **4.5.2 Elementos de la red**

La red deberá estar formada por varios elementos, cuya operación en forma conjunta permitirá satisfacer los requerimientos planteados a lo largo del presente documento, estos elementos son los siguientes:

- *Nodos Frame Relay (Switchs)*
- *Ruteadores*
- *Equipos de administración de red*
- *Enlaces de comunicaciones*

##### ***Nodos Frame Relay***

Los nodos Frame Relay son básicamente equipos de comunicaciones, que proporcionarán funciones de switcheo y direccionamiento en la red y cuya función principal es la de proporcionar inteligencia a la red, permitiéndole enviar y recibir información en forma eficiente, segura y oportuna, además de optimizar el uso de los enlaces de comunicaciones, para que una institución, con un mínimo de conexiones al nodo permita la transmisión de varios servicios de datos hacia cualquier otro usuario de la red. estos equipos proporcionarán también funciones de switcheo y direccionamiento en la red

##### ***Ruteadores***

Los ruteadores son los equipos que se encargarán de convertir los protocolos de las terminales del usuario a formato Frame Relay. El número de estos equipos es variable ya que por medio de ellos se establecerán los enlaces finales para cada una de las instituciones que así lo requiera. Asimismo es conveniente establecer un protocolo universal de ruteo a fin de poder administrar mejor los recursos.

## ***Equipos de administración de red***

Los equipos de administración de red normalmente son computadoras de propósito general con software especialmente diseñado para manejar los aspectos administrativos de la red, estos aspectos pueden resumirse en tres funciones básicas:

1. ***Monitoreo y diagnóstico de la red.*** Esta función consiste en monitorear los elementos de la red para determinar el estado que guardan dentro de ésta y proporcionar también un estatus de las líneas conectadas a ellos.
2. ***Actualización de la configuración de la red.*** Esta es otra de las funciones que realiza el equipo de administración de red y consiste en actualizar los parámetros de configuración sobre cada uno de los elementos que la constituyen, así como también la incorporación de nuevos nodos y usuarios a la red.
3. ***Recopilación de alarmas y estadísticas sobre el uso de la red.*** Esta función consiste en recibir información contable sobre el uso de cada uno de los elementos de la red, así como de las fallas que se pudieran presentar sobre los enlaces y equipos de la red.

Por último, cabe aclarar que existe la posibilidad de que el equipo de administración de red este constituido por elementos adicionales tales como impresoras y monitores, los cuales nos permitan visualizar la alarmas ocurridas y monitorear gráficamente el estado de la red.

### **4.5.3 Elección de los enlaces de comunicaciones**

Como se mencionó anteriormente existen varias alternativas en los enlaces de comunicaciones, como son instalar sistemas de microondas, rentar los servicios del satélite o bien rentar los servicios de la red digital de la compañía Teléfonos de México, también conocida como RDI-64.

Para el caso de la red que nos ocupa se recomienda esta última opción, considerando que es la mas conveniente, y que además presenta la ventaja de que la gran mayoría de las entidades del sector financiero, como son bancos y casas de bolsa ya cuentan con infraestructura para servicios de la RDI-64 de Teléfonos de México.

En la etapa inicial se recomienda la contratación de **1 EO** por cada usuario de la red, lo cual equivale a un ancho de banda de **64 Kb.** y **4 EOs** para la interconexión de los nodos principales, lo cual equivale a un ancho de banda de **256 Kb.**

#### **4.5.4 Plan de numeración propuesto**

El plan de numeración propuesto esta elaborado bajo la norma X.121 y esta asignado de la siguiente forma:

**DNIC = 3110** ; Este código es asignado por la SCT para el caso de México.

Como se recordará el numero de identificación consta de **14** dígitos, los cuales pueden ser considerados como se ilustra a continuación

<b>3110</b>	<b>XXX</b>	<b>XXX</b>	<b>XX</b>	<b>XX</b>
<b>DNIC</b>	<b>Área</b>	<b>Máquina</b>	<b>Tarjeta</b>	<b>Canal lógico</b>

#### **Códigos de área;**

D.F. = 910  
Guadalajara = 911  
Monterrey = 912

#### **Identificador de Máquina;**

Bancos = 100  
Casas de Bolsa = 200  
Organismos = 300  
Reguladores = 400  
Fideicomisos = 500  
Hosts = 500

#### **Números de Tarjeta y Canal lógico**

Estos números serán asignados por el administrador de red, de acuerdo al equipamiento de los nodos principales.



#### 4.5.5 Direccionamiento IP para la red Frame Relay

Debido al gran número de instituciones que conforman el sector financiero, se sugiere conseguir de Internet una dirección clase B, ya que como se menciona en el apéndice A, al emplear una dirección de este tipo y configurar adecuadamente las máscaras de subred se pueden obtener diferentes combinaciones para satisfacer las necesidades de direccionamiento entre todas las instituciones.

Como recomendación se propone la utilización de una máscara de 8 bits para subredes, con lo cual sería posible formar hasta 254 subredes con 254 hosts cada una.

En este trabajo para propósitos de planeación del plan de numeración, se asignó la dirección IP **153.250.0.0**

##### Máscara de subred

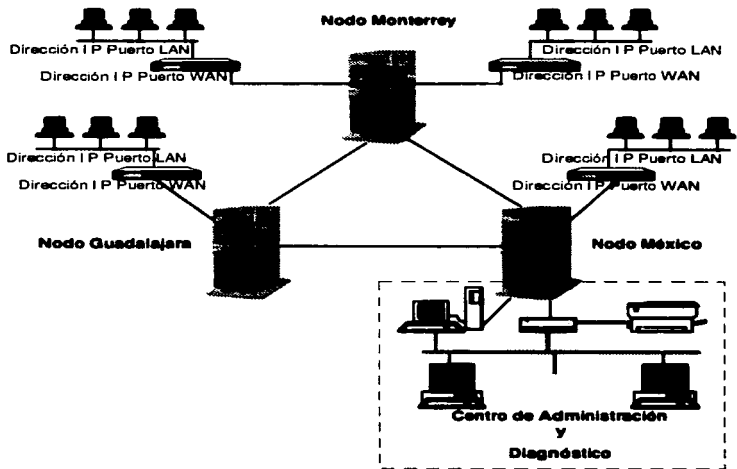
255	255	255	0
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0

Con las diferentes combinaciones de la máscara para subred, algunas de las direcciones de los segmentos de red serían los siguientes:

153	250	1	0
1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 1 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0
153	250	2	0
1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 1 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0
153	250	3	0
1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 1 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0

Y cada uno de estos segmentos con la posibilidad de direccionar hasta 254 hosts cada uno.

#### 4.5.6 Esquema de conexión final



#### 4.6 Breve análisis costo beneficio de la red propuesta

A continuación se listan las tarifas de los principales servicios de RDI, con el objeto de poder estimar los costos de la red propuesta y además realizar un análisis comparativo de los costos que generaría operar una red bajo Frame Relay con lo que costaría bajo el esquema tradicional de líneas privadas .

	Cargos iniciales	Cargos Mensuales
Troncales Digitales	\$ 4,530	\$ 130
Servicio de Acceso Directo a Extensiones	-----	\$ 15
E0 Local	\$ 816 Con RDI	\$ 1,300
E0 Larga Distancia Nacional	NS 4,580 Ambos sitios	\$ 650 por lado + Cuota de L.D. + cargo por distancia
E0 Larga Distancia Internacional	\$ 5,438 Con RDI	\$ 650 + cuota fija de LD + cargo por distancia
E1 Local Punto a Punto	\$ 7,620 Con RDI NS 45,715 Sin RDI	\$ 7,620
E1 Punto multipunto	\$ 7,620 Con RDI NS 45,715 Sin RDI	\$ 11,443
E1 Punto a Punto Larga Distancia Nacional	\$ 8,020 Con RDI \$ 46,105 Sin RDI	\$ 3,810 por sitio + Cuota de L.D. + cargo por distancia
E1 Punto a Punto Larga Distancia Internacional	\$ 16,040 Con RDI \$ 50,175 Sin RDI	\$ 3,810 + Cuota de L.D. + cargo por distancia

Servicios Privados Locales Analógicos

Renta Mensual

Línea privada analógica	Cargo de acceso	Cargo Fijo	Cargo por Km
Sin monitoreo	\$ 3,010.00	\$ 470.00	\$ 75.00
Con monitoreo	\$ 3,350.00	\$ 835.00	\$ 75.00

Servicios Privados Larga Distancia Nacional

Renta Mensual

Línea privada analógica	Cargo de acceso	Cargo Fijo	Cargo por Km	Rango Km
	\$ 3,260.00	\$ 275.00	\$ 6.85	0-81
	\$ 3,260.00	\$ 505.00	\$ 4.10	82-161
	\$ 3,260.00	\$ 850.00	\$ 1.95	162-805
	\$ 3,260.00	\$1420.00	\$ 1.30	806 +

Servicios Privados Larga Distancia Internacional

Renta Mensual

Línea privada analógica	Cargo de acceso	Cargo Fijo	Cargo por Km	Rango Km
	\$ 1,960.00	\$1190.00	\$ 8.15	0-81
	\$ 3,260.00	\$1465.00	\$ 4.90	82-161
	\$ 3,260.00	\$1890.00	\$ 2.30	162-805
	\$ 3,260.00	\$2425.00	\$ 1.65	806 +

Para el caso de la red propuesta y bajo la consideración de que todos los usuarios de la red tienen infraestructura de la RDI - 64 de Telmex, los costos por la contratación de un E0 local serían los siguientes:

***E0 Local***

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| • Cargo inicial | N\$ 816.00  |
| • Renta mensual | N\$ 1300.00 |

En cuanto a los E0's de larga distancia nacional los costos se detallan a continuación:

- |                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| • Cargo inicial por contratación    | N\$ 4,560.00 |
| • Renta mensual                     | N\$ 650.00   |
| • Cuota fija                        | N\$ 934.00   |
| • Cargo por distancia (474 km)(1.5) | N\$ 711.00   |

Total N\$ 6,855.00

Como se puede observar el costo total aproximado por cada E0 de larga distancia nacional es de N\$ 6,855.00, por lo que este precio debe ser considerado para los enlaces entre cada una de las ciudades principales (Monterrey, Guadalajara y D.F.).

Si la red propuesta se implementara bajo el esquema tradicional de líneas privadas, los costos a considerar serían los siguientes:

***Línea privada local***

- |                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Cargo de acceso                       | N\$ 3,010.00 |
| Cargo fijo                            | N\$ 470.00   |
| Cargo mensual por kilómetro 75 (10Km) | N\$ 750.00   |

Total N\$ 4,230.00

***Línea privada de larga distancia nacional***

- |                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Cargo de acceso                       | N\$ 3,260.00 |
| Cargo fijo                            | N\$ 275.00   |
| Cargo mensual por kilómetro 474(1.95) | N\$ 924.30   |

Total N\$ 4,459.30

Una vez analizado los costos, es importante hacer notar que existen instituciones que a pesar de manejar altos volúmenes de operaciones con otras entidades del Sector Financiero, les es incosteable instalar una infraestructura de telecomunicaciones bajo el esquema de líneas privadas, sobre todo a nivel regional y nacional. Estas instituciones se verían beneficiadas con el desarrollo de una infraestructura de uso común bajo el estandar Frame Relay, lo cual permitiría satisfacer de una manera más económica la necesidad de transferir su información.

#### 4.7 Perspectivas de las redes de telecomunicaciones

No obstante la situación económica del país, se estima que las redes de telecomunicaciones seguirán adelante; primero, porque es muy importante que exista una infraestructura avanzada y eficiente, para agilizar los negocios con Estados Unidos y Canadá; segundo, porque la cercanía a estas naciones y la posibilidad de hacer negocios con el resto del mundo se finca en una red avanzada de telecomunicaciones. Es decir, sólo con comunicaciones a la vanguardia será posible aprovechar las oportunidades que abren el tratado de libre comercio y la tendencia de las empresas hacia la globalización.

Por otra parte, la apertura comercial y la privatización de servicios en materia de telecomunicaciones ha dado como resultado el que muchos inversionistas mexicanos, aliados con inversionistas extranjeros hayan decidido participar como proveedores de servicios de telecomunicaciones. En estos casos, las alianzas estratégicas de compañías extranjeras con socios locales, permitirán a las grandes compañías extranjeras acceder a nuevos mercados; a la vez que ofrecerán al usuario la posibilidad de contar con mejores tecnologías, servicios y tarifas.

Ejemplo de estas alianzas estratégicas son:

**Avantel.** Producto de la alianza MCI-Banamex, quien inició marcando la pauta para ofrecer servicios de larga distancia y cuyos planes son extender una red de fibra óptica para 1997.

**AT&T / Alfa.** El objetivo de esta asociación es participar activamente en el segmento de larga distancia y para tal efecto, anuncian que invertirán alrededor de 1000 millones de dólares en un lapso de entre 4 y 6 años, se estima que los gastos serán enfocados a la construcción de redes de fibra óptica para enlazar las principales ciudades del país y prestar servicios tanto de larga distancia como de telefonía básica.

**Unicom.** Producto de la alianza entre Bancomer y la principal compañía de telefonía local en Estados Unidos ( GTE ) planean también una fuerte inversión que al parecer será destinada al servicio de larga distancia.

**Telmex.** El único operador de telefonía básica en México también se ha preparado y a lo largo de 1994 estableció varias alianzas estratégicas; entre las cuales podemos citar la alianza con Sprint, principal operador de telefonía estadounidense. Así como la adquisición del 50% del capital de Red Uno, empresa mexicana líder en el mercado de integración de servicios de redes de telecomunicaciones y sistemas de información.

La porción que cada uno de estos grupos ocupen en el mercado, dependerá de la estrategia y agresividad en los proyectos. Aunque se estima que uno de los protagonistas podrían ser Avantel, ya que al estar relacionado con MCI y éste con Telmex, le será más fácil capturar mercado. Otro sería AT&T debido a que controla el acceso a Estados Unidos, lo cual también le concede ciertos privilegios.

Para finalizar este tema solo resta mencionar que las redes de telecomunicaciones canalizarán su estrategia en cualquier sector que tenga necesidades de satisfacer información y principalmente en empresas de servicios, como: financieras, aseguradoras, bienes raíces, información, distribución, manufactura y comercios, así como las relacionadas con el sector gobierno, aunque no de inmediato ya que el sector público siempre es más cauteloso.



## Conclusiones

Si bien es cierto que el sector financiero actualmente tiene conectividad hacia algunos puntos, también es conocida la deficiencia en cuanto a velocidad de transferencia y la complejidad en la integración de nuevos servicios.

Como se pudo observar a lo largo de este trabajo, la red propuesta contempla la integración de todos los sistemas de comunicación de las instituciones financieras, lo cual permitirá a cualquier PC de un usuario conectarse a los computadores de las diferentes entidades del sector financiero a través de enlaces de alta velocidad, que van de un rango de 64 Kbps hasta 2.048 Mbps.

Por otra parte, el esquema propuesto sigue la filosofía de los sistemas abiertos, lo cual permitirá la interconexión de esta red con otras redes nacionales e internacionales, además de que establece una plataforma sobre la cual será posible implementar nuevos servicios de información que requiera el sistema financiero mexicano.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, el presente trabajo cobra gran importancia dado que cubre las expectativas de información requeridas para familiarizarse con los tópicos del tema tanto a nivel técnico como profesional.

## **Apéndice A**

### **Direccionamiento TCP/IP**

El protocolo TCP/IP incluye un esquema de direccionamiento internet que permite a los usuarios y aplicaciones identificar una red específica o host con el cual comunicarse. Un direccionamiento internet trabaja en forma similar a un servicio postal, permitiendo que los datos sean ruteados al destino elegido. TCP/IP provee los estándares para la asignación de direcciones de redes, subredes y hosts.

Las direcciones IP están formadas por direcciones de red y de hosts, las cuales permiten enviar información a redes específicas, así como a hosts específicos dentro de una red. Cuando una red es conectada a otra red internet, se le asignará un direccionamiento de red único y oficial. Sin embargo, si una red local no será conectada a otra red internet, a ésta se le puede asignar una dirección de red que sea conveniente para su uso local.

#### ***Direcciones IP***

Una dirección IP usa 32 bits, los cuales se dividen en dos partes. Los 32 bits están divididos en cuatro octetos de la siguiente forma:

01111101    00001101    01001001    00001111

La conversión de estos números binarios a decimal sería la siguiente:

125            13            73            15

Las dos partes de una dirección internet son dirección de red y dirección de host. Esto permite a un host especificar la red y el host remoto cuando envía información.

Cabe señalar que el protocolo TCP/IP soporta tres clases de dirección internet: Clase A, Clase B y Clase C. Estos diferentes tipos de direcciones se dan de acuerdo a la forma en que son utilizados los 32 bits. Una dirección particular se asigna dependiendo de el tamaño de la red.

### ***Direccionamiento clase A***

Una dirección clase A consiste de 8 bits en la dirección de red y 24 bits en la dirección de host. El primer bit en la dirección de red, esta dedicado a indicar la clase de red, y los 7 bits restantes indican la dirección de red. Dado que existen 7 bits para la dirección de red, es posible direccionar hasta 128 redes clase A. De estas direcciones de red, 2 son reservadas para casos especiales: la dirección 127 esta reservada para direcciones de loop-back locales y una dirección de red con todos los bits en uno indica una condición de broadcast. Por lo tanto, hay 126 direcciones posibles para redes clase A y 16,77,216 direcciones locales para hosts. En las direcciones clase A el bit mas significativo es colocado en 0, tal como se ilustra a continuación.

Dirección de Red (8 bits)	Dirección local de Host (24 bits)		
01111101	00001101	01001001	00001111

### ***Direccionamiento clase B***

El direccionamiento clase B consiste de 16-bits en el campo de dirección de red y 16 bits en el campo de dirección de host, en este caso los dos primeros bits indican la clase de red y los 14 bits restantes son para la dirección de red. Estos bits permiten direccionar hasta 16,384 direcciones de red posibles y 65,536 direcciones locales de hosts. En el direccionamiento clase B los dos bits mas significativos son colocados en 1 y 0, tal como se muestra en el siguiente esquema

Dirección de Red (16 bits)		Dirección local de Host (16 bits)	
10011101	00001101	01001001	00001111

### ***Direccionamiento clase C***

El direccionamiento clase C consiste de 24 bits para la dirección de red y 8 bits para la dirección local de host. Los dos primeros bits indican la clase de red, mientras que los 22 bits restantes se usan para la dirección de la red. Por consiguiente habrá 2,097,152 direcciones de red posibles y 256 direcciones locales de hosts. En el direccionamiento clase C los dos bits mas significativos son colocados en 1 y se ilustran a continuación.

Dirección de Red (24 bits)			Dirección de Host (8 bits)
11011101	00001101	01001001	00001111

Para decidir el tipo de direccionamiento a usar es necesario considerar cuantos hosts locales habrá en la red, y cuantas subredes habrá en la organización. Si la organización es pequeña y además la red tiene menos de 256 hosts, un direccionamiento clase C probablemente será suficiente. Si la organización es grande, entonces un direccionamiento clase B o clase A será lo más conveniente.

### ***Direccionamiento de subredes***

El direccionamiento de subredes permite a los sistemas autónomos tener múltiples redes compartiendo una misma dirección IP. Esto es muy común en organizaciones donde además de la dirección IP conocida por todos los usuarios externos a ésta, internamente se configuran subredes departamentales.

La creación de subredes se lleva a cabo dividiendo el campo de dirección del host en dos partes, en el cual la primera parte identificará la dirección de subred y la segunda identificará una máquina específica dentro de la red.

A, la cual consta de 8 bits en la dirección de red y 24 bits en la dirección de host.

Dirección de Red (8 bits)	Dirección local de Host (24 bits)		
Dirección de Red	Dirección de Subred	Dirección de Máquina	
01111101	0001101	0100	1001 0001111

Como se puede ver existen 12 bits para la dirección de subred y 12 para una máquina específica dentro de dicha subred, lo cual implica una gran flexibilidad en cuanto a la asignación de direcciones, sin embargo, cabe aclarar que la división de la dirección se puede hacer de acuerdo a las necesidades y potencial de crecimiento de la organización y la estructura de la red.

#### **Máscara de subred**

Cuando un host envía un mensaje hacia un destino, el sistema debe determinar si el destino está en la misma red del originador, o bien, si debe ser buscado a través de una de las interfaces locales. El sistema compara la dirección destino del host usando una máscara de subred, la función de esta máscara es indicarle al sistema el esquema de partición utilizado para la subred.

Al igual que las direcciones IP, la máscara de subred es un juego de 4 bytes, en donde los bits 1's lógicos le corresponden a las direcciones de red y subred, mientras que los bits 0's lógicos le corresponden a las posiciones de la dirección de hosts. Para el caso de la red clase A que hemos estado mencionando, una máscara de subred podría ser como la que se ilustra a continuación.

Dirección de Red (8 bits)	Dirección local de Host (24 bits)		
Dirección de Red	Dirección de Subred	Dirección de Máquina	
11111111	11111111	1111	1001 0001111

Por último, cabe mencionar que el número de subredes y hosts que se pueden direccionar, dependerá de el número de bits de la máscara de subred. A continuación se listan las diferentes opciones para redes clase B y Clase C.

### Subredes Clase B

Nº de bits	Máscara de Subred	Nº de Subredes	Nº de Hosts
2	255.255.192.0	2	16382
3	<b>255.255.224.0</b>	<b>6</b>	<b>8190</b>
4	255.255.240.0	14	4094
5	<b>255.255.248.0</b>	<b>30</b>	<b>2046</b>
6	255.255.252.0	62	1022
7	<b>255.255.254.0</b>	<b>126</b>	<b>510</b>
8	255.255.255.0	254	254
9	<b>255.255.255.128</b>	<b>510</b>	<b>126</b>
10	255.255.255.192	1022	62
11	<b>255.255.255.224</b>	<b>2046</b>	<b>30</b>
12	255.255.255.240	4094	14
13	<b>255.255.255.248</b>	<b>8190</b>	<b>6</b>
14	255.255.255.252	16382	2

### Subredes Clase C

Nº de bits	Máscara de Subred	Nº de subredes	Nº de Hosts
2	255.255.192.0	2	62
3	<b>255.255.224.0</b>	<b>6</b>	<b>30</b>
4	255.255.240.0	14	14
5	<b>255.255.248.0</b>	<b>30</b>	<b>6</b>
6	255.255.252.0	62	2

## **Bibliografía**

### **Redes de Computadoras**

Uyless Black  
Macrobit Editores, S.A. de C.V.  
México, D.F., 1990

### **Guía Práctica de Comunicaciones y Redes Locales**

Antonio Cebrian Ruz, Eduardo Borraz Faci  
Editorial Gustavo Gili, S.A. de C.V.  
México, D.F., 1993

### **Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos**

Nestor González Sainz  
Mc Graw Hill  
México, D.F., 1993

### **Seminario de Conectividad Avanzada**

Intersys de México S.A. de C.V.  
México, D.F., 1993

### **Seminario de Utilización de La Red Digital Integrada**

Instituto Tecnológico de Teléfonos de México. S.C.  
Mayo de 1994

### **Communications And Networking For The IBM PC**

Larry E. Jordan, Bruce Churchill  
Prentice-Hall Publishing and Communications Company  
Bowie, Maryland 1983

### **Internetworking Technology Overview**

Cisco Systems  
Menlo Park, California USA  
December 1993

**X.25 Overview Self Study**  
Alcatel Data Networks  
Reston, Virginia 1993

**Packet Switching Principles Self Study**  
Alcatel Data Networks  
Reston, Virginia 1993

**Frame Relay Protocol Self Study**  
Alcatel Data Networks  
Reston, Virginia 1994

**The Basics Book of Frame Relay**  
Motorola University  
Addison-Wesley Publishing Company, Inc.  
New York, December 1992

**Las Finanzas en la Empresa**  
Joaquín A. Moreno Fernández  
Mc Graw Hill  
México, D.F., 1993

**Revista RED**  
Diciembre de 1995  
México, D.F., 1995

**Revista MUNDO EJECUTIVO**  
Julio de 1995  
Mexico, D.F., 1995