



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACION**

**Diseño de la Red Pública de Voz y Datos Frame Relay de la
Compañía SURATEL y su Aplicación para la comunicación
de FILANBANCO entre las ciudades de Quito, Guayaquil y
Cuenca**

TOPICO DE GRADO

**Previo a la Obtención del Título de
INGENIERO en ELECTRICIDAD**

ESPECIALIZACIÓN ELECTRONICA

Presentado por:

**XAVIER ALAVA SOTOMAYOR
DELFIN NAN MENDOZA
IVAN PAREDES GOMEZ
LENIN PINZA VIVANCO**

**Guayaquil – Ecuador
1998**

A G R A D E C I M I E N T O

Al ING. JOSE ESCALANTE
Director del Tópico de Grado, por
su valiosa colaboración para llevar
a cabo este trabajo.

A la Comunidad Politécnica:
Profesores y Amigos que de alguna
u otra manera nos incentivaron
para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

A nuestros queridos Padres.
A nuestros apreciados hermanos.

Delfín.

Lenin.

Ivan.

Xavier.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis nos corresponden; y el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

.....
DELFIN NAN MENDOZA

.....
LENIN PINZA VIVANCO

.....
IVAN PAREDES GOMEZ

.....
XAVIER ALAVA SOTOMAYOR

RESUMEN

Este proyecto se basa en la necesidad de instalar una red pública de voz y datos que permita satisfacer los requerimientos tales como:

- ◆ Permitir conectarse con agencias remotas.
- ◆ Utilizar un menor número de puertos del computador central.
- ◆ Integración de voz y datos a través de un solo enlace de comunicación.
- ◆ Efectuar operaciones de manera más eficientes y con altas velocidades, manejando inclusive tráfico congestionado; permitiendo transmitir más datos.
- ◆ Permitir una transmisión transparente, es decir con un solo equipo encapsular cualquier protocolo en Frame Relay.
- ◆ Disminución de costos.

En el capítulo 1 se realiza una introducción del protocolo Frame Relay, de las características principales y la definición de los tipos de interfaces y troncales. Se muestra como se crea un PVC entre dos puntos remotos y que es un DLCI. Se explican los parámetros para controlar la congestión.

En el capítulo 2 se presenta la justificación para el diseño de la red Frame Relay, se describen los equipos, medios e interfaces. Además se realiza un análisis de las velocidades de los enlaces, de los retardos y de los mecanismos de compensación en la transmisión.

En el capítulo 3 se explica la forma en que la matriz y las sucursales se conectan a la red Frame Relay Suratel; como se asignan y se mapean los PVC y se describe la configuración de los equipos nodales y los de acceso.

En el capítulo 4 se realiza una descripción de la capacidad de crecimiento de la red Frame Relay en cuanto se refiere a la utilización de los equipos nodales. Se indica la posibilidad de aumentar el número de clientes, considerando la cantidad de puertos disponibles y la capacidad de incrementar el número de estos. Además la posibilidad del aumento de ancho de banda ante una demanda mayor de clientes.

En el capítulo 5 se mencionan los costos de los distintos equipos a utilizarse. Y finalmente se presentan las conclusiones del presente proyecto.

INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	V
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE TABLAS	XIV
INTRODUCCION	15

CAPITULO I

DEFINICION DEL PROTOCOLO DE TRANSPORTE FRAME RELAY	17
1.1. Tecnología Frame Relay	17
1.1.1. <i>Frame Relay y el Modelo OSI</i>	19
1.2. Interconexión de IP con Frame Relay	22
1.3. Encapsulación de Datos del Usuario	23
1.4. Formato del Paquete Frame Relay	25
1.4.1. <i>Detalles del Encabezado Frame Relay</i>	26
1.5. Funcionamiento de Frame Relay	29
1.6. Características de Frame Relay	34
1.7. Definiciones de la Interface Frame Relay	42
1.8. Necesidad del Protocolo de Administración de Interface Local (LMI) ..	43
1.9. Administración del Enlace – Enlace NNI	43
1.10. Definición de Troncal	45

1.10.1.	<i>Troncales</i>	47
1.11.	Concepto del Servicio de Circuito Virtual	48
1.11.1.	<i>Servicio de Circuito Virtual</i>	49
1.11.2.	<i>Los PVCs – Un candado cerrado</i>	51
1.12.	Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI)	53
1.12.1.	<i>Significado de DLCI Local y Global</i>	55
1.13.	DLCIs y Direcciones IP	56
1.14.	Resolución de direcciones IP	57
1.15.	Creación de PVC y LMI – UNI	57
1.16.	Creación de PVC y LMI - NNI	59
1.17.	Monitorear la Velocidad – Definiciones	60
1.18.	Definiciones de Monitorear la Velocidad y Evitar la Congestión	62
1.19.	Aplicación del CIR	63
1.20.	Administración de la Congestión	65
1.20.1.	<i>Evitar la Congestión</i>	66
1.20.2.	<i>Recuperación de la Congestión</i>	67
1.21.	Los FRADs	67

CAPITULO II

DISEÑO DE LA NUBE FRAME RELAY (BACKBONE)	69
2.1. Justificación para la implementación de la red pública Frame Relay de la compañía SURATEL y su aplicación para Filanbanco.	69
.....	70
2.1.1. Ventajas del uso de la Red Frame Relay	71
.....	71
2.2. Equipos y Topología del Backbone	81
2.2.1. <i>Equipos de Conmutación (Switches)</i>	82
2.2.2. <i>Topología de la Nube</i>	104

2.3.	Medios de transmisión entre los Nodos Frame Relay	111
2.4.	Equipos de acceso a la Nube Frame Relay	114
2.5.	Transmisión Integrada de Voz y Datos	117
2.6.	Interfaces de Comunicación	119
2.7.	Retardo y Compensación de la Transmisión	123
2.8.	Sistema de seguridad, control y monitoréo de la Red	
2.9.	Diagrama Esquemático de la Nube Frame Relay	

CAPITULO III 125

ACCESO DE FILANBANCO A LA NUBE FRAME RELAY	125	
	128	
3.1.	Conexión de la Matriz a la Nube Frame Relay	130
3.2.	Conexión de la Sucursal Mayor Quito a la Nube Frame Relay	
3.3.	Conexión de la Agencia Principal de Cuenca a la Nube Frame Relay ..	132
3.4.	Diagrama Esquemático del Acceso de Filanbanco a la Nube Frame Relay	135
	Relay	136
3.5.	Asignación y Mapeo de los PCVs	145
3.6.	Configuración de los dispositivos de acceso a la Red	145
3.7.	Configuración de los Switches CASCADE	153
3.7.1.	<i>Configuración del los Puertos Físicos</i>	160
3.7.2.	<i>Configuración de los Puertos Lógicos</i>	164
3.7.3.	<i>Configuración de una Troncal</i>	
3.7.4.	<i>Configuración de los PVCs</i>	

CAPITULO IV 169

CRECIMIENTO DE LA RED FRAME RELAY SURATEL	169	
	170	
4.1.	Capacidad de los Procesadores Nodales Frame Relay	

4.2.	Incremento de la capacidad de los enlaces satelitales entre los nodos. ...	170
4.3.	Perspectivas de Crecimiento de la Red de Voz y Datos Frame Relay de la Compañía Suratel	

CAPITULO V 171

COSTOS DE LA RED.	171
	171

5.1.	Costos de los equipos.	175
5.1.1.	<i>Costos de los Switches CASCADE</i>	
5.1.2.	<i>Costos de los FRADs ACT SDM-9400</i>	175

5.2.	Costos de los enlaces.	176
------	-----------------------------	-----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
---	-----

GLOSARIO	183
-----------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	
---------------------------	--

INDICE DE FIGURAS

No.		Pags.
1	Encapsulación del paquete en Frame Relay	18
2	Frame Relay y el modelo OSI (nivel 2)	20
3	Frame Relay Perspectivas del Modelo OSI	22
4	Encapsulación de Datos	24
5	Paquete Frame Relay	25
6	Encabezado Frame Relay	26
7	Red Frame Relay	29
8	Encabezado de los datos entregados por el Ruteador Origen	30
9	Segunda Fase del Servicio Frame Relay	31
10	Diagrama de Flujo del Funcionamiento de un Switch Frame Relay ...	32
11	Llegada de los datos del Ruteador de Destino	33
12	Uso de CLLM en la señalización de la Congestión	37
13	Definición del CIR	39
14	Parámetros del CIR	40
15	Interfaces en Frame Relay	42
16	Interface NNI	44
17	Administración del Enlace NNI	45
18	Definición de Troncal	46
19	Troncales dentro de Frame Relay	47
20	Los PCVs en Frame Relay	48
21	PVCs de lazo cerrado	51
22	Multiplexación de PVCs	52

23	Los DLCI en Frame Relay	54
24	DLCI Locales	55
25	Aplicación del CIR	63
26	Administración de la Congestión	65
27	Evitar la Congestión	66
28	Los FRADs	68
29	Switch CASCADE STDX 6000	74
30	Switch CASCADE STDX 8000	77
31	Conexión del STDX a NMS y Consola Terminal	80
32	Topología de la Nube Frame Relay Suratel	81
33	Enlaces satelitales entre los nodos Frame Relay	86
34	ACT SDM – 9400	106
35	Diagrama del Backbone	124
36	Conexión de la Matriz a la Nube Frame Relay Suratel	127
37	Conexión de la Sucursal Mayor Quito a la Nube Frame Relay Suratel	129
38	Conexión de la Agencia Principal Cuenca a la Nube Frame Relay Suratel	131
39	Conexión de Filanbanco a la Nube Frame Relay Suratel	133
40	Diagrama de la Red Frame Relay de Suratel	134
41	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Troncal	147
42	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Matriz	148
43	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Quito para la Troncal	149
44	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Quito para la Sucursal Mayor	150
45	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Troncal	151
46	Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Cuenca	

	para la Sucursal	152
47	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Troncal	154
48	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Matriz	155
49	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Quito para la Troncal	156
50	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Quito para la Sucursal	157
51	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Troncal	158
52	Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Agencia	159
53	Configuración de la Troncal entre Guayaquil y Quito	162
54	Configuración de la Troncal entre Guayaquil y Cuenca	163
55	Configuración de la Troncal entre Quito y Cuenca	164
56	Configuración del PVC para Filanbanco entre Guayaquil y Quito	167
57	Configuración del PVC para Filanbanco entre Guayaquil y Cuenca ..	167
58	Configuración del PVC para Filanbanco entre Quito y Cuenca	168

INDICE DE TABLAS

No.		Pags.
I	Visión del Stack del modelo OSI	21
II	Banderas en la trama Frame Relay	34
III	Módulos IO para el STDX 6000	73
IV	Especificaciones físicas del switch CASCADE STDX 6000	76
V	Módulos IOP del B-STDX 8000	78
VI	Especificaciones físicas del B-STDX 8000	79
VII	Parámetros del Satélite PAS-1 de PanAmSat	85
VIII	Cálculos de Enlace Satelital Guayaquil – Quito	87
IX	Cálculos de Enlace Satelital Quito – Guayaquil	90
X	Cálculos de Enlace Satelital Guayaquil – Cuenca	93
XI	Cálculos de Enlace Satelital Cuenca – Guayaquil	96
XII	Cálculos de Enlace Satelital Quito – Cuenca	99
XIII	Cálculos de Enlace Satelital Cuenca – Quito	102
XIV	Sumario de las Especificaciones RS – 232	116
XV	Señales utilizadas en la interface V.35	117
XVI	Características del acceso de Filanbanco a la Red Frame Relay Suratel	132
XVII	Mapeo de los PVCs de Filanbanco	135
XVIII	Costo de los switch's CASCADE STDX 8000	172
XIX	Costo del switch CASCADE STDX 6000	174

INTRODUCCIÓN

Frame Relay es una tecnología de redes de área amplia, que surgió alrededor del año 90, sin tener una aceptación inmediata, dado que se le consideró en ese momento como una tecnología provisoria, mientras duraba la espera de ATM (Modo de Transferencia Asíncronica). A pesar de no ser acogida de la mejor forma, se continuó con su desarrollo en forma paralela al de ATM. Hoy en día en que la interconexión de redes de área local son tan comunes como las redes mismas, se puede pensar en considerar más en serio Frame Relay, no sólo como una tecnología de transición, sino como una alternativa ya madura, mucho más económica, y con los suficientes méritos tecnológicos para nuestras necesidades.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar el diseño de la Red Pública de Voz y Datos Frame Relay de la Compañía Suratel, y su aplicación en la comunicación de las principales agencias de Filanbanco entre Guayaquil, Quito y Cuenca.

Para cumplir con el objetivo primeramente se presentará un análisis teórico del protocolo de transporte Frame Relay, con lo que se llegará a entender las características y el funcionamiento de los diferentes elementos y parámetros para el diseño de una red.

Luego se mostrarán las ventajas del uso de Frame Relay en la justificación del diseño de la Red; para seguidamente presentar los equipos de comunicación a emplearse tanto para la conformación de los nodos, como para el acceso a la nube, así como el cálculo de los parámetros para los enlaces satelitales que comunican dichos nodos.

Seguidamente se mostrará la conexión de Filanbanco a la Red Frame Relay, la configuración de los dispositivos de acceso (FRADs) y de los nodos (Switches).

Además se menciona la capacidad de crecimiento que tiene la Red diseñada, y finalmente se presentan los costos del proyecto.

CAPITULO I

DEFINICION DEL PROTOCOLO DE TRANSPORTE FRAME RELAY

1.1. TECNOLOGIA FRAME RELAY

- ◆ **Servicio de switcheo de paquetes para transferir datos digitales.**
- ◆ **Frame Relay fue diseñado para ser más simple que las redes conmutadas de paquetes.**
- ◆ **Frame Relay fue diseñado para dar un alto rendimiento, bajo retardo de la interface de red.**
- ◆ **Proporciona limitadas capacidades de recuperación de errores.**
- ◆ **Delega a los sistemas extremos de usuario la recuperación de los problemas.**
- ◆ **Desarrollado como una solución de reemplazo a las redes Wan existentes basadas en tramas.**

X.25

Encapsulación HDLC punto a punto

Simple y rápido con utilización eficiente del ancho de banda

Frame relay es una tecnología de conmutación de paquetes que usa tramas para encapsular datos de usuario para la transmisión a través de la red. La operación de frame relay está diseñado para ser simple, comparada con otros protocolos WAN. La falta de capacidad para la corrección de errores, y otros factores a ser discutidos, explican la rapidez que frame relay es capaz de proporcionar a través de una red WAN.

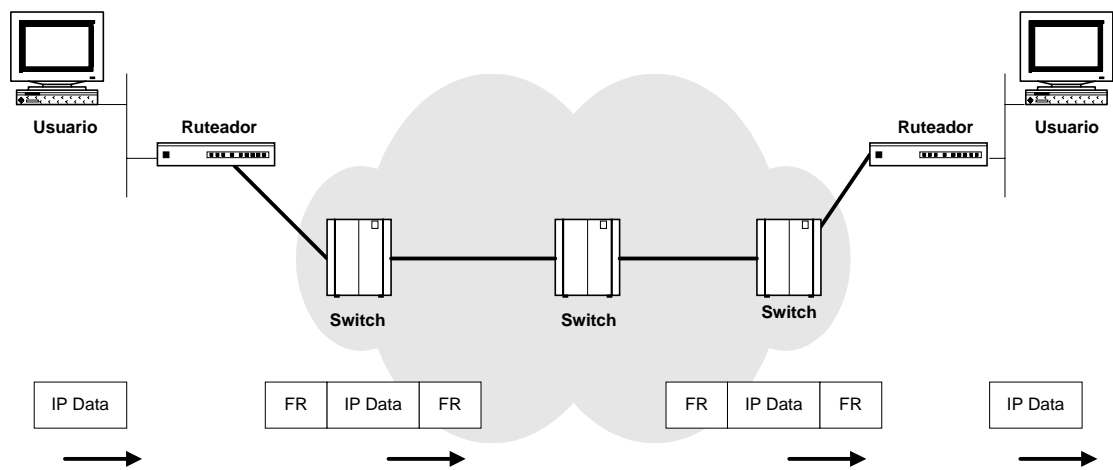


FIGURA 1. Encapsulación de paquetes en Frame Relay.

Todo lo referente al direccionamiento de paquetes, ruteamiento, funciones de conectividad extremo a extremo, y calidad de las características de servicio (QoS) fueron implementadas sobre los dispositivos de acceso o sistemas finales. Frame relay simplemente encapsula datos en una trama y hace que ésta atraviese la red, como se observa en la figura 1.

El campo de información de la trama no es examinado por la red frame relay. Esta simplemente toma los datos desde un sistema extremo y encapsula el dato en una trama, añade un encabezado frame relay y hace que viaje éste (el cual contiene la información necesaria para pasar el paquete a través de la nube), y desencapsula el

dato a la salida desde la nube. Frame relay no examina el contenido del paquete; los sistemas que envían los datos, o dispositivos de acceso, y los dispositivos receptores o sistemas finales deben ser capaces de operar en el contenido del paquete para que la actividad de la red se desarrolle de manera exitosa.

Tres son las funciones principales que incluye un switch frame relay:

- ◆ **Examina la secuencia de chequeo de trama de los paquetes para los errores.**

Las tramas con errores son descartadas, dejando que las funciones de corrección de error sean realizadas por los protocolos de las capas superiores de los sistemas finales.

- ◆ **Examina la información de direccionamiento en el campo de dirección de la trama.**

Las tramas son ruteadas a las salidas apropiadas.

- ◆ **Detecta las condiciones de congestión.**

Una vez que la congestión se detecta, el switch notifica a la red de la condición de congestión. Las tramas son descartadas para facilitar el tratamiento de la condición de congestión.

1.1.1. FRAME RELAY Y EL MODELO OSI

- ◆ **El protocolo Frame Relay opera en las capas 1 y 2 del modelo OSI.**

El protocolo frame relay opera en las capas 1 y 2 del modelo OSI, tal como se muestra en la figura 2. Las capas 1 y 2 se refieren a los requerimientos de la conexión física y la capa de enlace de datos a las funciones de control como se describe abajo. Cada capa en el modelo OSI interactúa con las capas de arriba y debajo de ésta.

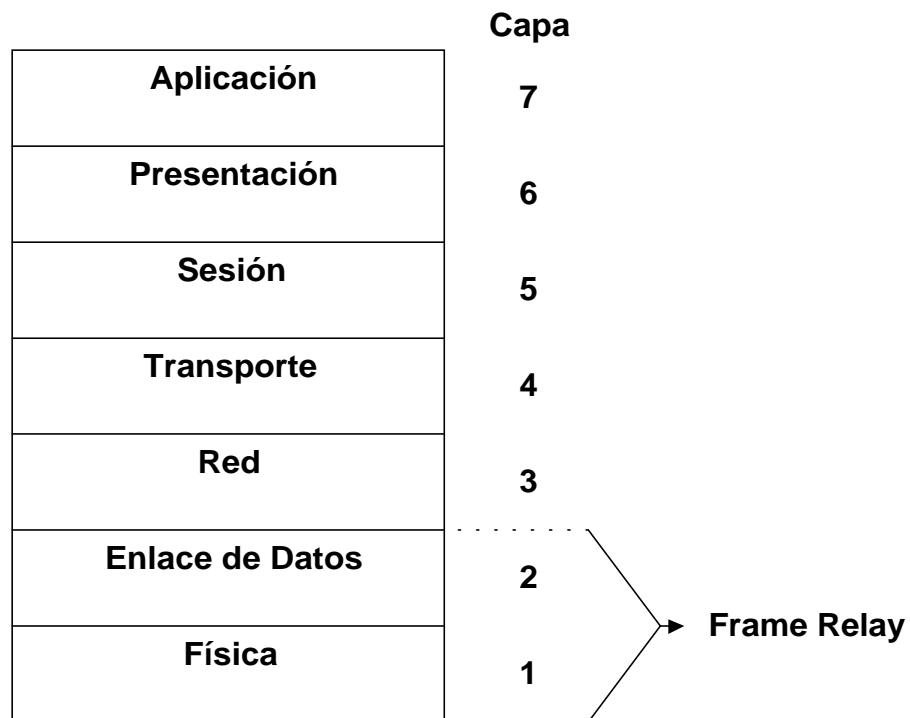


FIGURA 2. Frame Relay y el modelo OSI (nivel 2).

Frame relay no proporciona capacidades de corrección de error y las actividades del protocolo son restringidas al nivel 2 del modelo OSI; ninguna de las características de protocolo del nivel 3 fueron diseñadas dentro de frame relay. Las operaciones del nivel 3 fueron diseñadas para implementarse en los dispositivos de acceso WAN o por los sistemas finales. En la tabla I se hace una breve explicación de cada una de las capas del modelo OSI.

TABLA I. Visión del “stack” del modelo OSI.

Número de Capa	Características Operacionales
7 – Aplicación	Capa en la que los usuarios tienen el acceso a Mail, Telnet, Transferencia de Archivos y otros programas de aplicación.
6 – Presentación	Trata con conversiones de formato y código; caracteres intermitentes, subrayados, y cosas así.
5 – Sesión	Establece, sincroniza, y administra los diálogos entre los programas de aplicación en los puntos extremos. Administrativas y otras funciones semejantes son manejadas en esta capa.
4 – Transporte	Provee recuperación de error, regulación de flujo de datos, y segmentación de los datos para la capa de red.
3 – Red	Trata con direcciones de la capa de red y ruteando múltiples segmentos de datos a través de la red.
2 – Enlace de Datos	Control de acceso a la capa física y comunica con los protocolos de las capas superiores. La capa de enlace de datos contiene dos subcapas: el Control de Acceso Medio (MAC) y el Control de Enlace Lógico (LLC), los cuales mantienen el acceso de LAN a WAN desde la capa de Enlace de Datos a la Capa de Red.
1 – Física	Provee las especificaciones mecánicas y eléctricas para el medio usado.

1.2. INTERCONEXION DE IP CON FRAME RELAY

◆ IP a través de una red conmutada frame relay:

La porción IP de cada paquete nunca es examinada por los switches frame relay, resultando en un tiempo de procesamiento bajo.

Se hace chequeo de errores, pero no la corrección de ellos.

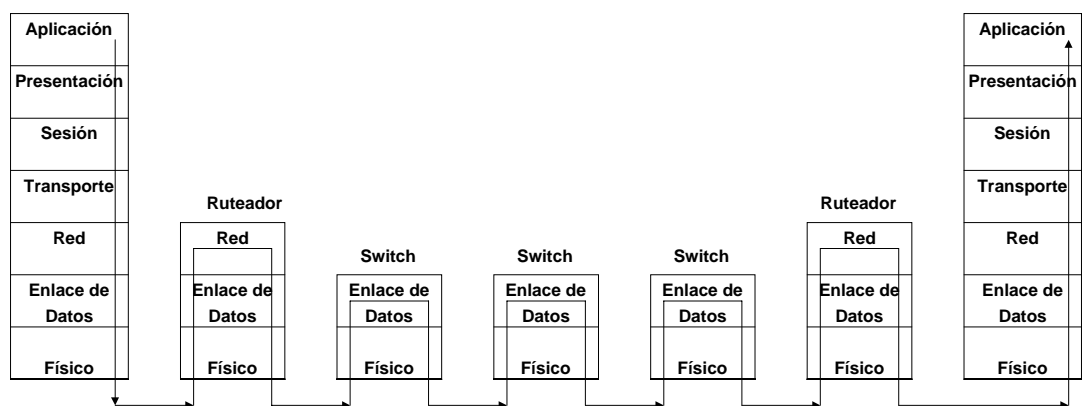
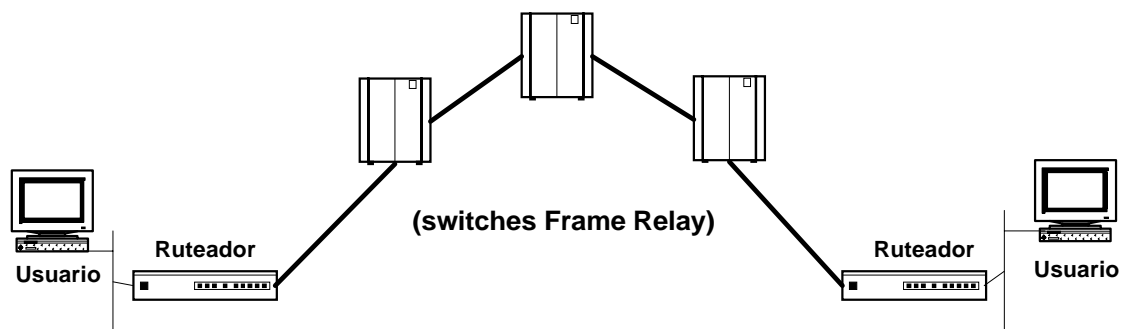


FIGURA 3. Frame Relay desde la perspectiva del Modelo OSI

La interconexión hoy en día de IP consiste de una combinación de redes conmutadas y que utilizan ruteadores. La tendencia es trasladar suficiente tráfico WAN como sea posible dentro de una red conmutada (frame relay o ATM). Los ruteadores siempre serán necesarios, pero el número de tablas de ruteamiento que entran en estos ruteadores deben ser mínimas.

La figura 3 muestra como los ruteadores y switches interactúan desde la perspectiva del modelo OSI. Comparado a X.25 o a las líneas dedicadas punto a punto, ésta combinación tiene varias ventajas:

- ◆ Pocos ruteadores son necesarios para conectar las redes LANs. Esto resulta en pocas entradas de red en la tabla de ruteamiento. Además, el datagrama IP no necesita ser examinado en la capa 3 en el extremo de cada circuito.
- ◆ Los switches frame relay ofrecen tiempos de procesamiento más rápido que los switches X.25.
- ◆ La falta de corrección de error en frame relay toma ventaja de él hecho que las líneas de hoy en día son mucho más confiables.

1.3. ENCAPSULACION DE DATOS DEL USUARIO

- ◆ **El datagrama IP encapsulado en un punto de entrada a la nube frame relay.**
- ◆ **Dentro de la nube:**
 - La porción IP del paquete nunca será examinada por los switches frame relay, resultando en un bajo tiempo de procesamiento.**

Se realiza el chequeo de errores, pero no la corrección.

Como se muestra en la figura 4, si un datagrama IP es enviado desde un terminal o host A, el paquete es desplazado a la nube frame relay a través de un ruteador unido a la red LAN A.

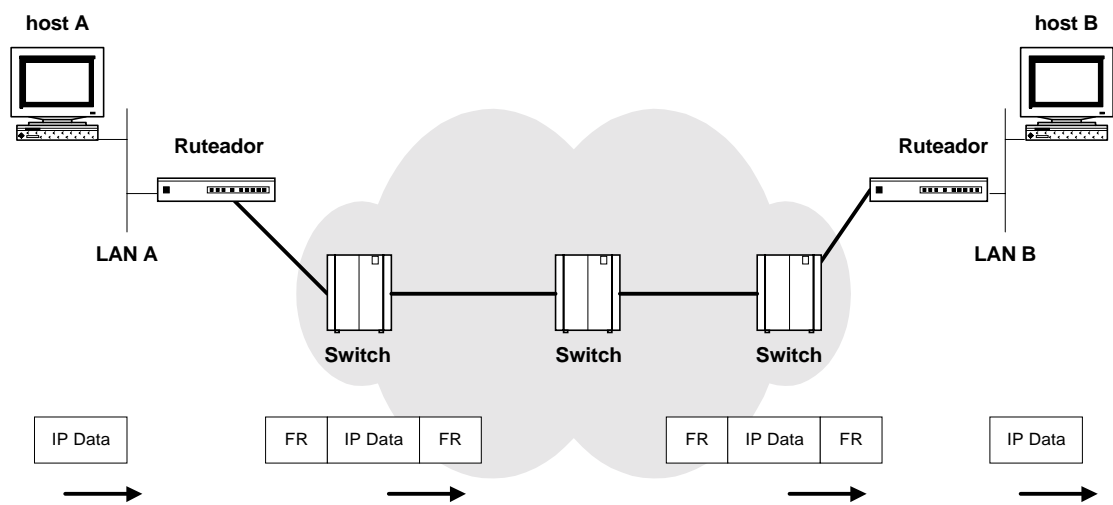


Figura 4. Encapsulación de Datos.

El ruteador de la red LAN A convierte el dato IP dentro del formato frame relay añadiendo un encabezado frame relay. El dato IP atraviesa la nube frame relay encapsulado en la trama frame relay.

Existiendo la nube frame relay, el ruteador en la red LAN B toma el encabezado frame relay y opera sobre el contenido del datagrama IP, desplazando la información a la red LAN B, si fuera necesario.

1.4. FORMATO DEL PAQUETE FRAME RELAY

- ◆ El paquete frame relay es una variación del paquete estándar HDLC.
- ◆ El encabezado Q.922 hace el campo de dirección más grande.

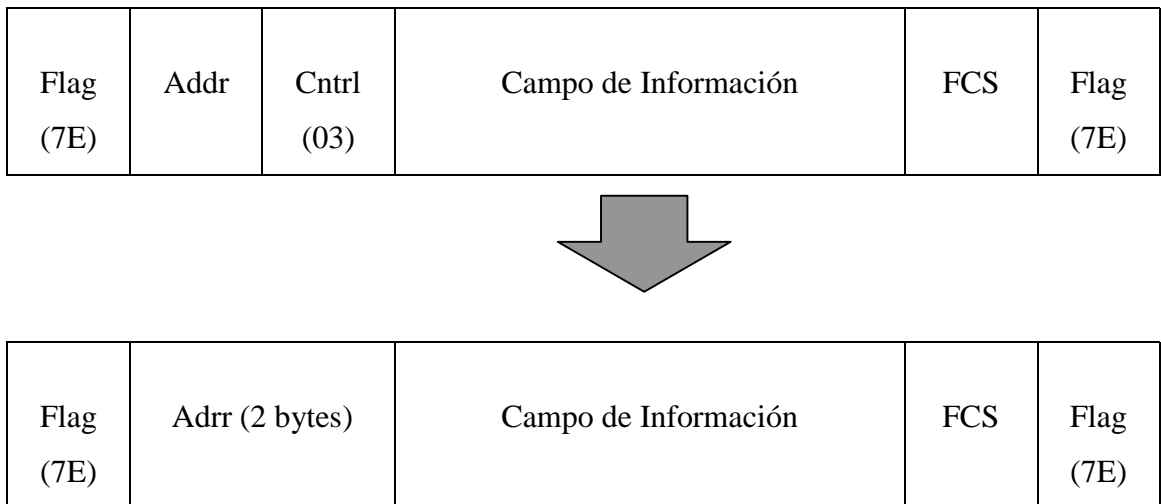


FIGURA 5. Paquete Frame Relay.

Protocolos bit-sincrónicos como X.25 o SNA usan variaciones de la trama HDLC como también en la estructura básica de su trama.

Frame relay además usa una derivación del formato de paquete HDLC. La recomendación ITU Q.922 define una estructura de direccionamiento de 2-byte, 3-byte y 4-byte en el encabezado frame relay. Sin embargo, la mayoría de las implementaciones frame relay de hoy usan únicamente el formato de 2-byte.

Los primeros y últimos octetos de una trama HDLC son llamados banderas y pueden ser siempre iguales a 7E (hex). Estos dos octetos identifican el inicio y el final de un paquete frame relay, tal como lo muestra la figura 5.

1.4.1. DETALLES DEL ENCABEZADO FRAME RELAY

El paquete frame relay incluye la información necesaria para transportar los datos del usuario a través de la red frame relay. Los campos dentro de los octetos individuales mostrados en la figura 5 se los describe a continuación en la figura 6:

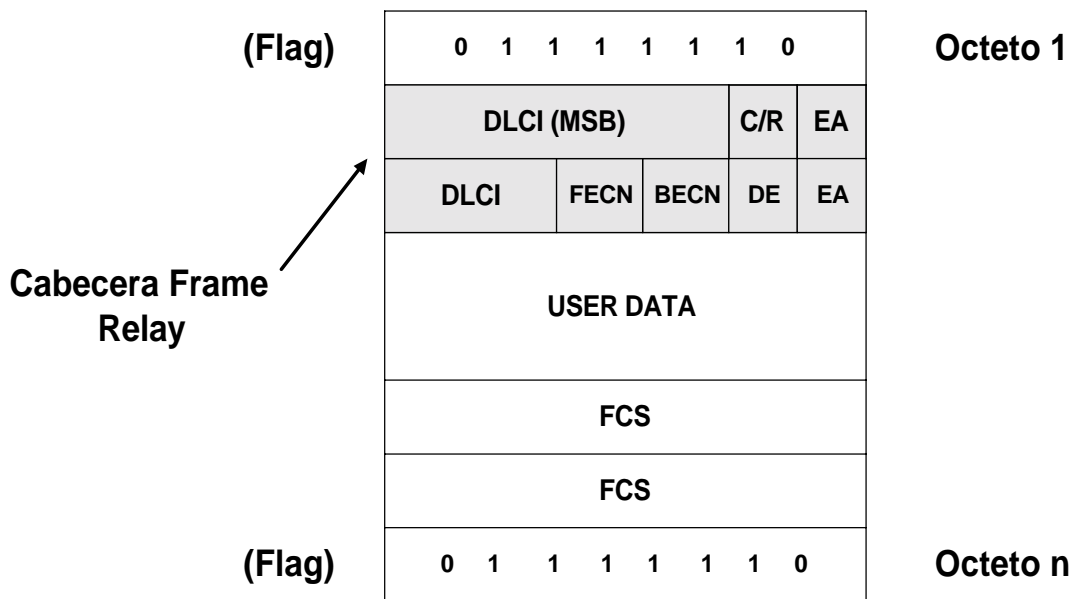


FIGURA 6. Encabezado Frame Relay.

DLCI (Identificador de la conexión del enlace de datos): una dirección de 10 bits que identifica el PVC por el cual el paquete está enviándose. La parte central del formato frame relay es el DLCI. El DLCI distingue circuitos virtuales separados a través de cada acceso a la conexión.

Además, los datos que llegan dentro de un nodo frame relay son transmitidos especificando un DLCI más que una dirección de destino. En el nodo de red, la especificación de ésta conexión es confirmada. Si la especificación está equivocada, la trama es descartada. Si no, la trama es enviada a su destino.

C/R (Indicación de orden/respuesta): identifica tramas de control como ordenes o respuestas. En la mayoría de las implementaciones de hoy, no es usado.

DE (Elección de descartar): identifica tramas que están seleccionadas para ser descartadas. La trama puede ser descartada si el switch detecta congestión en un puerto. DE es un campo de un bit que puede ser colocado en tramas de baja prioridad, así éstas son primeras en descartarse en el evento que exista pérdida de tramas.

El bit DE es colocado por la red frame relay en cualquier trama que exceda el porcentaje suscrito por el usuario. La red asume que cualquier cosa que exceda el porcentaje de suscripción del usuario es de baja prioridad.

El bit DE puede además ser colocado por cualquier equipo de usuario final si éste conoce que ciertas tramas son más importantes que otras.

EA (Direccionamiento de bits extendido): los campos de dirección pueden ser mayores que dos octetos para las especificaciones ANSI y CCITT. Si el campo de dirección fuese más grande que 2 octetos, esto podría ser indicado por un 0 (cero) en cada bit EA excepto para el último bit EA, el cual podría contener un 1 (uno).

FECN (Notificación de congestión explícita hacia delante): usado por la red para notificar una congestión. Es similar al campo de información de la congestión usado en protocolos tales como DECnet. En ésta red, la red envía una señal al punto final de recepción o de destino, avisándole a éste que disminuya la recepción de información.

En el punto final, el dispositivo de destino chequea los bits FECN y si el campo especifica que el usuario ha excedido el umbral, éste alerta al remitente.

BECN (Notificación de congestión explícita hacia atrás): usado por la red para notificar una congestión. El BECN es usualmente utilizado con una red tipo SNA, donde la red informa al origen o punto extremo de transmisión y le advierte a éste que disminuya inmediatamente la información que está enviando. FECN y BECN llevan a cabo la administración de la congestión en la red frame relay.

La implementación del FECN y del BECN es llamada administración de la congestión explícita. Algunos protocolos extremo a extremo usan FECN, mientras otros usan BECN. Ambos trabajan bien, pero ellos son usualmente opciones mutuamente exclusivas en el equipo de usuario final.

FCS (Secuencia de chequeo de trama) : usado para verificar la validez de el campo de datos del usuario, mediante el chequeo de error para la trama. Frame relay usa la técnica de chequeo de error conocida como chequeo de redundancia cíclica, o CRC. El CRC frame relay genera dos bytes que son añadidos al final de la trama para detectar datos erróneos.

El algoritmo de CRC usa un método algebraico para generar un patrón único de bit, el cual es recalculado en el extremo remoto. Si el FCS en el origen hace juego o es igual al FCS en el destino, la totalidad de la trama (en la mayoría de los casos) ha sido preservada. Cuando frame relay no descubre un error de trama, éste excluye la trama.

Datos de usuario (campo de información) : es un campo de longitud variable que contiene los datos del usuario y forma parte del formato frame relay. La máxima longitud permitida de éste campo de información puede variar, dependiendo de los requerimientos de diseño de la red, desde 262 a 8000 o más octetos.

1.5. FUNCIONAMIENTO DE FRAME RELAY

La figura 7 muestra una red típica frame relay. Dos ruteadores son conectados a la red por medio de un protocolo estándar de interface frame relay (FRI). Un ruteador se comporta como el originador, y el otro actúa como el receptor. El dato es originado y terminado en los extremos finales.

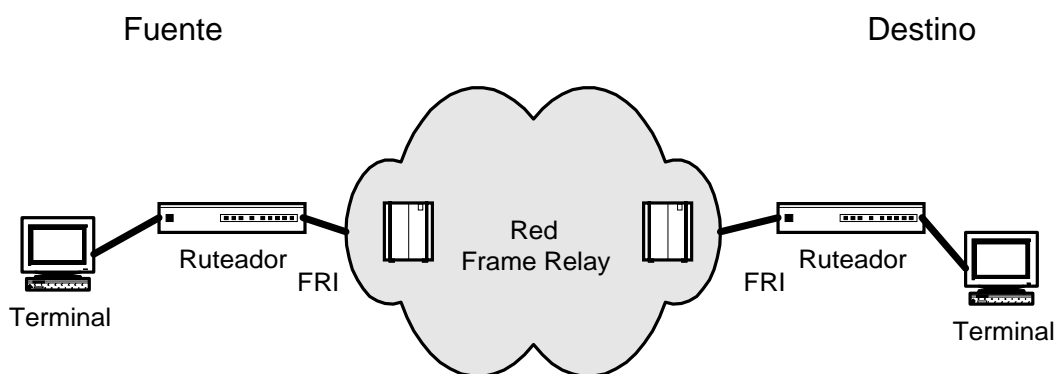


FIGURA 7. Red Frame Relay

La figura 8 muestra la red frame relay desde el origen, donde el ruteador añade el encabezado a él cargamento de información con el protocolo de la capa superior.

El encabezado contiene un número de 10 bits, llamado identificador de conexión del enlace de datos (DLCI), el cual corresponde a un nodo de destino particular. El ruteador mapea la dirección actual de destino a él correspondiente DLCI. Este número DLCI es más tarde usado en la red frame relay para rutear las tramas.

En el caso de una LAN interconectada, como en éste ejemplo, el DLCI podría corresponder a un puerto, a él cual un ruteador de destino está unido.

Con el DLCI apropiado en el campo de dirección, el ruteador envía la trama a él switch frame relay en la red.

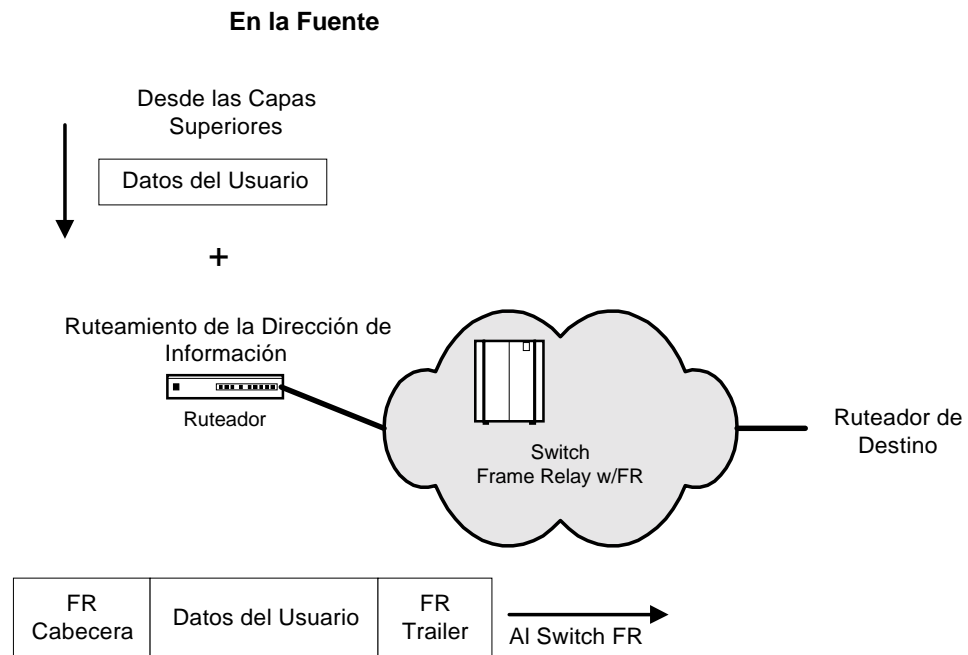


FIGURA 8. Encabezado de los datos entregados por el Ruteador origen.

La figura 9 muestra la segunda fase del servicio frame relay. El paquete desde el ruteador es recibido en el primer switch en la red con el número DLCI en el encabezado. Los datos en los nodos siguen tres procesos simples:

1. El switch frame relay chequea la integridad de la trama con el campo FCS. Si la trama tiene un defecto, el switch la descarta a ésta trama.
2. La tabla verifica en el switch la validez del DLCI. Si el DLCI no está definido en la tabla, el switch descarta la trama.

3. Si el DLCI es válido, el switch rutea la trama al puerto apropiado, en éste caso, al router de destino. Este proceso es ilustrado como un gráfico de flujo en la figura 10.

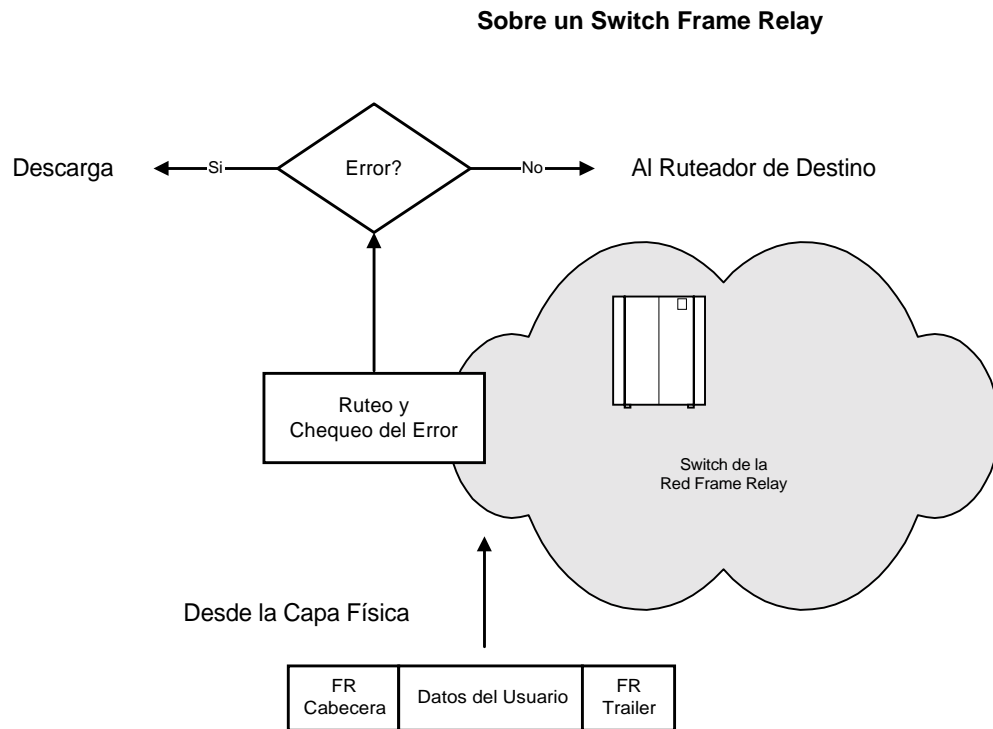


FIGURA 9. Segunda fase del servicio Frame Relay.

El switch frame relay trabaja con la regla simple que si él encuentra un error en la trama, éste descarta ésta trama.

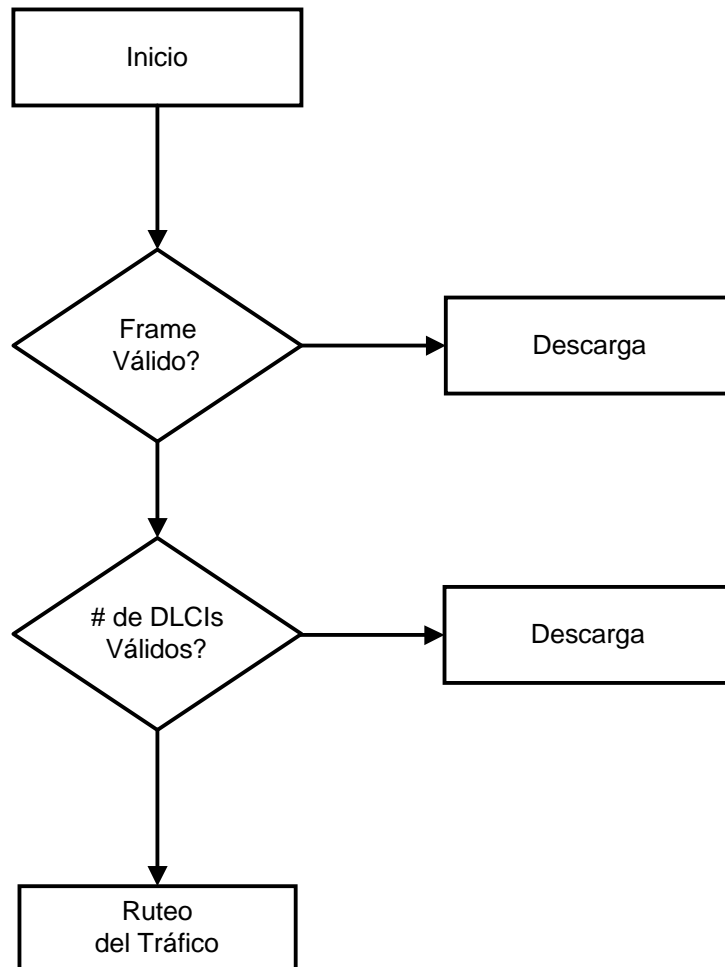


FIGURA 10. Diagrama de Flujo del Funcionamiento de un Switch Frame Relay.

Una vez que la trama alcanza el ruteador de destino, la función inversa del ruteador de origen es hecha, el campo del encabezado es sacado desde la trama, y la trama es desplazada basándose en el destino en el campo de dirección del encabezado frame relay. Este proceso es ilustrado en la figura 11. Así, hemos visto como el dato es transmitido en la red frame relay, pero no se ha señalado que le sucedió a las tramas descartadas y porque ellas fueron descartadas. Nosotros señalamos éstos asuntos ahora:

Una trama puede ser descartada debido a una de las siguientes razones:

- ◆ Un error de bit es encontrado por el campo FCS en la trama.
- ◆ La congestión de la red ocurre cuando el buffer en cualquier nodo está lleno. Cuando el nodo está lleno, el nodo comienza a descartar las tramas hasta que el buffer pueda estar vacío.

Como se mencionó anteriormente, la red frame relay no ejecuta ninguna recuperación de los errores. La recuperación de los errores es ejecutada por el CPE (equipo de establecimiento del cliente) en cualquiera de los extremos de la conexión.

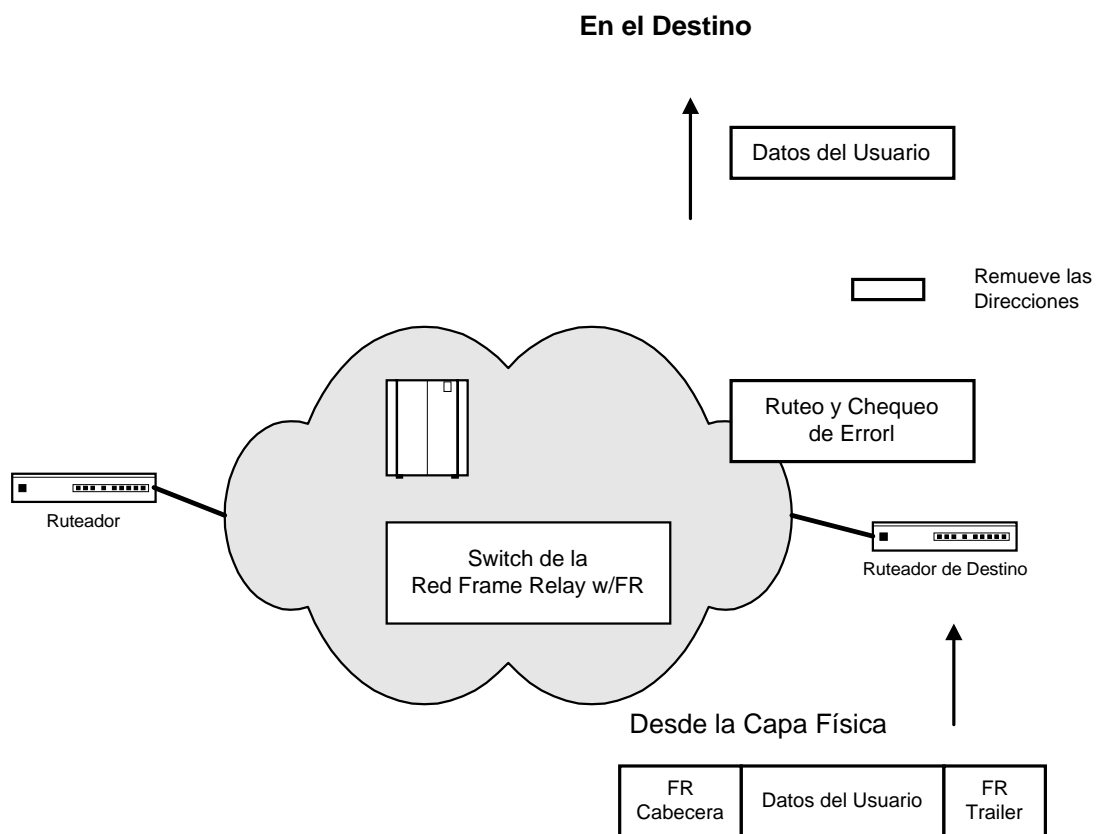


FIGURA 11. Llegada de los datos al Ruteador destino.

1.6. CARACTERISTICAS DE FRAME RELAY

- ◆ **Servicios centrales de frame relay**
 - **Banderas delimitan las tramas.**
 - **Relleno de bits.**
 - **Multiplexación/Demultiplexación de tramas basadas en su dirección.**
 - **Chequeo del tamaño de trama para asegurar un número completo de octetos.**
 - **Chequeo de tramas que están demasiado largas o cortas.**
 - **Detección de errores en la transmisión.**

- ◆ **A diferencia de X.25 o TCP/IP, Frame relay no tiene características de protocolo de nivel 3.**

Las tramas frame relay son una derivación de paquetes basados en HDLC los cuales siempre comienzan y terminan con una bandera 7E (hex) byte.

Para distinguir entre las banderas 7E y un byte de datos 7E, el bit de datos frame relay rellena el campo de datos con un bit extra de datos (actualmente creándose un byte de 9-bits que permitirá que dispositivos en los extremos distingan entre datos y banderas.

Un 7E en hexadecimal es 01111110. Si cinco bits “1” son detectados en el flujo de datos, el próximo bit es retenido. Un “0” es insertado dentro del flujo de bits, entonces el bit retenido es enviado (creando un byte 9-bit). El extremo receptor debe examinar el flujo de bits para tomar una decisión.

Cuando cinco “1” consecutivos son detectados en la cadena de datos, los siguientes dos bits deben ser examinados y una decisión debe ser tomada.

<u>Ultimos 6 bits</u>	<u>Siguientes 2 bits</u>	<u>Bandera ?</u>	<u>Decisión</u>
011111	00	No	Suprima el bit 0 añadido
011111	01	No	Suprima el bit 0 añadido
011111	10	Si	Este es un fin de trama
011111	11	Error	Ejecute recuperación de error

TABLA II. Banderas en la trama Frame Relay.

Las tramas son multiplexadas y demultiplexadas basándose en una dirección contenida en la trama (DLCI). La dirección determina como una trama es desplazada hacia delante a través de la red frame relay.

Las tramas son chequeadas para asegurar que ellas contienen el número correcto de octetos y que los campos dentro de la trama están en los límites apropiados. La secuencia de chequeo de trama (FCS) es parte de cada trama y es usada para detectar errores.

Las posibles condiciones de error que pueden ocurrir en una transmisión frame relay incluyen:

- ◆ Ausencia o delimitación incorrecta en el inicio o fin de la trama.
- ◆ Un paquete que es más pequeño que el tamaño mínimo de paquete definido para frame relay.
- ◆ Un encabezado de paquete que no contiene el número correcto de octetos como se definió para el estándar frame relay.

- ◆ Paquetes con errores de FCS.
- ◆ Paquetes con información de direccionamiento incorrecto para frame relay.
- ◆ Paquetes que usan direcciones que son reservadas y no están disponibles para el usuario.
- ◆ Paquetes que exceden el máximo tamaño agregado por la red.

Frame relay proporciona ciertas características junto con los servicios básicos, estas incluyen:

- ◆ Señalización de interface
- ◆ Porcentaje de información comprometida
- ◆ Prioridad de niveles
- ◆ Direccionamiento global y múltiple

Señalización de interface: La señalización de interface es la señalización a través del FRI (interface frame relay) entre el usuario y la red.

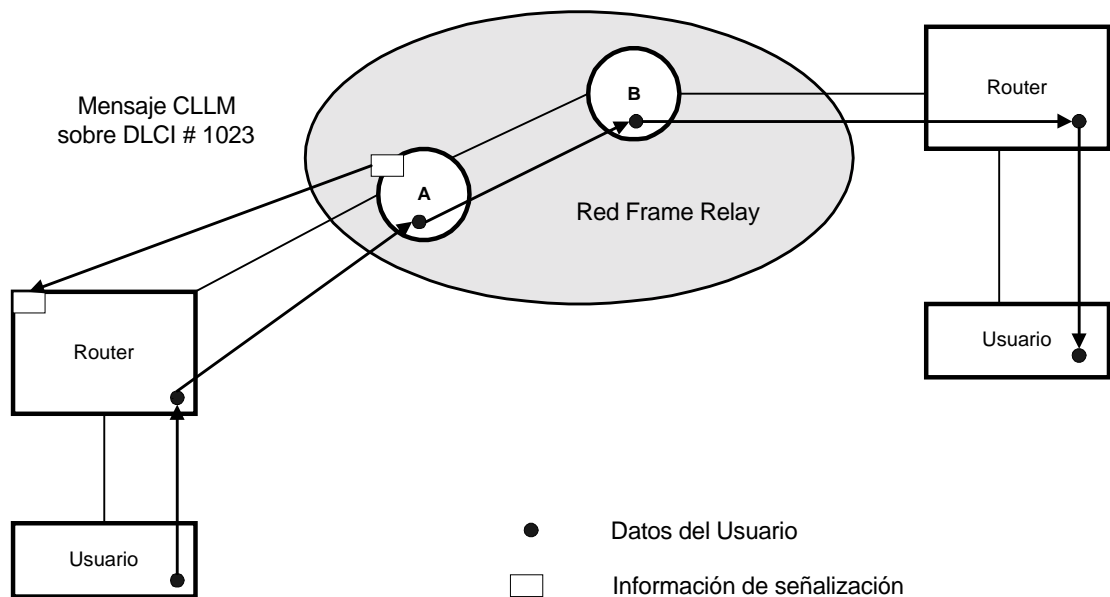
Esto es logrado enviando una trama con un campo DLCI de 1023, llamado a un mensaje consolidado de administración de la capa de enlace (CLLM). La figura 12 ilustra ésta característica.

La señalización de interface fue incluida en el estándar como una opción.

Los proveedores del servicio ahora están implementando esto como un servicio que lo distingue entre sus competidores. Señalización :

- ◆ Señala al CPE que hay congestión en la red
- ◆ Comunica el estado del PVC
- ◆ Mantiene al usuario informado de las velocidades de acceso

FIGURA 12. Uso de CLLM en la señalización de la congestión



La señalización es lograda usando ciertos bits llamados bits de notificación explícita de congestión (ECN) en el encabezado y designando cierto DLCI para motivos específicos.

La función de estos bits es informar a la red que la congestión ha ocurrido. Los dos tipos de ECNs son FECN y BECN, los cuales fueron discutidos previamente. Como usted recuerda, su función es informar a los switches hacia delante y hacia atrás de la congestión que se presente en la trayectoria. Este concepto es descrito en la figura 12.

Otro tipo de señalización FRI es manteniendo al usuario informado del estado de las conexiones virtuales, por ejemplo, enviando mensajes “mantener activo” para mantener al usuario informado que la conexión está en alto y activa.

Esta característica es útil cuando los usuarios no han usado la conexión por un largo período de tiempo. Esta además informa al usuario del estado de la congestión de los nodos.

Porcentaje de información comprometida (CIR): un parámetro llamado velocidad o porcentaje de información comprometida (CIR) permite al usuario estipular su promedio o tráfico normal durante un período recargado.

La red entonces mide el flujo de información sobre una base dinámica. Siempre que el CIR no esté excedido, el tráfico de repetición (tramas) no es alterado.

Si el usuario excede el CIR, el bit DE es colocado en estas tramas para señalar al switch frame relay que descarte estas tramas si ocurre la congestión.

La tasa de información comprometida (CIR) describe el porcentaje de información transferida que la red debe comprometerse a sostener durante la operación normal del usuario.

En otras palabras, el CIR es el rendimiento de salida que el usuario pide y que la red le garantiza para una conexión particular SVC o PVC.

Para el SVC, el CIR es negociado durante la preparación de la llamada. La figura 13 muestra la definición del CIR.

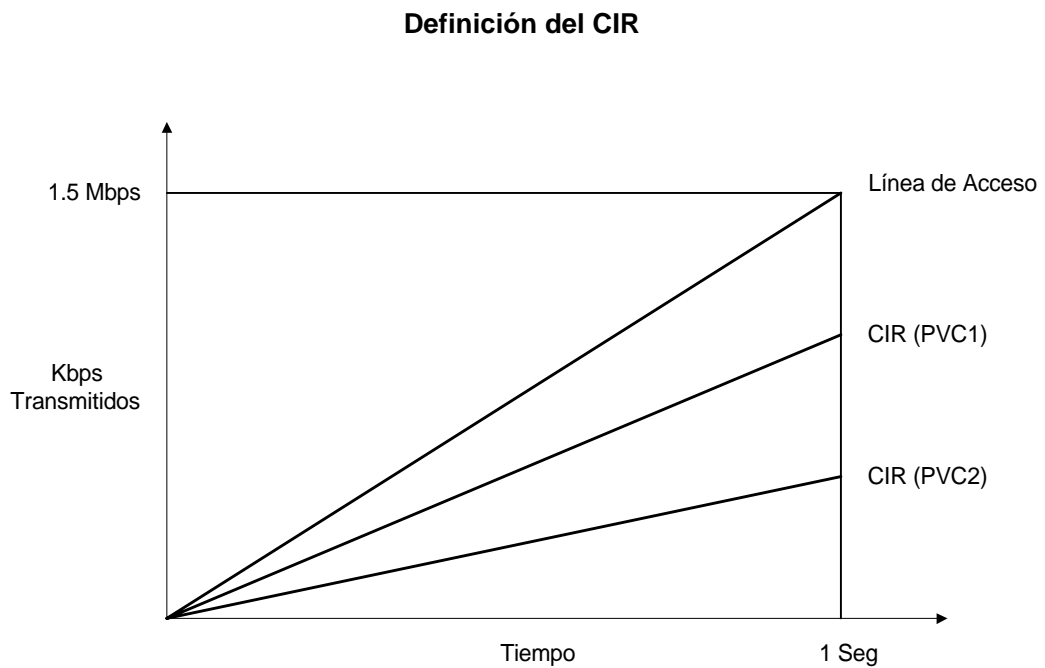


Figura 13. Definición del CIR

Otros parámetros de medición trabajan en conjunto con el CIR, incluyendo el intervalo de medición (T_c), la cantidad comprometida de datos (B_c), y cantidad de datos en exceso (B_e). La figura 14 muestra éstos parámetros.

El intervalo de medición (T_c) es definido como el intervalo de tiempo en el cual el usuario puede enviar una cantidad comprometida de datos, B_c , y una cantidad de datos en exceso, B_e . B_c es definido como el porcentaje de datos comprometido por el usuario y garantizado a ser entregado libre de errores por los operadores de la red. B_e

es definido como la cantidad de datos que excede la cantidad comprometida de datos B_c durante el intervalo de medición.

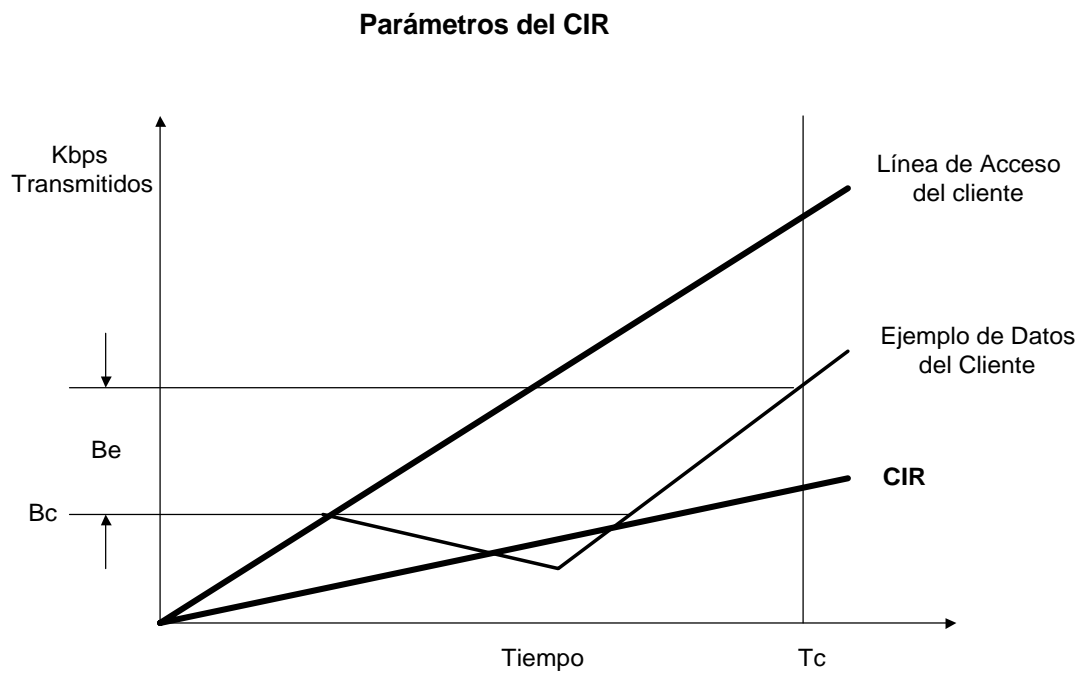


Figura 14. Parámetros del CIR

La relación entre éstos parámetros es como sigue a continuación:

Sí $CIR > 0$, $B_c > 0$ y $B_e = 0$,

entonces $T_c = B_c/CIR$

Si $CIR > 0$, $B_c = 0$ y $B_e > 0$

entonces $T_c = B_c/\text{porcentaje de acceso (velocidad máxima de acceso T1)}$

El otro parámetro usado para el cálculo es el porcentaje de error residual (RER),

$$R = \frac{1 - \text{total correcto de unidades de servicio de datos (SDUs)}}{\text{total ofrecido de SDUs}}$$

Una trama incorrecta o con errores es aquella en la cual uno o más bits están con errores, tales como:

- ◆ Trama entregada con errores: una trama que se entrega con valores de uno o más bits que están con errores.
- ◆ Trama entregada fuera de secuencia: el arribo de una trama que no está en secuencia con respecto a las tramas entregadas previamente.
- ◆ Pérdida de tramas: una trama se declara que está perdida cuando la trama no es entregada correctamente dentro de un tiempo específico.
- ◆ Trama mal entregada: una entrega con destino equivocado. En éste situación, el identificador de control de enlace de datos DLCI puede estar equivocado, la tabla de ruteamiento puede estar fuera de datos, etc.
- ◆ Retardo en el establecimiento de la llamada virtual conmutada: tiempo necesario para preparar una llamada a través de la red.
- ◆ Retardo de limpieza: tiempo tomado para limpiar una llamada a través de la red.
- ◆ Desconexión prematura: la pérdida de la conexión del circuito virtual.
- ◆ Falla en la limpieza de la llamada virtual conmutada: un desperfecto en acabar la llamada virtual conmutada.

Estos son algunos de los parámetros usados para proporcionar servicio frame relay.

1.7. DEFINICIONES DE LA INTERFACE FRAME RELAY

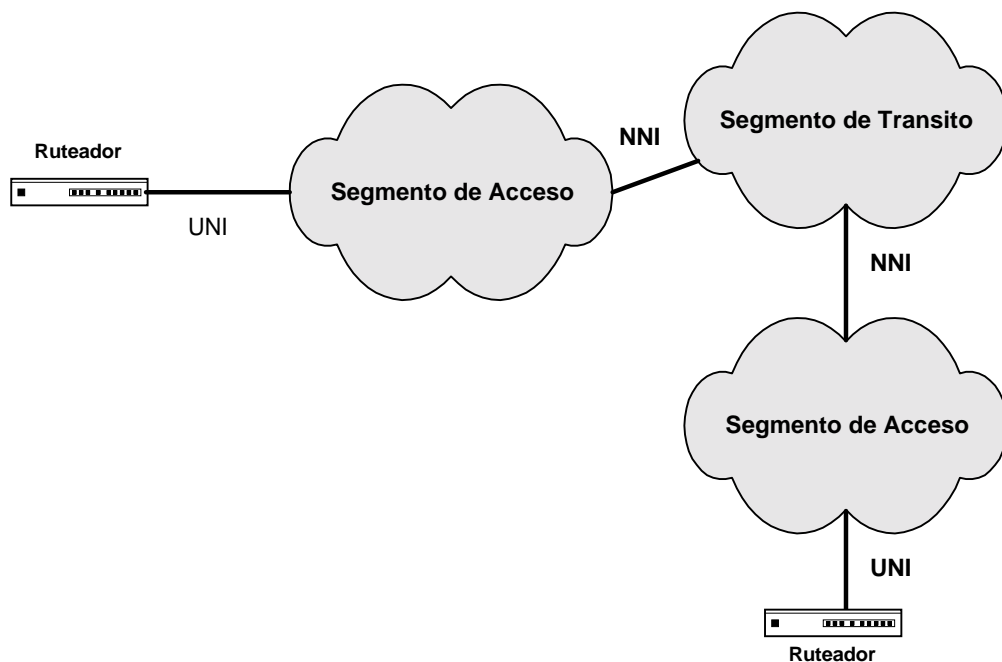


Figura 15. Interfaces en Frame Relay

La interface para el acceso de un dispositivo a Frame Relay (tal como un ruteador multiprotocolo) dentro de la red Frame Relay es llamada Interface Usuario – Red (UNI).

Los servicios Frame Relay pueden también recorrer múltiples redes Frame Relay. La interface entre redes adyacentes Frame Relay es llamada la Interface Red - a - Red (NNI). Estas interfaces son mostradas en la figura 15.

Los proveedores del servicio Frame Relay pueden ofrecer Servicios de Acceso y Servicios de Transito. Servicios de Acceso proveen una interface directa al usuario final. Servicios de Transito proveen conexiones Frame Relay a otros Servicios de Acceso.

1.8. NECESIDAD DEL PROTOCOLO DE ADMINISTRACION DE INTERFACE LOCAL (LMI)

- ◆ **Frame relay proporciona un mecanismo básico de transporte con un ancho de banda según la demanda para los usuarios finales.**
- ◆ **El protocolo no permite un control local o administración de la interface.**
 - El sistema final no puede determinar el estado de la conexión.
- ◆ **La información de administración es enviada a través de la conexión en un canal separado.**
 - Se usa la técnica de señalización fuera de banda.

Los documentos del foro frame relay no definen a frame relay para el control o administración de la interface entre el usuario y la red, o entre dos redes. El protocolo frame relay no permite el control local o administración de la interface, no se permite a la interface determinar la condición de su conexión a la red. Otro protocolo debe ser usado para cumplir esas tareas: el protocolo de administración de interface local (LMI).

Cualquier información de administración o control no puede ser enviada en el mismo canal como datos del usuario; ésta debe ser enviada en un canal separado (señalización fuera de banda).

1.9. ADMINISTRACION DEL ENLACE – ENLACE NNI

- ◆ **Conecta dos redes separadas de Frame Relay**
 - Permite a la interconexión de usuarios de diferentes redes

- ◆ **El administrador de enlace debe ser CCITT Annex A**
- ◆ **El número de DLCI por cada PVC que atraviesan la NNI debe coincidir en ambos extremos de la NNI**
- ◆ **Cada extremo de la NNI es administrado por su propia red**

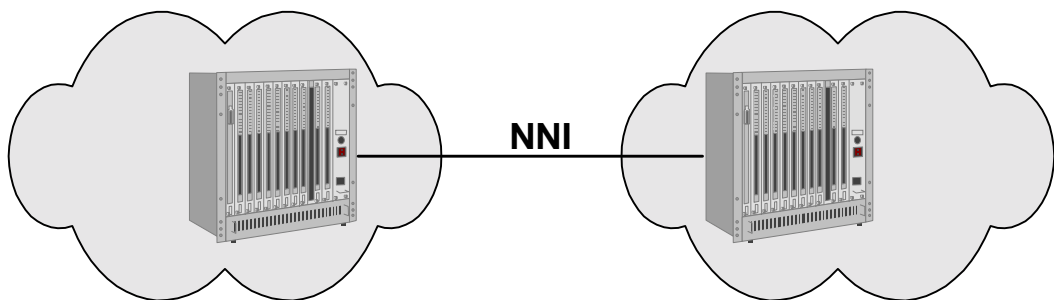


Figura 16. Interface NNI

El enlace NNI conecta dos redes separadas Frame Relay. Ambas redes pueden ser implementadas con switch's similares, o alguna puede contener switch de otro fabricante. Esto se muestra en la figura 16.

La administración del enlace también opera sobre el enlace NNI, la figura 17 ilustra esta situación. El protocolo administrador del enlace que normalmente es usado sobre el enlace NNI es el CCITT Annex A. Lo más importante en la conexión de dos redes es garantizar que los DLCI en ambos extremos del enlace coincidan.

Cada extremo de la NNI será administrado por su propia red; por lo tanto si usted esta en un NMS sobre una red, usted solamente será capaz de ver los estadísticos para los switches y puertos que estén en su red. Su “visibilidad” se detiene en el enlace NNI.

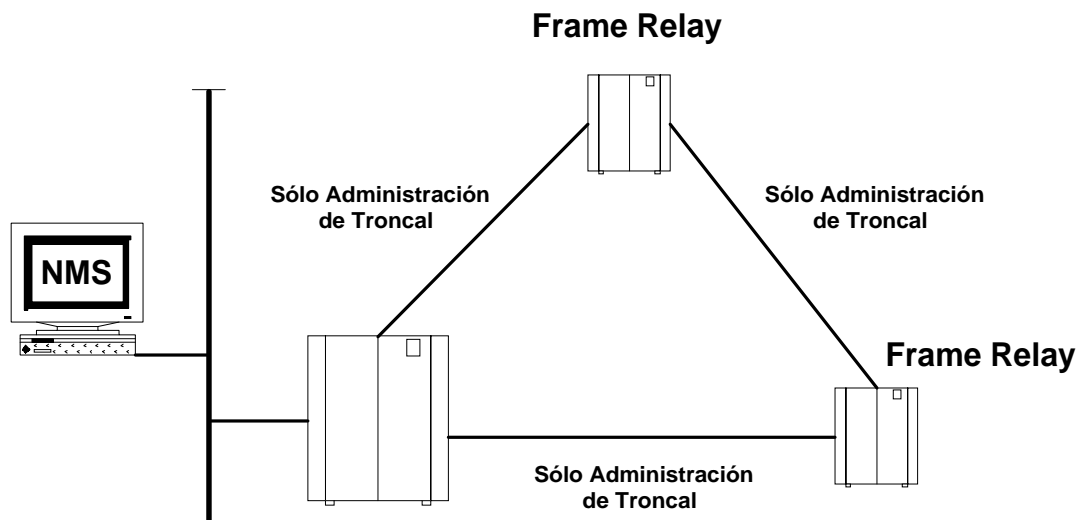


Figura 17. Administración del enlace NNI

1.10. DEFINICION DE TRONCAL

Las troncales son enlaces de comunicación establecidos entre switches Frame Relay dentro de la misma red. Tal como se observa en la figura 18.

La definición de troncales incluye:

- ◆ Definiendo una troncal de puerto físico y lógico
- ◆ Definiendo la conexión de una troncal entre dos switches

- ◆ Creando una línea de conexión de troncal sobre el NMS para representar gráficamente la troncal

Los PVCs establecidos sobre cada una de las troncales usan una porción del ancho de banda de la troncal.

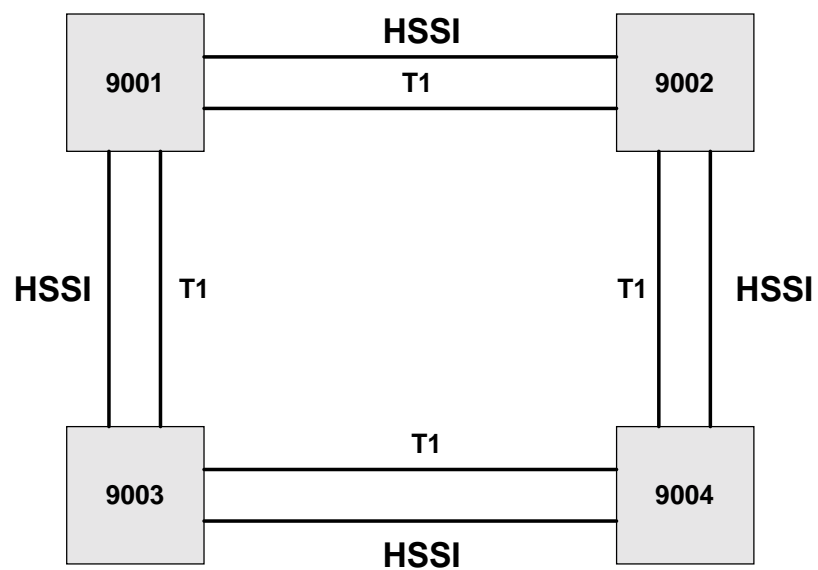


Figura 18. Definición de Troncal

Las troncales pueden ser sobresubscritas: los PVCs pueden sobreprovisionar a una troncal, colectivamente, exceden el ancho de banda físico disponible sobre la troncal.

Los costos administrativos pueden ser atribuidos a troncales para el establecimiento de los PVC.

1.10.1. TRONCALES

- ◆ **Las troncales proveen la medida para que los switches pasen datos**
 - Intercambio de mensajes SNMP y OSPF
- ◆ **Las troncales proveen la disponibilidad de alto ancho de banda**
- ◆ **Las troncales pueden ser sobresubscritas (los PVCs dan más ancho de banda que lo que existe actualmente)**

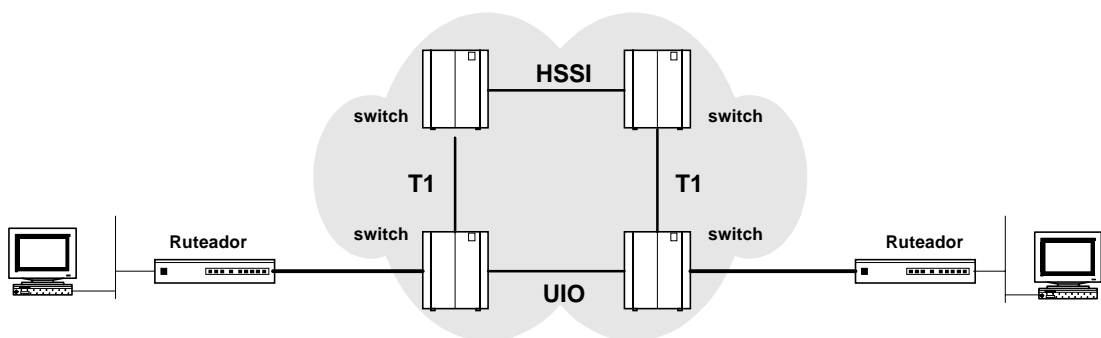


Figura 19. Troncales dentro de Frame Relay

Alguna porción del ancho de banda de la troncal es usada para la administración. Las troncales proveen un ancho de banda para transferir datos de uso y mensajes de control tales como los utilizados por el OSPF (Open Shortest Path First) y un simple protocolo de administración de red (SNMP, Simple Network Management Protocol). La data OSPF es el protocolo usado para rutear los PVCs en la red. La data SNMP es el comando generado a través de la interface gráfica en la Estación de la Administración de la Red o el puerto de interface de la consola. SNMP data es usado para observar, administrar y controlar los dispositivos en la red (los switches, en nuestro caso).

Las troncales proveen disponibilidad de alto ancho de banda por la combinación de múltiples circuitos virtuales (cada uno de los cuales consume una porción del ancho

de banda de la troncal) conectados a una interface individual. A través de un proceso llamado sobresuscripción (*oversubscription*), las troncales pueden parecer tener más ancho de banda disponible (ancho de banda virtual) que lo que físicamente existe sobre la troncal. Los PVCs pueden ser configurados en la troncal hasta el tope total del nivel del ancho de banda virtual (o sobresuscritos).

1.11. CONCEPTO DEL SERVICIO DE CIRCUITO VIRTUAL

◆ **Hay dos tipos de circuitos virtuales:**

- Circuitos Virtuales Permanentes (los más comunes)
- Circuitos Virtuales Conmutados

◆ **Circuitos Virtuales Permanentes (PVC):**

- Es una conexión lógica establecida entre dos puntos extremos
- Los puntos extremos son típicamente ruteadores multiprotocolo

Estos circuitos se los ilustra en la figura 20.

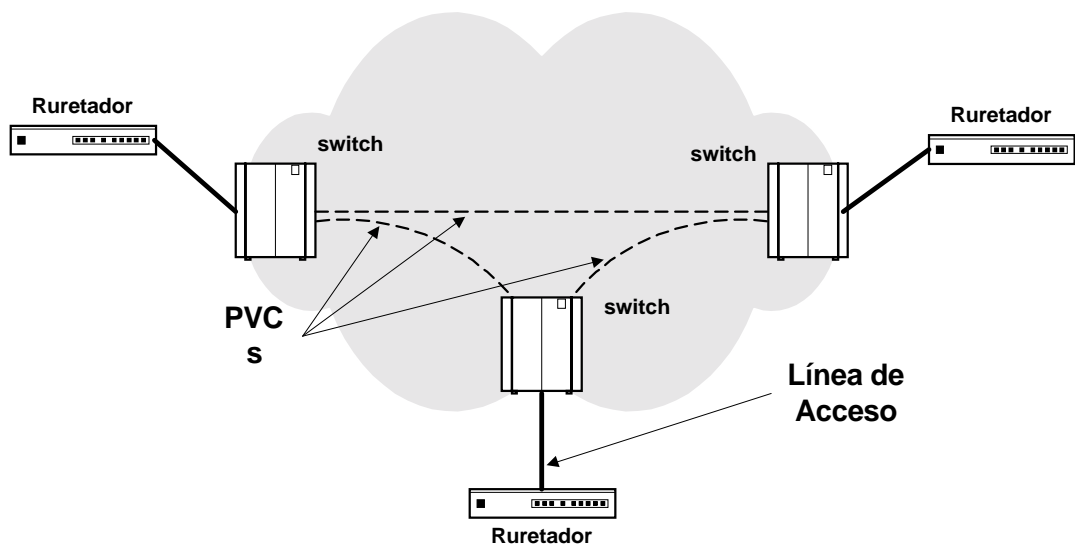


Figura 20. Los PVC en Frame Relay

- ◆ **Los PVCs existen sobre los switches Frame Relay, y no en los puntos extremos (ruteadores), ellos están conectando**

- ◆ **Los Ruteadores necesitan una línea de acceso a la red Frame Relay para tomar ventaja del servicio de los PVCs**

1.11.1. SERVICIO DE CIRCUITO VIRTUAL

- ◆ **Los circuitos virtuales permanentes (PVCs) son los más generalizados hoy en día**
- ◆ **Los PVCs son conexiones lógicas a través de una red de paquetes conmutados**
 - Los PVCs son una conexión orientada a circuitos
 - Los PVCs están siempre en el lugar para transferir datos

- ◆ **Los SVCs son también definidos para redes Frame Relay**
 - Los SVCs no son comunes hoy en día
 - Los SVCs son conexiones lógicas a través de una red de paquetes conmutados
 - Estos proveen conexiones como sean necesarias a algún otro nodo en la red

Frame Relay usa Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs) y Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs).

Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs) son los más generalizados hoy en día. Se establecen entre los dispositivos finales de una red, los PVCs son análogos a las conexiones de las líneas dedicadas (alquiladas); esto es, ellos están siempre disponibles una vez establecidos. Ellos son una conexión orientada a circuitos, pues la conexión permanece ahí siempre una vez establecida y la ruta que los datos toman

desde la fuente al destino es siempre la misma. Los datos llegan en secuencia y siguen la misma ruta a través de la red. Los PVCs son similares a las líneas dedicadas privadas y están disponibles por suscripción de un proveedor del servicio. Los PVCs difieren de las líneas alquiladas en que ellas no se conectan a cada ruteador:

- ◆ Los PVCs existen solamente dentro de las redes Frame relay. Un PVC es configurado desde un puerto de troncal de un switch Frame Relay hasta otro switch, o desde un puerto en un switch a otro puerto en el mismo switch.
- ◆ Una línea de acceso es necesaria al switch Frame Relay a fin de obtener el uso del PVC.

Los PVCs que cruzan múltiples redes Frame Relay son llamados PVCs *multiredes*. Estos PVCs son interconectados a través de las redes usando las NNIs.

Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs) son una alternativa a los PVCs. Los SVCs permiten que el servicio dial por demanda sea posible sobre las redes Frame Relay. Sin embargo, los SVCs no están actualmente soportados porque muchos vendedores de networking no suministran el software de soporte en sus dispositivos.

Actualmente Ascend provee soporte para SVCs en las plataformas B-STDX 8/9000 pero no habilita el acceso al uso de estos; en un futuro se permitirá el acceso.

Los SVCs son similares a las llamadas telefónicas. Ellos requieren un procedimiento de inicio y terminación de llamada. Un SVC se presenta solamente tan grande como sea requerido para transferir los datos y debe ser restablecido por cada transferencia de datos.

Un SVC es un servicio de conexión menor; esto es, los datos pueden tomar diferentes rutas a través de la red y llegar al destino, y pueden llegar fuera de secuencia.

Los SVCs usan direcciones E.164 como su mecanismo de direccionamiento.

1.11.2. LOS PVCs DE LAZO CERRADO

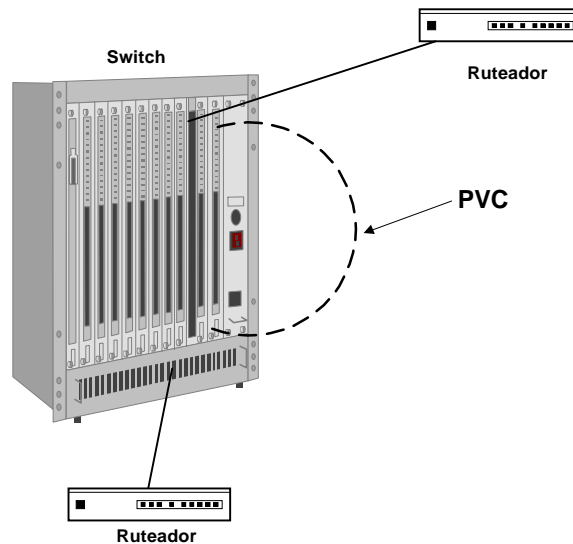


Figura 21. PVC de lazo cerrado.

- ◆ Un PVC puede existir en solamente un switch
- ◆ En este caso, el PVC no usa enlace físico
- ◆ Múltiples PVCs pueden ser multiplexados sobre un enlace físico
- ◆ El cliente tiene más ancho de banda a menor costo
- ◆ El proveedor del servicio hace más eficiente el uso del ancho de banda de la troncal
- ◆ La congestión puede ocurrir si alguno usa todo el ancho de banda de una sola vez

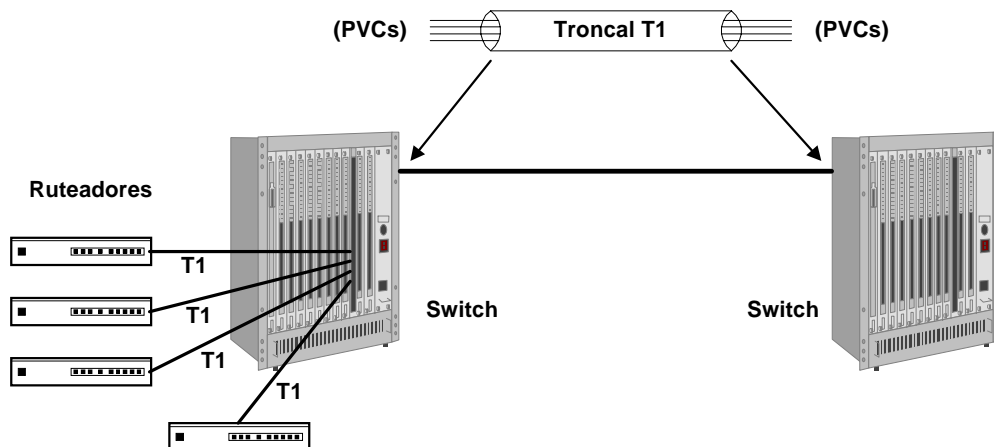


Figura 22. Multiplexación de PVCs

Un PVC no tiene que abarcar más de un switch Frame Relay. Este puede ser configurado para conectar dos routers que físicamente están unidos al mismo switch. Esto es ilustrado en la figura 21.

También, un enlace físico entre dos switches Frame Relay puede llevar más de un PVC. Un enlace entre dos switches es llamado una conexión *troncal*. Lo que se ilustra en la figura 22.

Ganancia Estadística de Conexiones de Troncal

Frame Relay se beneficia de la ganancia estadística de los paquetes conmutados.

En la multiplexación por división de tiempo, por ejemplo, se asigna un espacio fijo de tiempo a un usuario específico, esto quiere decir que si un espacio de tiempo no está siendo usado por el usuario asignado, este no puede ser utilizado por otro usuario. Esto da como resultado un ancho de banda desperdiciado.

Dentro de una red Frame Relay, los paquetes individuales son multiplexados sobre una interface física tal como una troncal. Por lo tanto, múltiples líneas de acceso T1

pueden alimentar a una troncal T1, y un servicio viable puede ser ofrecido tan grande como cada uno no use su ancho de banda disponible en el mismo momento.

Para el usuario, esto representa más ancho de banda en menos costo. Para el proveedor del servicio, esto significa que la red puede ser más eficientemente usada y manejar más clientes.

1.12. IDENTIFICADOR DE CONEXIÓN DE ENLACE DE DATOS (DLCI)

- ◆ **Un PVC es definido por sus puntos terminales**
- ◆ **El punto terminal de un PVC es llamado Identificador de Conexión de Enlace de Datos, o DLCI**
- ◆ **10 bit de dirección identifica el punto terminal de los PVCs**
- ◆ **El rango es de 0 a 1023**
 - 0: Administración del enlace ANSI
 - 1-15: Reservados para uso futuro
 - 16-991: Rango disponible para circuitos virtuales
 - 992-1007: Administración de la capa 2 para red
 - 1008-1022: Reservados para uso futuro
 - 1023: LMI
- ◆ **976 DLCIs potenciales por interface**

Un PVC es definido por su punto terminal. Cada punto terminal es llamado *Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI)*. La figura 23 muestra tanto los DLCI como los PVCs.

Dentro de la cabecera Frame Relay la cual encapsula un datagrama, 10 bits son seteados para numerar los DLCI. Algunos DLCIs son reservados para uso futuro, mientras otros son reservados para la administración del tráfico. Los DLCIs incluyen:

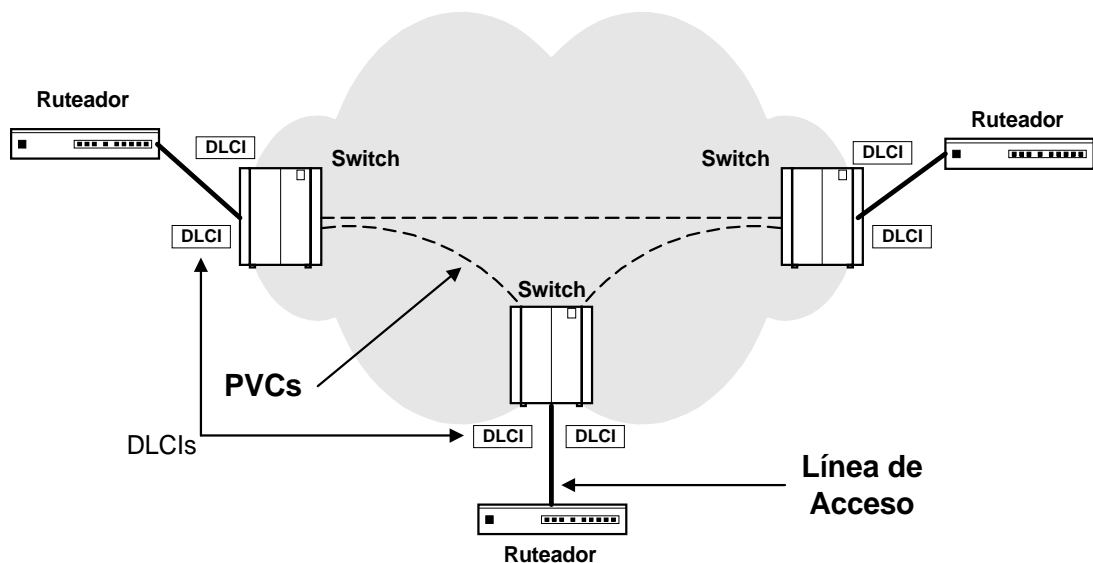


Figura 23. Los DLCI en Frame Relay

- ◆ **DLCI 0:** Reservado para protocolos de administración de enlace ANSI y CCITT (Annex A y Annex D).
- ◆ **DLCIs 1-15:** Reservados para uso futuro.
- ◆ **DLCIs 16-991:** Rango disponible de DLCIs para uso por usuarios individuales, lo que resulta en un límite de 976 DLCIs por interface.
- ◆ **DLCIs 992-1007:** Administración de la capa 2 de red.
- ◆ **DLCIs 1008-1022:** Reservados para administrar las funciones de la capa 2 para la red.
- ◆ **DLCI 1023:** Reservado para el protocolo LMI Rev 1 “Grupo de Cuatro”

1.12.1. SIGNIFICADO DE DLCI LOCAL Y GLOBAL

- ◆ Direcciones solo significan en el enlace local
- ◆ No se superponen los puntos terminales
- ◆ Permiten la escalabilidad

Significado de DLCIs Locales

En la figura 24, el Ruteador 1 tiene dos circuitos virtuales permanentes definidos sobre su interface: DLCI 20 y 50. El punto final de destino del circuito con DLCI 20 desde el ruteador R1 es el ruteador R2, con un DLCI de 25. No hay conflicto con los DLCIs de este circuito tal como ellos estan en la figura 24.

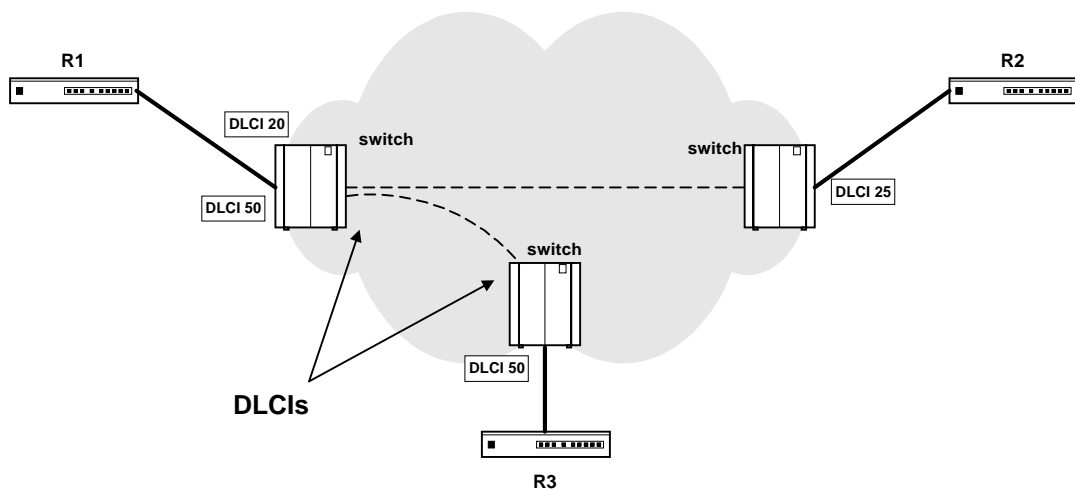


Figura 24. DLCI locales

El punto final de destino del circuito con DLCI 50 desde el ruteador en R1 es el ruteador en R3 con un DLCI de 50 también. No hay conflicto aquí tampoco, porque el ruteador R1 y el ruteador R2 definen puntos finales no superpuestos. (Los DLCIs son reusables, en los puntos finales no se superponen.)

Si, sin embargo, un nuevo circuito fuera definido en R1 y el usuario prueba usar el DLCI 20 (con la existencia de un circuito todavía operacional), esto puede definir una superposición de puntos finales y una operación ilegal.

Significado de los DLCIs Globales

Otra opción existe para la asignación de los DLCIs: Significado de los DLCIs Globales. Con esta opción, los DLCIs no pueden ser rehusados dentro de la red.

Si los DLCIs globales fueran los definidos en la figura 24, el DLCI 50 siempre identificará al ruteador en R3 y el DLCI 25 siempre identificará al ruteador en R2. El DLCI 50 no puede ser rehusado en R1 si R3 tiene ya uso del DLCI 50 para esta red. Esta situación tiene algunos beneficios y algunas desventajas. En esta situación, un DLCI particular ya será identificado con una cierta localización. Sin embargo, si surge la necesidad de definir más de 976 localizaciones, DLCIs no estarán disponibles, porque 976 es el límite para definir usuarios DLCIs.

1.13. DLCIs Y DIRECCIONES IP

- ◆ **Los DLCIs son usados para identificar los puntos extremos de un PVC**
- ◆ **Los Ruteadores deben asociar DLCIs con direcciones IP**
 - Ruteadores IP normalmente estarán asignando direcciones IP
 - Transferencia de datos desde un ruteador a otro requiere direccionamiento IP
 - Una resolución debe ser tomada para hacer la asociación entre los DLCIs del circuito y las direcciones IP del dispositivo final
 - Las resoluciones *direcciones IP/DLCI* serán guardadas en los ruteadores

Ruteadores IP se conectan a la red a través de enlaces de acceso, también usan direcciones IP para comunicarse a través de la nube Frame Relay. El uso de circuitos

virtuales establecidos transfieren datos a través de la nube. Una asociación (resolución de direcciones) debe ser hecha entre las direcciones IP de los dispositivos sobre el enlace de acceso y los DLCIs de los circuitos virtuales. Las resoluciones direcciones IP a direcciones DLCI son guardadas localmente en el ruteador en la reserva ARP. La reserva ARP es una memoria localizada en el ruteador que es usado como una “tabla de ruteo” para transferir los datos desde el IP (capa de red) al enlace de datos y capa física (DLCI). Los ruteadores pueden usar ARP e Inverso ARP para resolución de dirección.

1.14. RESOLUCION DE DIRECCIONES IP

◆ Asigne una dirección IP para una MAC

- En Frame Relay esto se da mapeando una dirección a un DLCI

◆ Las opciones de resolución de direcciones incluyen:

- ARP – Protocolo de Resolución de Direcciones
 - Las direcciones de red son conocidas
 - DLCI a través del cual el host puede ser alcanzado no es conocido
 - El paquete ARP es enviado a través de todos los DLCIs activos
 - La dirección de red es mapeada a un DLCI local que recibe respuesta
- ARP inverso – Protocolo de Resolución de Direcciones Inverso
 - Usado para encontrar direcciones IP de host y otros extremos de PVC.
 - El paquete InARP envía fuera todos los reportes recientes de los DLCIs.
 - La tabla ARP es construida sobre el inicio de la interface.
 - Todos los ruteadores en la red frame relay deben sostener esta opción.

1.15. CREACION DE PVC Y LMI – UNI

◆ Mensaje de Status Completo LMI

- Proporciona la condición actual de los PVCs y la creación de unos nuevos DTE.
- ◆ **El PVC creado no está “activo” hasta que el PVC esté disponible a ambos extremos de los CPEs.**
 - El DLCI recibe el mensaje de estado desde la red conteniendo el DLCI.
 - El mensaje además indica los PVCs “nuevos” (inactivos) y “activos”.
 - Colocación de nuevos bits en el status de mensaje de la red cuando los usuarios NMS agregan PVC
 - Nuevos bits son limpiados en el status de mensaje de la red cuando el número de secuencias de mensaje del status de requisito es igual al número de secuencias enviado por la red en curso
 - Bits activos son colocados por la red cuando existe una ruta con destino establecido en la red.

El protocolo LMI opera sobre la UNI, ente los dispositivos DTE y DCE. El protocolo LMI provee la verificación del enlace y el Status de información sobre los PVCs.

Cuando un PVC es creado en el NMS, una serie de mensajes son enviados a través de la UNI para determinar si el PVC puede empezar a transmitir datos. Un PCV últimamente creado no es necesario habilitarlo para pasar datos. En la creación de los PVC, estos son rotulados como Nuevos, un estado indicando que un PVC fue bien creado, pero esta inactivo actualmente. El típico LMI empieza intercambiando la examinación y el número de secuencia (polling and sequence number exchanges). Un PVC cambia de Nuevo (inactivo) a Activo cuando el proceso de intercambio de número de secuencia indica que el mensaje del Status de Requisito desde el DTE hace juego con el número de secuencia desde la red (el envío del número de secuencia contiene en la red status de mensaje (respuesta)). Una vez que esto ocurre, el Nuevo bit es limpiado. El bit Activo (un separado y distintivo bit en el paquete LMI) es puesto solamente cuando se asegura que en la red hay una ruta definida entre los dispositivos extremos (DTEs fuente y destino).

1.16. CREACION DE LOS PVC Y LMI – NNI

◆ Para que un PVC este activo, todos los segmentos PVC entre las dos UNIs deben estar activos

- Todos los segmentos PVCs son operacionales
 - Todos los segmentos UNI y NNI son operacionales
 - La verificación del sondeo de enlace íntegro es exitosa en todas las UNIs y NNIs
- El DTE remoto, usando procedimientos bidireccionales, reporta a los PVC como activos
 - Redes intervenidas adoptan a un bit “Activo” como un 1 (set)
 - Redes intervenidas pueden limpiar el bit “Activo” si un error ocurre

Los procedimientos bidireccionales de red son usados a través de un segmento NNI. Cada lado de la NNI necesita interrogar al otro sobre el status de información del PVC. El procedimiento bidireccional difiere del procedimiento UNI en que el mensaje Status de Requerimiento y el Status de mensaje (respuesta) son emitidos desde ambos extremos de la red. Ambos lados operan tanto como DTE y como DCE con tiempos de sondeo independientes; el tiempo puede diferir en ambos extremos. Ambos lados también contienen número de secuencias separados, intercambiados para cada dirección del flujo de datos. El número de secuencia enviado y recibido considerado estan separados en cada dirección LMI.

Las NNIs pueden también soportar procedimientos asincrónicos actualizados, los cuales deben ser para PVCs individuales actualizados. Los cambios de los PVC deben ocurrir tan rápidamente como sea posible; actualizaciones asincrónicas (“como estas ocurran”) realizan esta meta porque ellas pueden actualizar un cambio de status a un PVC individual sin estar esperando para que un sondeo de tiempo expire.

Los PVCs vendran siendo activos en una configuración de una multired cuando todos los segmentos PVC esten operacionales, lo cual significa qque todos los segmentos UNI y NNI estan operacionales. El sondeo de enlace íntegro indicará que todos los segmentos estan operacionales. El usuario remoto, usando procedimientos bidireccionales, es el reponsable por reportar un PVC como Activo. Los requerimientos para un PVC Activo son:

- ◆ El UNI remoto coloca al bit activo del PVC en 1 y lo envía a éste hacia el destino.
- ◆ El bit Activo es colocado cuando existe una ruta directa entre los puntos extremos.
- ◆ Redes intervenidas pueden pasar este como 1 o reiniciar este a 0 si esta fallando.
- ◆ El usuario remoto especifica a un PVC como Activo si procedimientos bidireccionales son usados sobre la UNI remota.

1.17. MONITOREAR LA VELOCIDAD – DEFINICIONES

- ◆ **Velocidad de Acceso**
 - La máxima velocidad a la cual los datos pueden ser pasados en la red
- ◆ **CIR – Velocidad de Información Comprometida**
 - La velocidad a la cual la red acepta datos desde el usuario sobre un circuito virtual y se compromete a transferirlos bajo condiciones normales de promedio de tiempo
- ◆ **Bc – Tamaño de Ráfaga Comprometida**
 - La velocidad a la cual la red acepta datos desde el usuario y se compromete a transferirlos sobre un circuito virtual bajo condiciones normales.
- ◆ **Be – Tamaño del Exceso de la Ráfaga**

- La habilidad para enviar datos en exceso de la velocidad comprometida sobre un circuito virtual por periodos cortos de tiempo.

Velocidad de Acceso: La máxima velocidad a la cual los datos pueden ser transferidos en la red, definido por la velocidad de la línea del circuito entre el usuario y la red.

Velocidad de Información Comprometida (CIR): La velocidad a la cual la red queda en aceptar los datos bajo condiciones normales. CIR es definido para cada PVC.

Tamaño de Ráfaga Comprometido (Bc): El máximo número de bits, que durante un intervalo de tiempo T, la red se compromete en aceptar bajo condiciones normales. Bc es definido para cada PVC.

Tamaño del Exceso de la Ráfaga: Número máximo de bits no comprometidos, durante un intervalo de tiempo T, la red queda en aceptar mas arriba del Tamaño de Ráfaga Comprometida Bc. Be es definido para cada PVC.

Intervalo de Tiempo T: El intervalo de tiempo sobre el cual la velocidad y el tamaño de ráfaga son medidos. Para calcular T, se usa la siguiente formula:

$$Bc / CIR = T = 1 \text{ seg por lo tanto } Bc = CIR$$

1.18. DEFINICIONES DE MONITOREO DE LA VELOCIDAD Y DE EVITAR LA CONGESTION

◆ **Priorización de circuitos**

◆ **DE – Discard Eligible**

- Mecanismo que el usuario o la red pueden señalar frames seguros sobre un circuito virtual tan elegible para desechar

◆ **GD – Graceful Discard**

- Un circuito que permite ignorar el bit DE

◆ **Notificación de Congestión**

- Usado por la red para señalar los problemas de congestión de la red y peticiones que un usuario temporalmente transmite más despacio sobre un circuito virtual en la red
- FECN
- BECN

Bit Elegible de Descarte (DE): Un bit en la cabecera de Frame Relay usado para indicar que un frame es elegible para ser descartado por la congestión en un nodo.

Aplazamiento de Descarte (GD): Cuando esta abilitado, esta función torna a los *frames rojos* en *frames de mejor esfuerzo*. Cuando esta deshabilitado, esta función descarta a los frames.

Notificación de Congestión: Usado por la red para señalar los problemas de congestión y solicitar que el usuario temporalmente disminuya la transmisión sobre un circuito virtual en la red.

Notificación de Congestión Explícita hacia Adelante (FECN): Un bit en la cabecera Frame Relay que indica que el frame ha pasado a través de un nodo que está experimentando congestión en la misma dirección en la cual el frame esta viajando.

Notificación de Congestión Explícita hacia Atrás (BECN): Un bit en la cabecera Frame Relay que indica que el frame ha pasado a través de un nodo congestionado a causa del tráfico viajando en la dirección opuesta.

1.19. APLICACIÓN DEL CIR

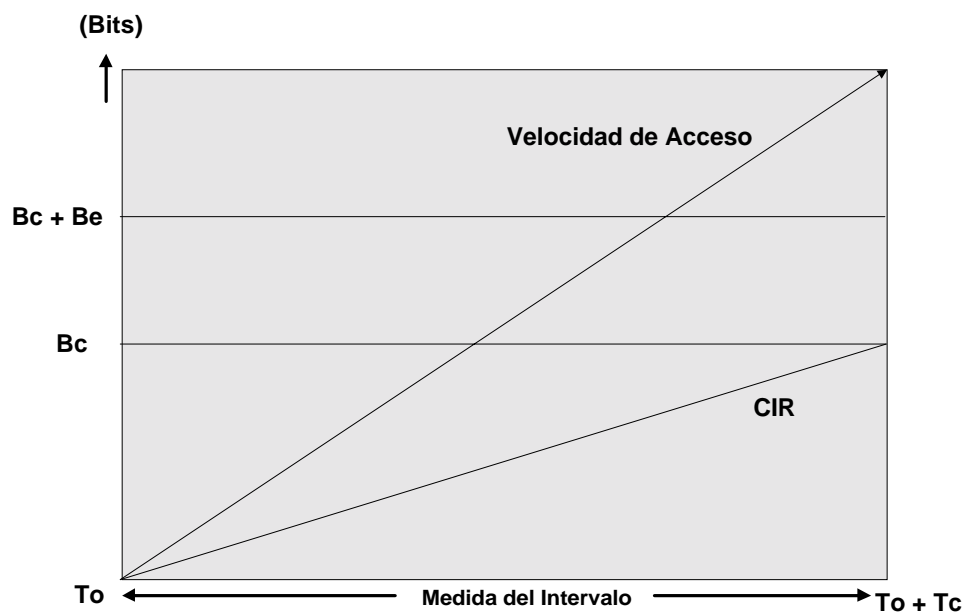


Figura 25. Aplicación del CIR

El usuario de Frame Relay especificará una velocidad garantizada de transmisión bajo circunstancias normales, CIR, lo cual coloca expectativas desde la red. Todo por debajo del CIR garantizará el acceso a la red, bajo condiciones normales de operación.

Un usuario particular puede ocasionalmente rebosar sobre su CIR por una cierta cantidad especificada como B_e .

Para asegurar que estos datos son aceptados por la red, el usuario puede optar por excesivo relleno (B_e). Ellos pueden exceder arriba de $B_c + B_e$ dentro del intervalo de tiempo T_1 .

Sin embargo, todo sobre B_c y bajo $B_c + B_e$ será tratado con el mejor esfuerzo y entregado solamente si el ancho de banda esta disponible. Cualquier cosa sobre $B_c + B_e$ será descartada.

Estos conceptos se ilustran en la figura 25.

Designaciones Verde, Ambar, y Roja son usadas para identificar como los paquetes viajan a través de la red:

Frames verdes son nunca descartados por la red, excepto bajo extremas circunstancias (tales como una falla en el nodo o el enlace).

Frames ambar son remitidos con la fijación del bit DE y son elegibles para descartar si pasan a través de un nodo congestionado.

Frames rojos son descartados

Aplazamiento de descarte (GD), cuando habilitan, a tornar a los frames Rojos en frames de mejor esfuerzo. Cuando esta deshabilitado, los frames Rojos son descartados.

1.20. ADMINISTRACION DE LA CONGESTION

Las Formas de Trafico describen una serie de reglas que definen en flujo de tráfico en una red Frame relay. El remitente esta usualmente preguntando para identificar modelos de tráfico “típicos” para garantizar un servicio de datos y puede ser que pregunte por modelos de tráfico arriba de este nivel garantizado. El proveedor de la red puede entonces proveer un nivel esperado de servicio al usuario y monitorear el comportamiento de la red. Sin embargo, ocasionalmente ocurren catástrofes, tales como una falla en la troncal, puede resultar en la congestión de la red. Esto se ilustra en la figura 26.

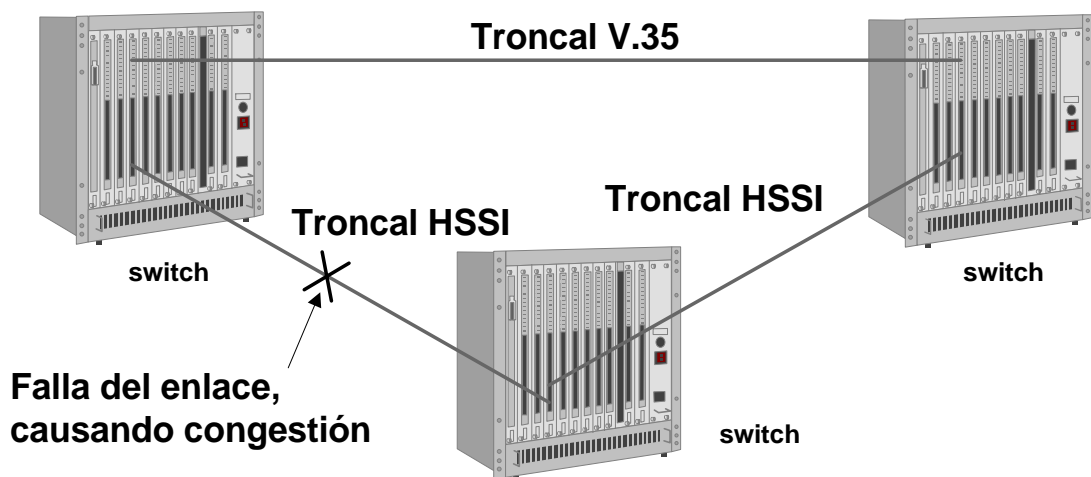


Figura 26. Administración de la congestión

La administración de congestión involucra intentar evitar la ocurrencia de una condición de congestión dentro de la red. Sin embargo, aprendiendo de una condición de congestión, la red debe hacer todo el esfuerzo para limpiar la congestión y restaurar el servicio normal.

1.20.1. EVITAR LA CONGESTION

- ◆ **El Switch B llega a ser congestionado sobre el puerto 2:**
 - FECN bit que fija el destino de la información
 - BECN bit que fija a la fuente de información
- ◆ **Los Ruteadores no requieren reaccionar a FECNs o BECNs**

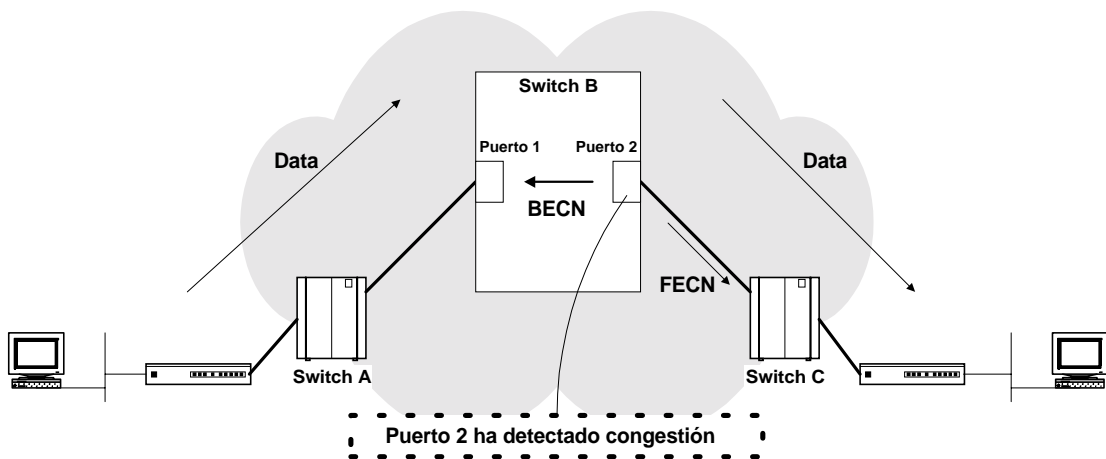


Figura 27. Evitar la congestión

La red Frame Relay usa los bits FECN y BECN para notificar a los usuarios de la red de la congestión a fin de evitar descartar paquetes. La figura 27 ilustra esta situación.

El bit de Notificación de Congestión Explícita hacia delante (FECN) informa al destino de la congestión. Este usuario es usualmente el origen del problema.

El bit de Notificación de Congestión Explícita hacia atrás (BECN) informa a la origen de la congestión. Este usuario es generalmente un contribuidor de la congestión. El usuario debería suspender o tener una transmisión lenta de datos en la red; sin

embargo, esto no es requerido. Porque los dispositivos de la red no requiere suprimir el respaldo recibiendo los BECNs, la red Frame relay no puede confiar en la reacción de los usuarios de la red ante la congestión dentro de la nube Frame Relay.

1.20.2. RECUPERACION DE LA CONGESTION

- ◆ **Si ocurre congestión en la red, la red tratará de despejarla tan rápido como sea posible**
 - Los datos almacenados son examinados para elegidamente descartar y para priorizar
 - Diferentes niveles de congestión pueden ser definidos con diferentes acciones tomadas en cada nivel
 - Una vez limpiada la condición de congestión, la red tratará de reanudar las operaciones

La congestión ocurre en un puerto. Si un puerto esta congestionado, la red trabajará para limpiar a éste, examinando el bufferd de datos para elegir y priorizar el descarte. Dependiendo de los niveles de congestión, diferentes acciones pueden ser tomadas por la red.

1.21. LOS FRADs

Frame Relay Assembler/Disassemblers (FRADs) permiten el tráfico de No-Frame Relay y servicios para utilizar el servicio de la red Frame Relay. FRADs pueden ser dispositivos separados o pueden estar incorporados en un ruteador estándar. El FRAD usualmente convierte formatos SDLC en formatos LLC2 y entonces empaqueta el

tráfico LLC2/SDLC en frames para transferir. El mismo FRAD puede proveer otras interfaces tales como una Binaria Sincrónica (Bisync) y dispositivos asincrónicos.

Los FRADs generalmente emplean funciones de encapsulación multiprotocolo que no son las mismas como los procedimientos de encapsulación empleados en Frame Relay. Típicamente los FRADs no son diseñados para manejar tráfico LAN. Ellos manejan tráfico tal como X.25, SNA, y otros protocolos de tráfico acomodado asincrónicos y bisincrónicos (async y bisync) tal como tráfico asincrónico interactivo, tráfico de requerimiento screen – based, transferencia de tráfico de archivos, data FAX, envío de datos, y así en adelante. Esto se muestra en la figura 28. En una red Frame Relay, cada usuario recibirá un DLCI por su flujo de datos. En una red tal como SNA, donde los usuarios están conectados a un controlador, cada usuario no necesariamente recibirá un DLCI individual. Los usuarios serán multiplexados a través de un único DLCI en el FRAD.

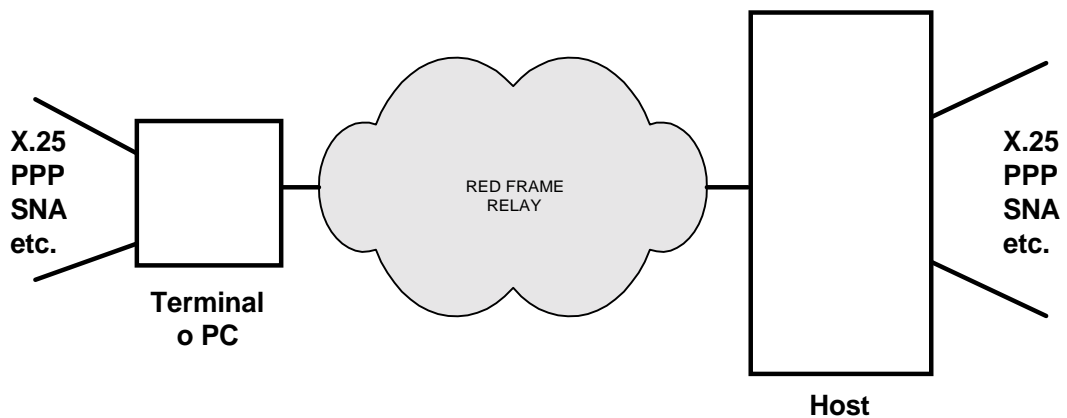


Figura 28. Los FRADs

CAPITULO II

DISEÑO DE LA NUBE FRAME RELAY SURATEL (BACKBONE)

2.1. JUSTIFICACION PARA LA IMPLEMENTACION DE LA RED PUBLICA FRAME RELAY DE LA COMPAÑÍA SURATEL Y SU APLICACIÓN PARA FILANBANCO

Actualmente es conveniente disponer de un medio de comunicación con menor retardo, alta confiabilidad, mayor eficiencia en el uso del ancho de banda, y un ahorro económico por el uso del servicio. Lográndose mediante un sistema de comunicación diferente, utilizando Frame Relay que es una tecnología de conmutación de paquetes que es simple, rápida y eficiente.

Las razones por las cuales Filanbanco u otros clientes, utilizarían este servicio de transmisión son las siguientes:

- ◆ **La confiabilidad**, que es del 99.99 % debido a los enlaces satelitales implementados en la red.
- ◆ **Transparencia**, es decir que independientemente del tipo de protocolo en el que trabaje el cliente, la información es encapsulada y transmitida a través de la red

hasta el destino donde es desencapsulada y entregada al cliente en su propio protocolo.

- ◆ **Gran rendimiento y ahorro**, porque todo el tráfico de voz, fax y datos del cliente puede ser integrado y transmitido sobre la misma línea digital de acceso al servicio de voz y datos de la compañía SURATEL, utlizándose todo el ancho de banda, lo que representa ahorro económico y gran funcionalidad.
- ◆ **Altas velocidades**, de hasta 2 Mbps debido a la no corrección de errores lo que conlleva a un bajo retardo.
- ◆ Permite **redundancia** de enlace para garantizar la funcionalidad constante del sistema.
- ◆ Servicios de **Circuitos Virtuales Permanentes** que son similares a las líneas privadas dedicadas.
- ◆ **Compresión** de datos para reducir costos; esto es, cuando las líneas llegan a ser costosas, la compresión de datos es requerida para mantener mínimos los costos de las comunicaciones.

2.1.1. VENTAJAS DE LA INTEGRACION DE LOS USUARIOS A LA RED FRAME RELAY

- ◆ Ahorro de dinero.
- ◆ Aumenta la flexibilidad de la red.
- ◆ Simplifica la arquitectura de red.
 - Operación con circuitos virtuales.
 - Comunicación entre todos los nodos.
 - Mejor uso de las centrales telefónicas del Cliente.
 - Seguridad e inviolabilidad de la información.
- ◆ Mejora el rendimiento de las aplicaciones de datos.
- ◆ Reduce el costo de las operaciones de red, debido a la optimización del ancho de banda, diferencia clave con una red TDM.

- ◆ Confiere ventajas estratégicas de negocios al Cliente facilitando la comunicación con otras entidades que ingresen a la red.
- ◆ Posicionamiento de la red para migración a otros servicios de banda ancha (ATM).

2.2. EQUIPOS Y TOPOLOGIA DEL BACKBONE

2.2.1. EQUIPOS DE CONMUTACION (SWITCHES)

El switch STDX 6000 que se ubica en la ciudad de Cuenca es una plataforma Frame Relay/SMDS WAN con seis slot que tiene varios módulos de interface instalados para las necesidades particulares del usuario.

Este switch viene con el Sistema Operativo incorporado dentro de la memoria Flash.

El STDX 6000 consiste en un procesador de paquetes (PP) que interactúa con múltiples módulos I/O para acomodar especificaciones de interface, velocidades y protocolo. La plataforma del hardware está basada en un backplane de 800 Mbps.

El procesador de paquetes proporciona la administración del background y funciones de interconexión. Los módulos I/O administran el nivel más bajo de una troncal de nodo o las interfaces de usuario. Ellas realizan el enlace físico de datos (trama) y operaciones de multiplexación sobre troncales externas y enlaces de usuarios. Todos los módulos I/O son completamente intercambiables dentro de la familia de Switches CASCADE.

El PP y los módulos I/O usan un procesador Intel i960 RISC para realizar una alta conmutación de paquetes. Este switch utiliza conectores pasivos para los módulos I/O, suministradores de poder, y módulos de ventilación que permiten ser reemplazados.

El STDX 6000 tiene las siguientes características:

- ◆ Un alto rendimiento en la interconexión LAN–WAN para redes públicas y privadas basadas en los estándares de industrias para la organización y administración de redes.
- ◆ Soporte para tecnologías de banda ancha, incluyendo Frame Relay y SMDS.
- ◆ Espectro amplio de velocidades de línea en el rango de Sub-DSO a 6 Mbps.
- ◆ Fácil expansión a través del diseño modular.
- ◆ Servicio de red a través de circuitos virtuales permanentes (PVCs).
- ◆ Monitoreo de la velocidad del PVC para uso estadístico, y de diseño.
- ◆ Administración de la congestión, basada en el ruteamiento del paquete OSPF (La primera trayectoria más corta) para el soporte de redes.
- ◆ Características de retransmisión de protocolos, tales como PPP a RFC1490.
- ◆ Flexibilidad con DTE, DCE, e interfaces NNI.
- ◆ Servicio de acceso SMDS.
- ◆ Trayectoria rápida
- ◆ Troncalización óptima.

Los módulos I/O del switch STDX 6000 tienen distintas velocidades. La tabla III identifica las velocidades de los puertos y las interfaces para cada tipo, también la capacidad de puerto para cada módulo.

Tabla III. Módulos I/O para el STDX 6000

Módulos I/O	Velocidad de los Puertos	Capacidad de los Puertos	SMDS	Frame Relay
6-Puertos Universales IO (V.35, X.21, EIA 530)	4.096 Mbps	2 V.35, 2 X.21, y 2 EIA 530	Si	Si
V.35	4.096 Mbps	6 V.35	Si	Si
8 ó 18-Puertos Universales IO (V.24, X.21)a,b	128 Kbps	8 V.24, 8 X.21, 18 V.24, o 18 Xx.21	Si	Si
Canalizada T1	1.54 Mbps	1 T1 Enpaqueta-24 (total o fraccional)	Si	Si
Canalizada E1	1.984 Mbps	1 E1 Enpaqueta-30	Si	Si

Este switch puede ser configurado hasta 60 puertos. Como resultado tenemos que un máximo de tres módulos UIO de 18 puertos pueden ser instalados en éste switch.

Tomando en consideración la demanda que va a tener nuestra red de datos Frame Relay en la ciudad de Cuenca se ha estimado conveniente hacer uso del switch STDX 6000 con un módulo de 6 puertos, lo cual nos permitirá dar servicio a un número igual de usuarios. Y dependiendo del crecimiento que tuvieran los clientes este número de puertos se puede incrementar hasta un máximo de 30.

La capacidad de puertos la aumentamos insertando módulos los mismos que pueden tener distinto número de puertos.

El módulo I/O de 6 puertos V.35 contiene seis puertos V.35, cada uno de los cuales está en capacidad de manejar un rango de velocidades desde los 19.2 Kbps hasta 4.096 Mbps. El usuario puede individualmente configurar cada uno de los puertos V.35 sobre el módulo como un DCE o DTE para proporcionar las funciones de cualquier puerto lógico basado en tramas.

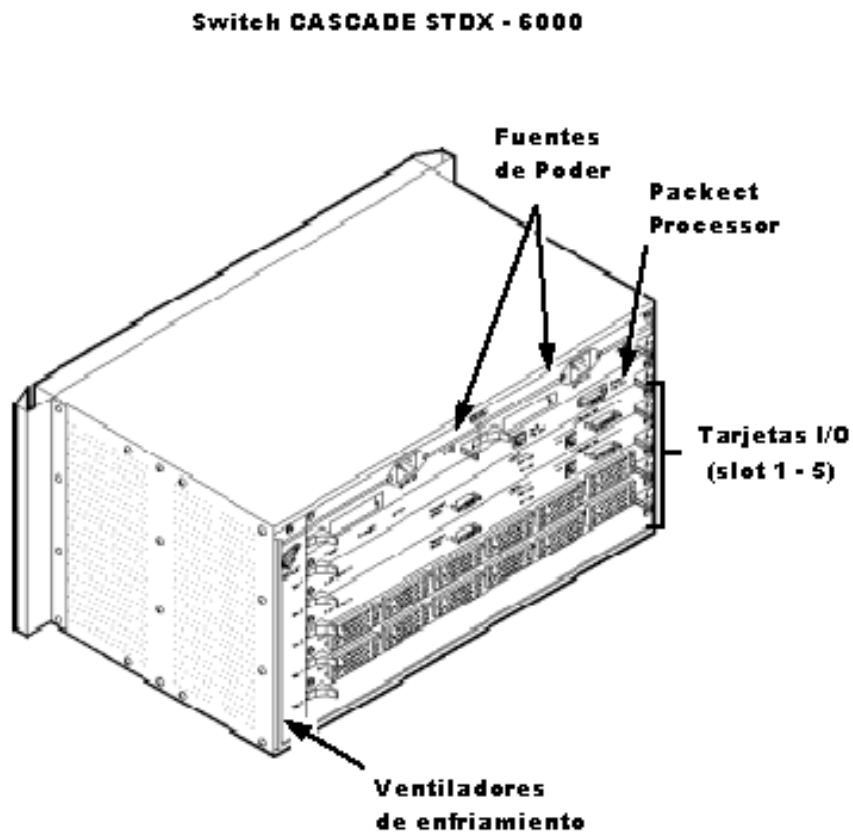


Figura 29. Switch CASCADE STDX 6000

Se pueden realizar conexiones individuales al dispositivo del usuario tal como un ruteador, puente, o un concentrador controlador. También se pueden establecer conexiones a la troncal de la red por medio de un dispositivo DSU/CSU.

Para los dispositivos de los usuarios, la conexión puede ser frame relay o no. Si el usuario no está trabajando en frame relay, éste switch ensambla los datos del enlace dentro del formato frame relay.

Los módulos I/O de 6 puertos V.35 tienen las siguientes características operacionales:

- ◆ Proporciona el monitoreo de los PVCs
- ◆ Permite a los puertos ser interfaces de usuario o para troncales
- ◆ Reduce el costo para los servicios frame relay
- ◆ Permite configuraciones de alta densidad de puerto
- ◆ Permite flexibilidad en la configuración

La tabla IV muestra las especificaciones físicas que vienen incorporadas dentro del switch STDX 6000.

Los otros switches utilizados son CASCADE BSTDX 8000 que se ubican en las ciudades de Quito y Guayaquil, dado que este equipo tiene una mayor capacidad de conmutación de paquetes, lo que permite satisfacer la alta demanda del tráfico de datos entre ambas ciudades.

Este equipo consiste en un procesador de control (CP) que interactúa con múltiples procesadores I/O para cumplir con especificaciones de interface, velocidades y protocolos que utilice el usuario.

El B-STDX 8000 dispone de 8 slot que ofrecen redundancia y múltiples servicios de conmutación WAN proporcionando múltiples servicios para redes públicas y privadas.

Hay tres módulos CP: CP 30, CP 40 y CP 50 que permiten tener mayores capacidades de memoria para la configuración y almacenamiento de información.

Tabla IV. Especificaciones Físicas del Switch CASCADE STDX-6000

Especificación	Descripción
Estándares Frame Relay	ANSI T1.606; T1.617;T1.618; RFC1157; RFC1213; RFC1247
Puertos WAN	Frame Relay, HDLC FRAD; UNI-DCE; UNI-DTE; NNI, PP-RFCI1294 FRAD
Administración de la Red	Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP); Administración de Información Base-II (MIBII)
Interfaces WAN	V.35, T1, G.703, EIA449, X.21, RS530,RS530A
Administración de Interfaces	Ethernet, RS-232, RJ-45
Características Físicas	El switch básico incluye un módulo de poder, un módulo ventilación, y un módulo de Packet Procesador. El STDX 6000 tiene la capacidad para 5 módulos I/O.
Tamaño	17.5 in de ancho x 8.75 in de alto x 11.25 in de profundidad
Peso	50 lbs. Máximo
Disipación Térmica	300 watts máximo, 512 BTU/hr.

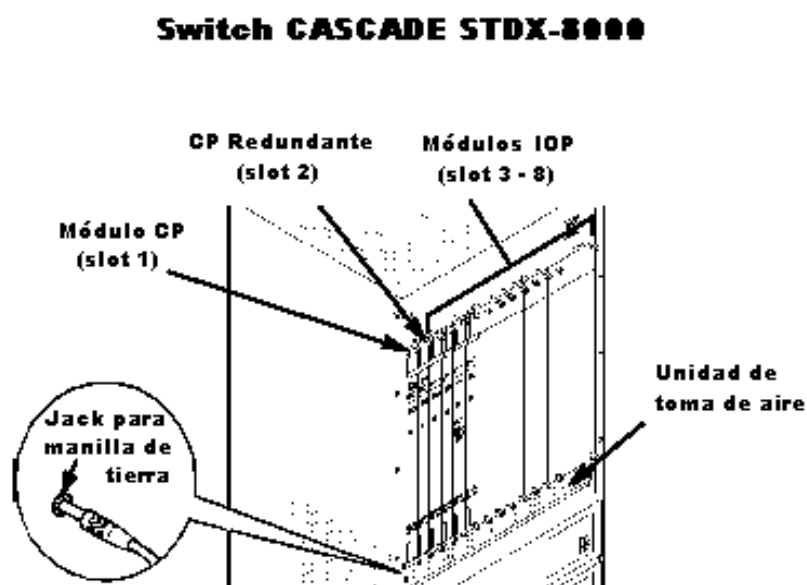
Los distintos procesadores de control (CP 30, CP 40 y CP 50) permiten la administración del background; cada uno tiene un panel de conectores y una tarjeta CP.

El B-STDX 8000 tiene las siguientes características:

- ◆ Soporte de tecnologías de banda ancha sobre una plataforma, incluyendo ATM, frame relay, SMDS, ISDN, y SNA/SDLC.

- ◆ Soporte para un espectro amplio de velocidades de línea en un rango desde Sub-DS0 a OC-3c.
- ◆ Una infraestructura para portadores públicos o privados administrados por redes de paquetes de banda ancha basados en estándares de la industria para la interconexión y administración de redes.
- ◆ Proporciona servicios de circuitos virtuales permanentes para Frame Relay.
- ◆ Conexión de canales virtuales ATM (VCC) y servicios de interconexión de redes.
- ◆ Servicio de acceso a ISDN, y a interfaces de velocidades primaria (PRI).
- ◆ Administración de la congestión, basado en el ruteamiento de los paquetes OSPF para soporte de grandes redes.
- ◆ Características de traslación de protocolo, tales como el PPP a RFC 1490.
- ◆ Opciones de redundancia para CP, IOPs y módulos de fuentes de poder para un alto rendimiento de interconexión.
- ◆ Administración de la red basada en el protocolo SNMP.
- ◆ Soporte para SNA/SDLC, el cual requiere 16 módulos IOP.
- ◆ Soporte para conmutación IP, que requiere también 16 módulos IOP.

Figura 30. Switch CASCADE STDX 8000



La tabla V muestra los módulos IOP para el switch B-STDX 8000 donde se indica la velocidad y capacidad del puerto y las interfaces para cada tipo de módulo:

Tabla V. Módulos IOP del B-STDX 8000

Módulo IOP	Velocidad de los Puertos	Capacidad de los Puertos
IO Universales (V.35, X.21)	8 Mbps	8 V.35 ó 8 X.21
T1/E1 No Canalizado	1.544/2.048 Mbps	4T1 ó 4E1
T1/E1 ISDN PRI Canalizado	T1: 23D canales y 1B canal E1: 30D canales y 1B canal	4 24 – empaquetado ISDN PRI ó 4 31 – empaquetado ISDN PRI
T1/E1 Canalizado	1.544/2.048 Mbps	4 24 – empaquetado T1, ó 4 31 – empaquetado E1
HSSI	45 Mbps	2 HSSI
DSX-1	1.54 Mbps	10 DSX –1
DS3 Canalizado	44.736 Mbps por puerto/módulo	1 28 – empaquetado T1
ATM UNI T1/E1	1.544/2.048 Mbps	12 T1 ó 12 E1
ATM IWU OC3c/STM-1	155.52 Mbps	1 OC3c ó 1STM – 1
ATM CS DS3/E3	44.736 Mbps (DS3) ó 34.368 Mbps (E3)	1 DS3/E3

A continuación se presenta la tabla VI en la que se indican las especificaciones físicas del CASCADE B-STDX 8000:

Tabla VI. Especificaciones Físicas del B-STDX 8000

Especificaciones	Descripción
Estándares Frame Relay Estándares ATM Estándares SMDS	Frame Relay Forum UNI, ATM Forum UNI, Servidor de Acceso SMDS, TA-001239, TA- 001240
Interfaces WAN	V.35, T1, E1, T3, HSSI, X.21, RS-232, DS3, OC3, STM-1
Interfaces de Administración	Ethernet, RS-232
Características Físicas	El sistema básico incluye un módulo de poder y un módulo de enfriamiento (ventilador). El B-STDX 8000 tiene la capacidad para dos CPs y 6 módulos IOP. Además tiene la capacidad para una segunda fuente de poder.
Tamaño	19.0 in de ancho x 31.5 in de alto x 15.0 in de profundidad
Peso	160 lbs. máx.
Disipación Térmica	1300 watts máx., 4433 BTU/hr. AC 1000 watts máx, 3410 BTU/hr. DC

Teniendo en consideración que en las ciudades de Quito y Guayaquil existe una mayor cantidad de usuarios se colocará el Switch CASCADE B-STDX 8000 cuya capacidad de crecimiento es mayor al CASCADE STDX 6000 por tener 8 slots en los cuales es posible insertar módulos de acuerdo al requerimiento de nuestros clientes.

Cabe anotar que éste equipo nos permite trabajar con velocidades de hasta 45 Mbps en frame relay, lo que facilita el transporte de mayor cantidad de información de los usuarios.

Ambos equipos STDX 6000 y B-STDX 8000 permiten la conexión de una estación de administración de la red NMS, por medio de la cual se configura el switch; éste proceso incluye: mapear y añadir módulos tipo I/O, configuración lógica y física de los puertos.

El NMS usa el protocolo SNMP que genera requisitos de información por medio de los cuales se observa, administra y controla la red.

Después que se conecta el NMS al switch, se instala un terminal de consola que se comunica con el sistema de administración de la red NMS. Esta consola nos permite realizar diagnósticos y ejecutar otros comandos de administración por medio de un terminal asincrónico o computador que corre un programa de emulación de terminal. Esta consola puede utilizar el sistema operativo DOS o el sistema UNIX. Esto se ilustra en la figura 31.

Conexión del STDX a NMS y Consola Terminal

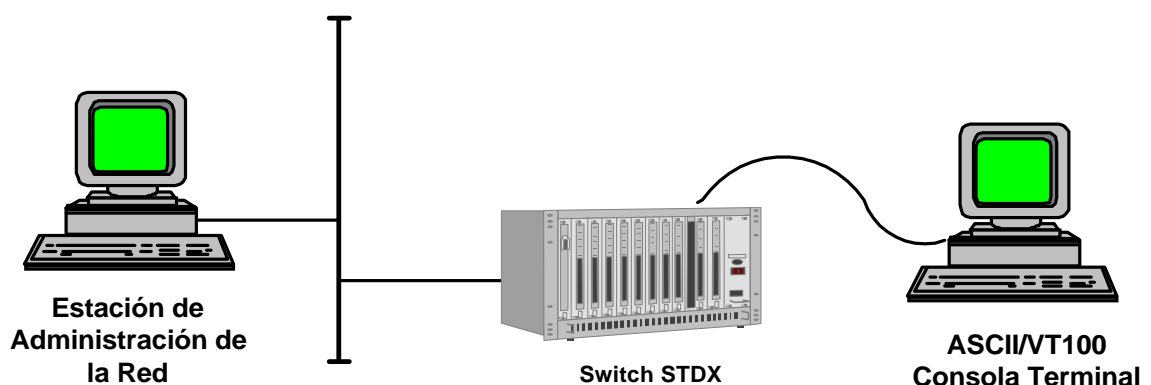


Figura 31. Conexión del STDX a NMS y Consola Terminal

2.2.2. TOPOLOGIA DE LA NUBE

La topología consiste en el ordenamiento de los nodos que conforman la nube Frame Relay.

Para una red Frame Relay es importante garantizar que la transmisión de datos tenga una alta confiabilidad; por esta razón se selecciona una topología en malla, por su relativa inmunidad a problemas de fallas y cuellos de botella. Dada la multiplicidad de rutas entre los DTE y los DCE, es posible encaminar el tráfico evitando componentes que fallan o nodos ocupados. A pesar de que esta solución es costosa, es preferible usarla frente a otras topologías por su gran fiabilidad, especialmente para las redes con pocos nodos.

Topología de la Nube FR Suratel

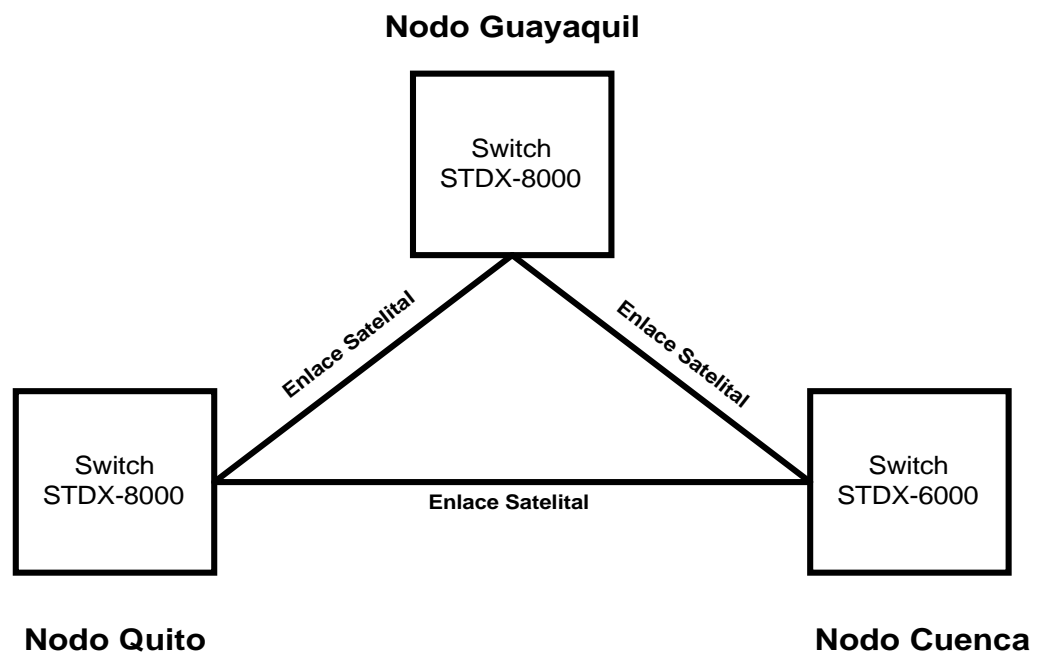


Figura 32. Topología de la Nube FR Suratel

La red Frame Relay de Suratel, la constituyen tres nodos, que se comunican todos entre sí para garantizar la comunicación de un nodo a otro nodo. Tal como se indica en la figura 32.

En el caso nuestro usamos la priorización en el enlace entre el nodo de Guayaquil y el de Quito, y si por algún motivo este enlace se cae, se establecerá la comunicación por la ruta alterna Guayaquil – Cuenca – Quito; permitiendo de esta manera tener una redundancia en la interconexión de los nodos que mantendrá la comunicación.

2.1. MEDIOS DE TRANSMISION ENTRE LOS NODOS FRAME RELAY

Para el diseño de la red frame relay se escoge el enlace satelital como medio de transmisión entre los nodos ubicados en Quito, Guayaquil y Cuenca.

Dicho medio de transmisión se selecciona por tener una confiabilidad del 99.99%.

Se instala un telepuerto en cada una de las tres ciudades; este telepuerto consiste en una antena parabólica que está enlazada con el switch cascade para la transmisión de los datos.

En Guayaquil, el telepuerto se ubica en el edificio el Forum; en Quito en la sucursal principal de Filanbanco y en la ciudad de Cuenca en su agencia principal.

Estos telepuertos utilizan la técnica de acceso múltiple por división de tiempo TDMA, que es frecuentemente empleada en aplicaciones comerciales.

TDMA opera en el dominio del tiempo y es aplicable únicamente a sistemas digitales. En cualquier momento dado en el tiempo, únicamente una estación en tierra accede al

transpondedor; por consiguiente, marcas de tiempo individuales se asignan a las estaciones en tierra operando con este transpondedor en un orden secuencial.

Específicamente, todas las estaciones en tierra transmiten ráfagas de información que llegan al transpondedor del satélite consecutivamente sin que exista solapamiento en el tiempo.

TDMA utiliza el ancho de banda del transpondedor de manera más eficiente, sin embargo, este requiere una sincronización casi perfecta que conduce a una tecnología más compleja incrementando el costo de los terminales.

El principal objetivo es determinar la cantidad de ancho de banda en el transpondedor que será usado en el enlace de comunicación. Para calcularlo se utilizan las velocidades de las portadoras entre cada ciudad, utilizando la siguiente fórmula se obtiene:

$$BW = \frac{RATE \times (1.4)}{(FEC) \times (MOD)}$$

$$BW = \frac{RATE \times (1.4)}{(FEC) \times (QPSK)}$$

$$BW = \frac{[2(512) + 2(256) + 2(256)] \times 1.4}{(3/4) \times (2)}$$

$$BW = 1.91 \text{ MHz} \approx 2 \text{ MHz}$$

El costo mensual en la renta de 2 MHz alcanza un valor de US\$ 24,000.00; este valor puede variar de acuerdo a la disponibilidad del ancho de banda libre en el transpondedor. Por consiguiente, es extremadamente importante hacer un uso eficiente del ancho de banda del transpondedor.

El tipo de modem se escoge según la aplicación del usuario y el esquema de modulación que se utilice: PSK, QPSK. En nuestro caso se utiliza la modulación QPSK y el modem Comstream CM701 que trabaja con los tipos de modulación PSK, QPSK y 8PSK.

La diferencia básica entre los esquemas de modulación es el número de bits de información que pueden ser transmitidos en un símbolo. Este es entonces usado para calcular el ancho de banda ocupado por una velocidad de transmisión, la cual es función del esquema de modulación y de la velocidad de información de la aplicación del usuario.

La presencia de errores en los datos se supera con el uso de un código de corrección que se añade al dato en el lado del transmisor. Además, este código es usado para corregir el dato en el lado del receptor. Los códigos de corrección tienen valores típicos de $1/2$, $3/4$ y $7/8$.

Las pérdidas propias en la transmisión satelital incluyen: pérdidas de polarización, pérdidas de direccionamiento (terminal y satélite), pérdidas por la absorción de gases, exceso de atenuación debido a la lluvia, etc.

La tabla VII resume la información más importante del transpondedor número **15 de PAS-1 de PanAmSat**; que se utiliza en los enlaces entre Guayaquil, Quito y Cuenca:

Tabla VII. Parámetros del Satélite PAS-1 de PanAmSat

Ancho de banda transpondedor	72 MHz
Frecuencia de transmisión	6.365 GHz
Frecuencia de recepción	4.140 GHz
G/T	-1.8 dB/K
Densidad flujo satélite (SFD)	-86.2 dBW/m ²
EIRP	38.6 dBW
Entrada backoff	6 dB
Salida backoff	4.2 dB

El retardo que se presenta en un enlace satelital el cual es de 500 milisegundos tiende a afectar la transmisión de la información; pero esto se compensa con la alta confiabilidad del enlace, y por el uso de equipos modernos que utilizan técnicas de compresión de datos, y priorización del tipo de tráfico.

ENLACES ENTRE LOS NODOS

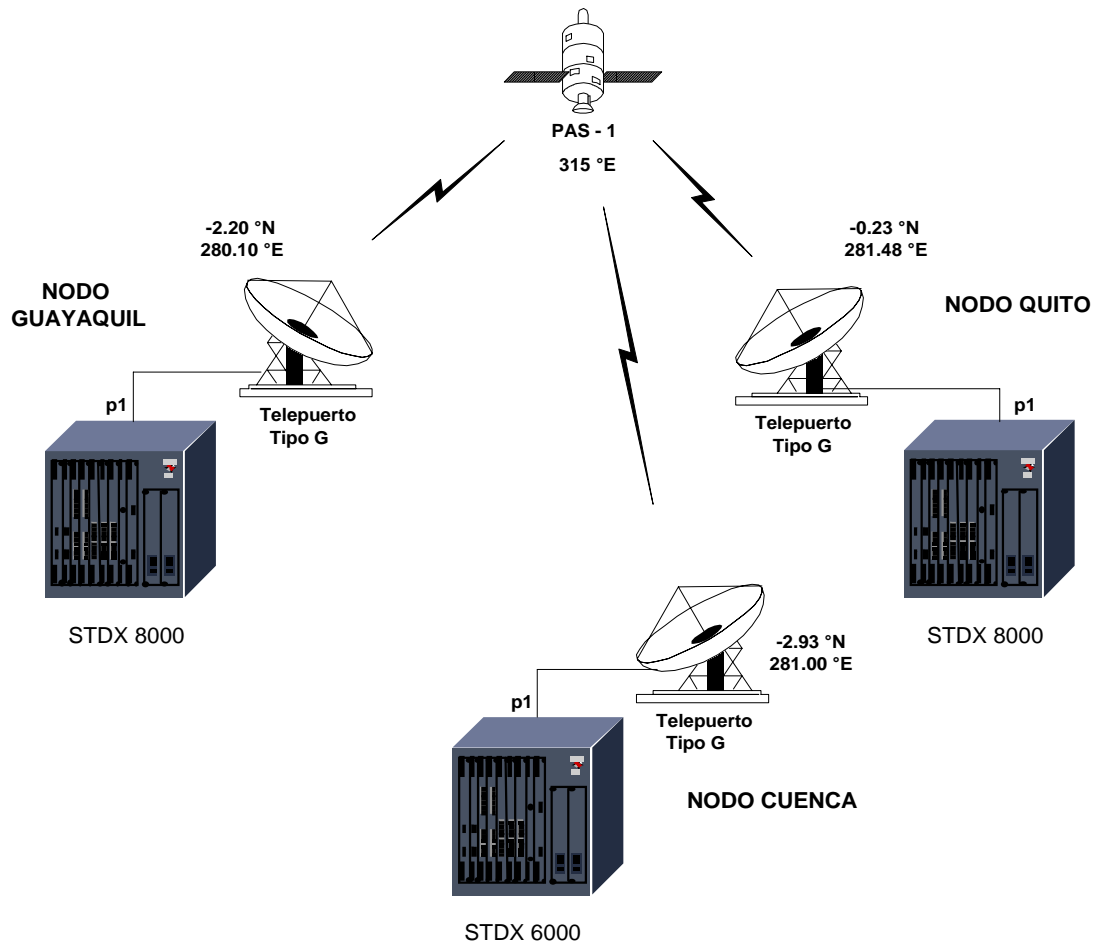


Figura 33. Enlaces satelitales entre los nodos Frame Relay

A continuación se muestran los cálculos del enlace satelital para los telepuertos situados en Guayaquil, Quito y Cuenca (Tablas VIII, IX, X, XI, XII y XIII):

Tabla VIII
Cálculos de Enlace – Telepuerto Guayaquil: GYE – QIO
Suratel – Ecuador
Ajuste Guayaquil a Quito

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	512
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	682.67
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sta} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	36.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	
Guayaquil	
Latitud, \varnothing (°N)	-2.20
Longitud, λ_{sta} (°E)	280.10
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.90
Angulo Central, β_0 (deg)	34.96
Angulo de Elevación, h (deg)	49.39
Azimuth, A (deg)	86.85
Rango, S (Km)	37117.79
Diámetro de la Antena (m)	7.20

Ganancia de transmisión (dBi)	52.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Amplificador de Potencia (w)	75.00
Sitio de Recepción	Quito
Latitud, \varnothing (°N)	-0.23
Longitud, λ sta (°E)	281.48
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	33.52
Angulo Central, β_0 (deg)	33.52
Angulo de Elevación, h (deg)	51.02
Azimuth, A (deg)	89.65
Rango, S (Km)	37015.21
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de Recepción (dBi)	44.80
Ruido por temperatura de la Antena (K)	25.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	69.75
EIRP de la Estación (dBW)	49.74
Pérdidas de camino (dB)	199.94
Pérdidas de poiting (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-153.91
C/No (dBHz)	74.69
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-114.84
Carrier IBO (dB)	28.34
Carrier OBO (dB)	26.54
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	9.66

Pérdidas de camino (dB)	196.20
Pérdidas de pointing (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	24.21
C/T (dBW/K)	-164.53
C/No (dBHz)	64.07
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	487.62
C/No Ascendente (dBHz)	74.69
C/No Descendente (dBHz)	64.07
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	71.88
Total C/No (dBHz)	63.09
C/No Requerido (dBHz)	63.09
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	487.62
Uso	0.677%
Potencia (dBW)	9.66
Uso	0.285%
Eb/No (dBHz)	6.00

Tabla IX
Cálculos de Enlace – Telepuerto Guayaquil: GYE – QIO
Suratel – Ecuador
Ajuste Quito a Guayaquil

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	512
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	682.67
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sta} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	36.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	
Quito	
Latitud, \varnothing (°N)	-0.23
Longitud, λ_{sta} (°E)	281.48
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	33.52
Angulo Central, β_0 (deg)	33.52
Angulo de Elevación, h (deg)	51.02
Azimuth, A (deg)	89.65
Rango, S (Km)	37015.21
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de transmisión (dBi)	48.80
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00

Amplificador de Potencia (w)	40.00
Sitio de Recepción	Guayaquil
Latitud, \varnothing (°N)	-2.20
Longitud, λ_{sta} (°E)	280.10
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.90
Angulo Central, β_0 (deg)	34.96
Angulo de Elevación, h (deg)	49.39
Azimuth, A (deg)	89.85
Rango, S (Km)	37117.79
Diámetro de la Antena (m)	7.20
Ganancia de Recepción (dBi)	48.60
Ruido por temperatura de la Antena (K)	34.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	63.82
EIRP de la Estación (dBW)	46.61
Pérdidas de camino (dB)	199.92
Pérdidas de pointing (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-157.01
C/No (dBHz)	71.59
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-117.95
Carrier IBO (dB)	31.45
Carrier OBO (dB)	29.65
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	6.55
Pérdidas de camino (dB)	196.22
Pérdidas de pointing (dB)	0.20

Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	27.75
C/T (dBW/K)	-164.12
C/No (dBHz)	64.48
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	487.62
C/No Ascendente (dBHz)	71.59
C/No Descendente (dBHz)	64.48
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	71.88
Total C/No (dBHz)	63.09
C/No Requerido (dBHz)	63.09
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	487.62
Uso	0.677%
Potencia (dBW)	6.55
Uso	0.172%
Eb/No (dBHz)	6.00

Tabla X
Cálculos de Enlace – Telepuerto Guayaquil: GYE – CUE
Suratel – Ecuador
Ajuste Guayaquil a Cuenca

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	256
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	341.33
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sta} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	33.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	
Guayaquil	
Latitud, \varnothing (°N)	-2.20
Longitud, λ_{sta} (°E)	280.10
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.90
Angulo Central, β_0 (deg)	34.96
Angulo de Elevación, h (deg)	49.39
Azimuth, A (deg)	86.85
Rango, S (Km)	37117.79
Diámetro de la Antena (m)	7.20
Ganancia de transmisión (dBi)	52.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Amplificador de Potencia (w)	75.00

Sitio de Recepción	Cuenca
Latitud, \varnothing ($^{\circ}$ N)	-2.93
Longitud, λ sta ($^{\circ}$ E)	281.00
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.00
Angulo Central, β_0 (deg)	34.11
Angulo de Elevación, h (deg)	50.35
Azimuth, A (deg)	85.67
Rango, S (Km)	37056.83
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de Recepción (dBi)	44.80
Ruido por temperatura de la Antena (K)	25.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	69.75
EIRP de la Estación (dBW)	49.56
Pérdidas de camino (dB)	199.94
Pérdidas de pointing (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-154.08
C/No (dBHz)	74.52
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-115.02
Carrier IBO (dB)	28.52
Carrier OBO (dB)	26.72
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	6.48
Pérdidas de camino (dB)	196.21
Pérdidas de pointing (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00

G/T del Satélite (dB/K)	24.21
C/T (dBW/K)	-167.72
C/No (dBHz)	60.88
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
C/No Ascendente (dBHz)	74.52
C/No Descendente (dBHz)	60.88
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	68.87
Total C/No (dBHz)	60.08
C/No Requerido (dBHz)	60.08
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
Uso	0.339%
Potencia (dBW)	6.48
Uso	0.339%
Eb/No (dBHz)	6.00

Tabla XI
Cálculos de Enlace – Telepuerto Guayaquil: GYE – CUE
Suratel – Ecuador
Ajuste Cuenca a Guayaquil

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	256
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	341.33
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sta} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	36.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	Cuenca
Latitud, \varnothing (°N)	-2.93
Longitud, λ_{sta} (°E)	281.00
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.00
Angulo Central, β_0 (deg)	34.11
Angulo de Elevación, h (deg)	50.35
Azimuth, A (deg)	85.67
Rango, S (Km)	37056.83
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de transmisión (dBi)	48.80
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00

Amplificador de Potencia (w)	40.00
Sitio de Recepción	Guayaquil
Latitud, \varnothing (°N)	-2.20
Longitud, λ_{sat} (°E)	280.10
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.90
Angulo Central, β_0 (deg)	34.96
Angulo de Elevación, h (deg)	49.39
Azimuth, A (deg)	86.85
Rango, S (Km)	37117.79
Diámetro de la Antena (m)	7.60
Ganancia de Recepción (dBi)	48.60
Ruido por temperatura de la Antena (K)	34.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	63.82
EIRP de la Estación (dBW)	43.61
Pérdidas de camino (dB)	199.93
Pérdidas de pointing (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-160.02
C/No (dBHz)	68.58
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-120.96
Carrier IBO (dB)	34.46
Carrier OBO (dB)	32.66
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	3.54
Pérdidas de camino (dB)	196.22
Pérdidas de pointing (dB)	0.20

Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	27.75
C/T (dBW/K)	-167.13
C/No (dBHz)	61.47
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
C/No Ascendente (dBHz)	68.58
C/No Descendente (dBHz)	61.47
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	68.87
Total C/No (dBHz)	60.08
C/No Requerido (dBHz)	60.08
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
Uso	0.339%
Potencia (dBW)	3.54
Uso	0.117%
Eb/No (dBHz)	6.00

Tabla XII
Cálculos de Enlace – Telepuerto Quito: QIO – CUE
Suratel – Ecuador
Ajuste Quito a Cuenca

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	256
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	341.33
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sat} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	33.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	
Quito	
Latitud, \varnothing (°N)	-0.23
Longitud, λ_{sat} (°E)	281.48
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	33.52
Angulo Central, β_0 (deg)	33.52
Angulo de Elevación, h (deg)	51.02
Azimuth, A (deg)	89.65
Rango, S (Km)	37015.21
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de transmisión (dBi)	48.80
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00

Amplificador de Potencia (w)	40.00
Sitio de Recepción	Cuenca
Latitud, \varnothing (°N)	-2.93
Longitud, λ_{sat} (°E)	281.00
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.00
Angulo Central, β_0 (deg)	33.11
Angulo de Elevación, h (deg)	50.35
Azimuth, A (deg)	85.67
Rango, S (Km)	37056.83
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de Recepción (dBi)	44.80
Ruido por temperatura de la Antena (K)	25.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	63.82
EIRP de la Estación (dBW)	49.54
Pérdidas de camino (dB)	199.92
Pérdidas de poiting (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-154.08
C/No (dBHz)	74.52
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-115.02
Carrier IBO (dB)	28.52
Carrier OBO (dB)	26.72
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	6.48
Pérdidas de camino (dB)	196.21
Pérdidas de pointing (dB)	0.20

Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	24.21
C/T (dBW/K)	-167.72
C/No (dBHz)	60.88
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
C/No Ascendente (dBHz)	74.52
C/No Descendente (dBHz)	60.88
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	68.87
Total C/No (dBHz)	60.08
C/No Requerido (dBHz)	60.08
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
Uso	0.339%
Potencia (dBW)	6.48
Uso	0.339%
Eb/No (dBHz)	6.00

Tabla XIII
Cálculos de Enlace – Telepuerto Quito: QIO – CUE
Suratel – Ecuador
Ajuste Cuenca a Quito

Parámetros del Carrier	
Modulación	QPSK
Velocidad de la Información (Kb/s)	256
FEC	3 / 4
Velocidad de Transmisión (Kb/s)	341.33
Frecuencia Ascendente (GHz)	6.385
Frecuencia Descendente (GHz)	4.160
Mínimo BER	1.0E-08
Eb/No Requerido (dBHz)	6.0
Parámetros del Satélite	
Longitud, λ_{sat} (°E)	315.00
G/T (dB/K)	-1.50
EIRP Saturado (dBW)	36.20
Ancho de Banda (MHz)	72.00
Sitio de Transmisión	Cuenca
Latitud, \varnothing (°N)	-2.93
Longitud, λ_{sat} (°E)	281.00
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	34.00
Angulo Central, β_0 (deg)	34.11
Angulo de Elevación, h (deg)	50.35
Azimuth, A (deg)	85.67
Rango, S (Km)	37056.83
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de transmisión (dBi)	48.80
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00

Amplificador de Potencia (w)	40.00
Sitio de Recepción	Quito
Latitud, \varnothing (°N)	-0.23
Longitud, λ_{sat} (°E)	281.48
Diferencia de Longitud, $\Delta\lambda$	33.52
Angulo Central, β_0 (deg)	33.52
Angulo de Elevación, h (deg)	51.02
Azimuth, A (deg)	89.65
Rango, S (Km)	37015.21
Diámetro de la Antena (m)	4.60
Ganancia de Recepción (dBi)	44.80
Ruido por temperatura de la Antena (K)	25.00
Pérdidas en la guía de onda (dB)	1.00
Temperatura del LNA (K)	35.00
Enlace Ascendente	
EIRP Saturado de la Estación (dBW)	63.82
EIRP de la Estación (dBW)	46.71
Pérdidas de camino (dB)	199.93
Pérdidas de poiting (dB)	0.20
Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	-1.50
C/T (dBW/K)	-156.92
C/No (dBHz)	71.68
Transpondedor	
Densidad Flux (dBW/m ²)	-117.85
Carrier IBO (dB)	31.35
Carrier OBO (dB)	29.55
Enlace Descendente	
EIRP de Satélite (dB)	6.65
Pérdidas de camino (dB)	196.20
Pérdidas de pointing (dB)	0.20

Margen (dB)	2.00
G/T del Satélite (dB/K)	24.21
C/T (dBW/K)	-167.54
C/No (dBHz)	61.06
Composición del Enlace	
Eficiencia Espectral (b/sHz)	1.40
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
C/No Ascendente (dBHz)	71.68
C/No Descendente (dBHz)	61.06
Carrier/Intermodulación C/Im (dBHz)	68.87
Total C/No (dBHz)	60.08
C/No Requerido (dBHz)	60.08
Uso del Transpondedor	
Ancho de Banda asignado (KHz)	243.81
Uso	0.339%
Potencia (dBW)	6.65
Uso	0.174%
Eb/No (dBHz)	6.00

2.2. EQUIPOS DE ACCESO A LA NUBE FRAME RELAY (FRADs)

El acceso al servicio Frame Relay involucra tres elementos: el equipo de cliente CPE, una facilidad de transmisión, y la red por sí misma. El CPE puede ser cualquier tipo de equipo de acceso, tal como un ruteador frame relay o un frad (equipo de acceso a frame relay).

La facilidad de acceso debe ser apropiada para la velocidad involucrada, generalmente 56/64 Kbps o una unión T1/E1. Un estándar CSU/DSU es usado en conjunto con los 54/64 Kbps o el servicio T1/E1.

En la interface de red, será responsabilidad nuestra terminar apropiadamente el circuito.

También es responsabilidad nuestra el transporte de la información con una apropiada facilidad de transmisión en el final del circuito virtual.

Las facilidades de transmisión en los extremos del circuito, pueden ser de diferentes velocidades.

Los equipos de acceso al servicio Frame Relay, son equipos multiprotocolos, es decir, toman un paquete de datos en un determinado protocolo y lo encapsulan en frame relay, para poder ser enviados por nuestra red. Además existen FRADs que son capaces de integrar voz y datos y enviarlos por el mismo tráfico.

Dentro de estos equipos de acceso a frame relay (FRADs) tenemos el equipo ACT NetPerformer™ : SDM-9400.

El SDM-9400 (Figura 34) es un dispositivo de acceso integrado para sucursales de oficinas, que tiene las siguientes características:

- ◆ Acceso a Frame Relay y conmutación
- ◆ Soporte para voz analógica y fax
- ◆ Soporte SNA y SDLC
- ◆ Ruteamiento OSPF/IP/IPX y puenteo
- ◆ Datos y compresión de voz
- ◆ Conmutación de voz y empaquetamiento PVC

- ◆ Priorización fundamentada en celda
- ◆ Administración de Red fundamentada en SNMP ACTview 2000



Figura 34. ACT SDM-9400

Unicamente las redes ACT ofrecen un rendimiento no superior y rentabilidad del nuevo SDM-9400, un FRAD multiprotocolo eficaz que integra voz fax, LAN, SNA y datos legales alrededor de Redes públicas y privadas Frame Relay.

El nuevo ACT SDM-9400 de alto rendimiento es la tercera generación de la familia eficaz de productos NetPerformer. Por medio de capacidades integradas de voz y datos a sucursales de oficinas, el SDM-9400 entrega el mejor rendimiento de precio de cualquier otro producto en su clase.

El SDM-9400 combina tecnologías avanzadas de voz y dato con la priorización multiprotocolo fundamentada en celda para entregar una optima utilización del ancho de banda y tiempos de respuesta rápidos para aplicaciones críticas.

El SDM-9400 es hábil para integrar una amplia variedad de aplicaciones de sitios remotos dentro de una red única homogénea Frame Relay que ofrece un enorme

ahorro en costos y un rápido retorno en la inversión para los empresarios usuarios de la red y proveedores similares de la red.

T1/E1 digital y Voz analógica y fax.

El SDM-9400 ofrece una integración extensa para voz y fax, incluyendo voz digital T1 y E1, también un conjunto completo de interfaces de telefonía analógica. Este soporta un número de algoritmos de compresión de voz, tales como DTMF, MF, AC-15, y una señalización de pulso dial. El grupo III para fax es soportado por todos los módulos voz/fax, proporcionando hasta 30 canales voz/fax en un único SDM-9400.

SNA & Datos legales con compresión

SDM-9400 soporta emulación SNA sobre Frame relay para un ahorro inmediato en comparación con el costo de las líneas dedicadas. Adicionalmente, este maneja el tráfico de datos legales en ambientes multiprotocolos. Un esquema completo de compresión de datos que optimiza el ancho de banda de la red.

Completa compatibilidad con productos Frame Relay

SDM-9400 opera a través de la red frame relay con otros productos frame relay incluyendo toda la línea completa de productos ACTnet.

Ruteamiento OSPF/IP/IPX y puenteo.

SDM-9400 ofrece un módulo de ruteamiento ethernet para facilitar la conectividad LAN usando RFC-1490 alrededor de redes frame relay.

Conmutación de voz y empaquetamiento PVC.

SDM-9400 concentra tráfico frame relay originado desde múltiples Frads dentro de una conexión frame relay, reduciendo el número total de conexiones requeridas frame relay y PVCs. El tráfico que retorna puede además ser conmutado a través de un PVC alterno, a otro Frad NetPerformer reduciendo así el número de PVCs. El resultado es un bajo costo de acceso para el usuario extremo.

Especificaciones

Sistema :

- ◆ Desktop o chasis rackmount
- ◆ Procesador de memoria: 25 MHz 860 PowerQuicc, 4 MB Flash, 16 MB RAM
- ◆ Administración del sistema: puerto de comando (VT-100)
- ◆ Administración SNMP vía HP Open View/ACTview 2000
- ◆ Fuente de poder: 90 a 264 VAC 50/60 Hz. 28 watts máximo
- ◆ Fuente de poder redundante: opcional
- ◆ Número de expansión de slots: 8 slots 16-bit
- ◆ Cuatro slots de 32-bit (2 compartidos para un total de 10 slots simultáneos)

Troncal :

- ◆ Número de troncales: 1- 8
- ◆ Protocolo : Frame relay, RFC – 1490
- ◆ Administración local I/F: LMI, ANSI T1.617/Annex D, ITU-T Q.933/Annex A, CLLM o deshabilitado
- ◆ Velocidades : 1.2 Kbps a 2048 Kbps
- ◆ Interfaces : RS-232C, X.21/V11, V.35/V.11, RS-530, RS-449/RS-422 software configurable.
- ◆ Conectores físicos DB25

- ◆ Topología : Frame Relay pública o privada, malla, jerárquica, estrella, y punto a punto con un balanceo automático de carga y dial back-up
- ◆ 8 niveles de prioridad, 16 prioridades principales

Canales de datos:

- ◆ Número de canales seriales: 8
- ◆ Velocidades : hasta 2048 Kbps.
- ◆ Compresión : 256 Kbps vía software (incluida).
- ◆ SNA : SDLC, LAN o Frame Relay RFC 1490 (BAN, BNN).
- ◆ Máximo de 64 PUS por unidad, tipo 1, 2.0, 2.1 y 4/5
- ◆ SDLC local y LLC2.
- ◆ Conversión SDLC a LLC2.
- ◆ Protocolos sincrónicos legales: SDLC, HDLC, COP, X.25, BDLC, BSC, DDCMP, VIP, ALC, IBM/RJE, Uniscope, Poll/Select, Siemens Nixdorf, JCA ZENGIN.
- ◆ Protocolos Frame Relay, RFC-1490; UNI-DTE, UNI-DCE.
- ◆ Asíncronico: ENQ/ACK, XON/XOFF, Transparente, CTS/DTR.

Opciones de expansión:

- ◆ LAN : ETH-01 Ethernet (10 Base2/10 BaseT)
- ◆ Módulos de voz: T1C, E1C, DVC-06, VFC-03
- ◆ Voz analógica: hasta 8 canales de voz/fax (módulos VFC-03)
- ◆ Interfaces analógicas: FXO, FXS, E&M 4w/2w, AC-15 software configurable
- ◆ Impedancia : 600 ohms
- ◆ Voz T1 digital: hasta 24 canales de fax/voz (T1C; módulos DVC-06)
- ◆ Codificación de líneas: B8ZS / B7ZS / AMI
- ◆ Impedancia: 100 ohms

- ◆ Voz digital E1: hasta 30 canales de voz/fax (E1C; módulos DVC-06)
- ◆ Estructura física: G.703/G.704
- ◆ Codificación de línea: HDB3.
- ◆ Señalización: CAS / R2.
- ◆ Impedancia: 75 ohmios no balanceado, 120 ohmios balanceado.
- ◆ Marcación: DTMF, MF, marca de pulso.
- ◆ Algoritmos de voz: ACELP 8k, 5.8K, 4.8K, ADPCM G.726, PCM G.711.
- ◆ Soporte de fax: Grupo III en 2.4, 4.8, 7.8, 9.6, 12 Kbps

Características LAN:

- ◆ Puertos LAN: 1 Ethernet
- ◆ Tipos de trama: Ethernet II, IEEE 802.2, 802.3, 802.5, SNAP
- ◆ Ruteamiento: IP RIP o estática, BootP, OSPF, IPX RIP y SAP
- ◆ 802.1 D midiendo tres protocolos (STP), capa MAC, puenteo transparente
- ◆ Criterio de filtro: basado en protocolo, fuente/destino/dirección SAP y filtramiento de costumbre

Dimensiones Físicas:

- ◆ Altura : 5.25 “ (13.34 cm)
- ◆ Ancho : 17 “ (43.18 cm)
- ◆ Longitud : 18 “ (45.72 cm)
- ◆ Peso : 30 libras (13.61 Kg)

Medio ambiente:

- ◆ Temperatura : 0 – 45 ° Celsius
- ◆ Humedad : 10 – 90 % nocondensado

2.5. TRANSMISION INTEGRADA DE VOZ Y DATOS

Diferente a la mayoría de las comunicaciones de datos que pueden tolerar la demora, las comunicaciones de voz deben desempeñarse cerca del tiempo real. Esto significa que la demora de la transmisión en la red debe ser pequeña, suficiente para permanecer imperceptible al usuario.

Recientemente, empaquetar la transmisión de voz era inaccesible debido que la transmisión de voz requiere un gran ancho de banda, a parte de las demoras asociadas a la topología de paquetes en las redes.

El habla humana se carga con una cantidad tremenda de información redundante (sonidos repetitivos, ruido de fondo, pausas asociadas) que es necesaria que ocurra para comunicaciones en ambiente natural, pero que no es necesario que ocurra en una conversación sobre una red de comunicaciones.

Frame relay soluciona estos problemas al utilizar algoritmos de compresión de voz, que reducen la cantidad de información necesaria para recrear la voz en el lado destino.

Se realiza un análisis de muestreo representativo de voz que da como resultado que el 22% de un diálogo típico consta de componentes esenciales del lenguaje que necesitan para ser transmitido para una claridad completa de voz.

Después de la eliminación de modelos repetitivos y períodos silenciosos, la información restante puede entonces ser digitalizada y puesta en paquetes de voz apropiados para la transmisión sobre redes frame relay. Estos paquetes o frames tienden a ser menor que los “frames” promedio de datos. El uso de paquetes menores ayuda a reducir la demora en la transmisión a través de una red frame relay.

Los algoritmos de compresión de voz hacen posible proporcionar una alta calidad de audio mientras se usa de manera más eficiente el ancho de banda.

La modulación por codificación de pulsos (PCM) que es el estándar para la codificación de voz digitalizada, consume 64 Kbps y es optimizada para una mejor calidad de voz.

Otros algoritmos de compresión de voz tratan de hacer más eficiente el modelo PCM usando pocos bits. Por ejemplo, el uso de un procesador digital de señal (DSP) en el ACT SDM- 9400 convierten PCM a 16 Kbps y 8 Kbps por medio de algoritmos.

El ancho de banda requerido cuando estos algoritmos son usados es mucho menor que 64 Kbps. La función general está en escudriñar la señal de voz más cuidadosamente, para eliminar las redundancias en la señal, y pasa usar los bits disponibles para codificar la señal en una manera eficiente.

Para detectar períodos de silencio y suprimir la transmisión de ésta información, el equipo ACT que se usa utiliza otra técnica de compresión llamada Interpolación digital de la señal, que identifican y eliminan estos modelos redundantes. DSI permite al usuario obtener una compresión adicional 2:1. Durante la conversación normal, el lenguaje o habla típicamente ocurre un 40 % del tiempo, por consiguiente hay silencio.

DSI saca ventaja de las pausas de silencio y únicamente transmite durante esfuerzos de voz. Durante períodos de silencio, otro canal de voz activo o canal de datos puede usar el ancho de banda; por lo tanto DSI proporciona un ancho de banda adicional eficientemente durante los períodos de silencio en una conversación de voz al alocar ópticamente el ancho de banda donde el diálogo no está presente.

Otro asunto que puede surgir cuando se transmite voz alrededor de frame relay es el eco, que ocurre cuando la voz transmitida se refleja en el punto donde fue transmitida. Dependiendo en su severidad, el eco puede ser muy irritante. En efecto, si el tiempo de retardo entre el habla y el retorno del eco es significativo – 45 mseg. O más – el eco puede traer consigo que la conversación se detenga.

El método más sofisticado para la eliminación del eco es utilizando un cancelador del eco, el cual construye un modelo matemático de patrón de lenguaje y subtrae éste desde la trayectoria de transmisión.

Por medio del ACT SDM-9400, equipo que utilizamos como medio de acceso a la red frame relay, disponemos de la cancelación de eco incorporada; que elimina la necesidad de hardware externo caro. Este equipo dispone de la función de voz multimedia que ofrece una calidad de voz comprimida superior, tanto para las fuentes de voz analógicas como digitales sobre Frame Relay.

Este equipo nos permite combinar los datos y la voz, eliminando los gastos de larga distancia o la necesidad de circuitos de voz dedicados en redes de sucursales. La voz se transporta eficazmente usando paquetes pequeños de tamaño fijo y establecimiento de llamada X.25 y ruteo. La cancelación de eco incorporada y el hardware de compresión de voz DSP permiten que la voz comprimida a 8K o 16K se transmita a través de la red.

Como se observa, el SDM-9400 nos proporciona el mejor precio y rendimiento para el Frad de voz y datos que utilizamos en nuestra red. Podemos resumir las características y ventajas de éste equipo de la siguiente manera:

- ◆ Compresión de voz de 8K y 16K CVSELP que brinda alta calidad de voz.
- ◆ Utiliza interpolación de Voz Digital (DSI) para minimizar el ancho de banda desperdiciado.

- ◆ La cancelación de eco incorporada elimina la necesidad de hardware externo caro.
- ◆ Concentración con costo efectivo para circuitos principales T1/E1.
- ◆ Demodulación de fax a 9600 ó 4800 bps.
- ◆ Voz/fax integrados en el mismo puerto.
- ◆ Hardware DSP dedicado asegura una compresión máxima.
- ◆ Precio más barato por puerto (FXS, E&M, tarjeta server).
- ◆ Fácil de instalar en unidades existentes.

2.6. INTERFACES DE COMUNICACIONES

Las conexiones entre los equipos que se utilizan en nuestro diseño, se las realiza a través de interfaces de comunicaciones, y ya que las velocidades en Frame Relay son velocidades de 56 Kbps o superiores, las interfaces que se pueden usar son los estándares V.24, V.35, G.703, X.21 y otras. Las mismas se las utiliza según las especificaciones de cada equipo de comunicación: modem's, ruteadores, FRAD'S, multiplexores, switches.

La interface V.24 es un estándar ampliamente utilizado en muchas partes del mundo. Muchos de los productos utilizados en las oficinas son compatibles con V.24.

Esta interface se caracteriza por permitir el intercambio de datos binarios y en serie, alcanzando velocidades de hasta 64 Kbps usando un conector de 25 pines según ISO 2110. Cabe anotar que técnicamente no es necesario utilizar todos los 25 pines, los más importantes son los que se dan a conocer en la tabla XIV.

Existen dos tipos de configuraciones para la interface V.24: cable punto a punto y cable regenerador. El cable punto a punto se utiliza para la conexión entre un DTE y

un DCE; mientras que el cable regenerador se lo utiliza para la conexión entre dos DCE's.

Otra interface utilizada es la V.35 la misma que sigue la norma ISO 2593 que se refiere a las ubicaciones de las patillas de conexión para utilización con equipos terminales de datos de alta velocidad. En V.35 se alcanzan velocidades de hasta 45 Mbps, cabe anotar que en nuestras conexiones donde se utiliza esta interface se trabaja a velocidades de hasta 2 Mbps.

Esta interface es balanceada por lo que puede trabajar a distancias superiores a 50 metros.

El estándar de comunicación de la CCITT para una interface V.35 permite la interconexión de equipos de diferentes modelos.

La interface V.35 tiene dos tipos de conectores: Winchester (34 pines) y el DB25; para nuestro caso se utiliza el de 34 pines en el switch cascade.

Las señales de la interface V.35 se las presenta en la tabla XV que se muestra más adelante.

Tabla XIV.**Sumario de las Especificaciones RS-232**

25 Pines	9 Pines	Nombre	DTE	DCE	Función
1		GND			Dieléctrico
2	3	TD	OUT	IN	Datos transmisores
3	2	RD	IN	OUT	Datos receptores
4	7	RTS	OUT	IN	Solicita el envío
5	8	CTS	IN	OUT	Despeja para enviar
6	6	DSR	IN	OUT	Data Set Listo
7	5	SG			Dieléctrico de señal
8	1	DCD	IN	OUT	Detector portador de Datos
9					+ 12 Vdc
10					- 12 Vdc
11		STF	OUT	IN	Selector de Frecuencia Transmisora
12		BDCD	IN	OUT	Detector portador de datos al canal de respaldo
13		BCTS	IN	OUT	Despeja para enviar al canal de respaldo
14		BTD	OUT	IN	Datos transmisores al canal de respaldo
15		TC	IN	OUT	Reloj transmisor
16		BRD	IN	OUT	Datos receptores al canal de respaldo
17		RC	IN	OUT	Reloj receptor (DCE)
18		---	---	---	
19		BRTS	OUT	IN	Solicita el envío al canal de respaldo
20		DTR	OUT	IN	Terminal de datos lista
21		SQ	IN	OUT	Calidad de señal
22		RT	IN	OUT	Señal de Timbre
23		DSRD	OUT	IN	Detector señalizador normal de datos
24		TC	OUT	IN	Reloj transmisor (DTE)
25		---	---	---	

Tabla XV.

Señales utilizadas en la Interface V.35

DB-25	V.35	SEÑAL V.35	DESCRIPCION V.35
4	F	RLSD	Receive Line Signal Detect
6	H	DTR	Data Terminal Ready
7	B	SG	Signal Ground
8	C	RTS	Request to Send
9	R	RD A	Receive Data A
10	T	RD B	Receive Data B
11	S	SD B	Send Data B
12	P	SD A	Send Data A
16	AA	SCT B	Serial Clock Transmit B
18	W	SCTE B	Serial Clock Transmit External B
19	U	SCTE A	Serial Clock Transmit External A
20	E	DSR	Data Set Ready
21	X	SCR B	Serial Clock Receive B
22	V	SCR A	Serial Clock Receive A
23	Y	SCT A	Serial Clock Transmit A
25	D	CST	Clear to Send

2.7. RETARDO Y COMPENSACION DE LA TRANSMISION

El retardo se presenta en la red debido a los saltos satelitales, a los problemas de congestión y retardos presentes en los equipos al procesar, empaquetar y transmitir la información.

En la transmisión satelital se presenta un retardo de 500 milisegundos; este se compensa por la confiabilidad que ofrece este medio que es del 99.99 % y por tener

un área de cobertura más amplia.

Para disminuir este retardo además se tienen en la estación satelital unidades de compensación de retardo de satélite (SDU). Las mismas que tienen la función de almacenar datos en buffer entonces; cuando se realiza una transmisión se enviará más información en una trama. Esta SDU tiene también la capacidad de probar errores y aceptar la información recibida.

La congestión también ocasiona retardo porque produce demora en el envío de las tramas, ya que el CIR disminuye por lo tanto el usuario se ve obligado a transmitir menos información hasta que haya pasado la congestión.

Para compensar este retardo, los clientes pueden asignar al tráfico normalmente no crítico en las operaciones de la empresa el atributo de descarte DE. La utilización de DE proporciona una forma de asegurar que la información más importante viaja a través de la red y la menos importante se retransmite cuando la red no se encuentra ocupada.

El equipo que se utiliza para acceder a la red tienen técnicas para compensar el retardo, que son las siguientes:

- ◆ Priorizar los paquetes, es decir primero son los paquetes de fax, luego los de voz, a continuación el tráfico SDLC y por último los datos de las redes LAN.
- ◆ No más de dos paquetes de datos delante de voz.
- ◆ Segmentar paquetes de datos en paquetes más pequeños mientras la voz está presente. Esta fragmentación asegura un flujo parejo de voz en la red, además asegura que la prioridad de tráfico alta tal como la de voz no tiene que esperar para ser enviada. Es decir un paquete grande de datos se envía en fragmentos junto con la de voz.

- ◆ Utilización de algoritmos para comprimir la voz; por ejemplo, el seteo de 8 K lo conmuta a 5,8 K lo cual producirá un retardo de 24 milisegundos pero permite un ahorro en el ancho de banda.
- ◆ Reducir los retardos a no más de 50 milisegundos

El retardo típico de los equipos de acceso es de 50 msg, aunque puede llegar a ser de hasta 150 msg para tráfico mayor de voz y datos a la vez.

2.8. SISTEMA DE SEGURIDAD, CONTROL Y MONITOREO DE LA RED

Los switches cascade 8000 y 6000 que utilizamos como nodos entre las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca; disponen de una estación de administración de la red, la misma que viene incorporada con un software de gestión de red que permite configurar, monitorear y controlar la red cascade.

Junto con el NMS conectamos a cada switch un terminal de consola que recoge en una base de información de gestión (MIB) la información enviada por los agentes situados en los dispositivos de la red.

El sistema de monitoreo de la red utiliza el protocolo básico de gestión de red (SNMP) que es, en la actualidad, el protocolo de gestión o administración más utilizado. Opera sobre el protocolo datagrama de usuario (UDP), que a su vez forma parte del Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP).

SNMP nos permite recoger información de gestión de los dispositivos conectados a la red. Para esto, ciertos agentes localizados en los dispositivos recogen la información y la registran en una base de información de gestión (MIB).

Esta información se refiere a las características del dispositivo, la capacidad de procesamiento de datos, las sobrecargas en el tráfico y los errores que se presentan en la red; SNMP recaba dicha información y la presenta al administrador del sistema en la consola de gestión.

SNMP es muy simple; consta de un reducido conjunto de órdenes que nos permiten recoger información de cualquier dispositivo que conectemos a nuestra red.

Como la red trabaja en un entorno SNMP, la mayor parte del trabajo recae sobre el sistema de gestión de la red. Los dispositivos gestionados no se ven sobrecargados con un procesamiento adicional que podría perjudicar a su eficiencia.

Los equipos de la red frame relay como son: los switches cascade y los frads ACT SDM contienen agentes que se encargan de recoger la información y transmitirla a la consola de gestión por medio del protocolo SNMP. Esta consola recoge en una base de información de gestión (MIB) la información enviada por los agentes situados en los equipos dispositivos de la red.

Para realizar ésta función, SNMP utiliza un proceso de solicitud y respuesta donde la consola de gestión solicita información a los dispositivos de la red.

SNMP es básicamente un protocolo de transporte no orientado a la conexión, que con un sencillo conjunto de órdenes accede a los agentes para poder consultar valores y cambiar el estado de los elementos de la red que no estén funcionando correctamente. Si la red se encuentra sobrecargada o está fallando; SNMP es eficiente y puede funcionar en estas condiciones.

Cada equipo como se mencionó dispone de agentes que se limitan a registrar los sucesos significativos que tienen lugar en el dispositivo, como, por ejemplo, errores o desbordamiento en los paquetes, también pueden registrar cuándo se sobrepasan

ciertos umbrales establecidos en la transmisión de los datos. La consola de gestión se encarga de reunir la información en el MIB que es el centro de la estructura de gestión.

Cada equipo de la red frame relay se representa en el MIB como un objeto gestionado; el mismo que tiene una representación lógica dentro de la red física; así también como un nombre, propiedades y atributos.

Para poder controlar dispositivos remotos; se utiliza un monitor remoto (RMON), que es un MIB remoto mediante el cual SNMP puede controlar estos equipos.

La consola de gestión SNMP proporciona la interfaz de usuario al sistema de gestión y su información; permite descubrir automáticamente la topología de la red y visualizarla gráficamente. De esta forma, se pueden visualizar los iconos que representan a los componentes de la red, para así visualizar la identificación y cierta información estadística acerca de los mismos.

Las funciones habituales de una consola de gestión son las que a continuación se enumeran:

- ◆ Obtención del mapa de la topología de la red
- ◆ Detección de sucesos con alarmas
- ◆ Control del tráfico
- ◆ Funciones de diagnóstico de la red
- ◆ Generadores de informes
- ◆ Gestión de un registro histórico y análisis de tendencias

SNMP se utiliza para la gestión de los switches Cascade, los mismos que incluyen módulos de gestión que ejecutan programas que son capaces de seguir la pista a los paquetes de datos y a los errores y de almacenar esta información; la misma que

resulta de utilidad para el seguimiento de las tendencias, la localización y resolución de problemas y la localización de los puntos en los que se producen problemas de congestión.

Cuando el usuario sobrepasa ciertos umbrales; se utilizan alarmas para alertar al administrador de la red. Si el tráfico de la red sobrepasa un determinado nivel, se puede alertar al administrador para que tome medidas correctivas; tales como la segmentación de la LAN o el desplazamiento de un usuario con gran volumen de trabajo por una ruta alterna.

SNMP proporciona los siguientes servicios en los switches cascade:

- ◆ Desconexión automática de los nodos problemáticos que están corrompiendo la red
- ◆ La posibilidad de aislar los puertos, para así poder comprobarlos
- ◆ La conexión o desconexión de las estaciones de trabajo según la hora o el día de la semana
- ◆ Herramientas para el análisis de protocolos que permiten controlar el tráfico de la red
- ◆ Gestión a distancia de los componentes remotos de la red

SNMP es extensible, se pueden añadir ciertas características al MIB para que se ajuste a los dispositivos de la red; de forma que las consolas de gestión puedan presentar información acerca de estos equipos.

Podemos resumir entonces que el sistema de seguridad, control y monitoreo de la red se divide en las siguientes funciones:

- ◆ Gestión de contabilidad. Proporciona una forma de supervisar la utilización de la red y la carga de utilización de los recursos de la red por los usuarios. Puede

utilizarse para supervisar costes y para evitar la sobrecarga. La información que genera puede justificar, por ejemplo, la necesidad de adquirir nuevos equipos. Esta información también se utiliza para realizar una supervisión de la actividad del usuario en la red por motivos de seguridad.

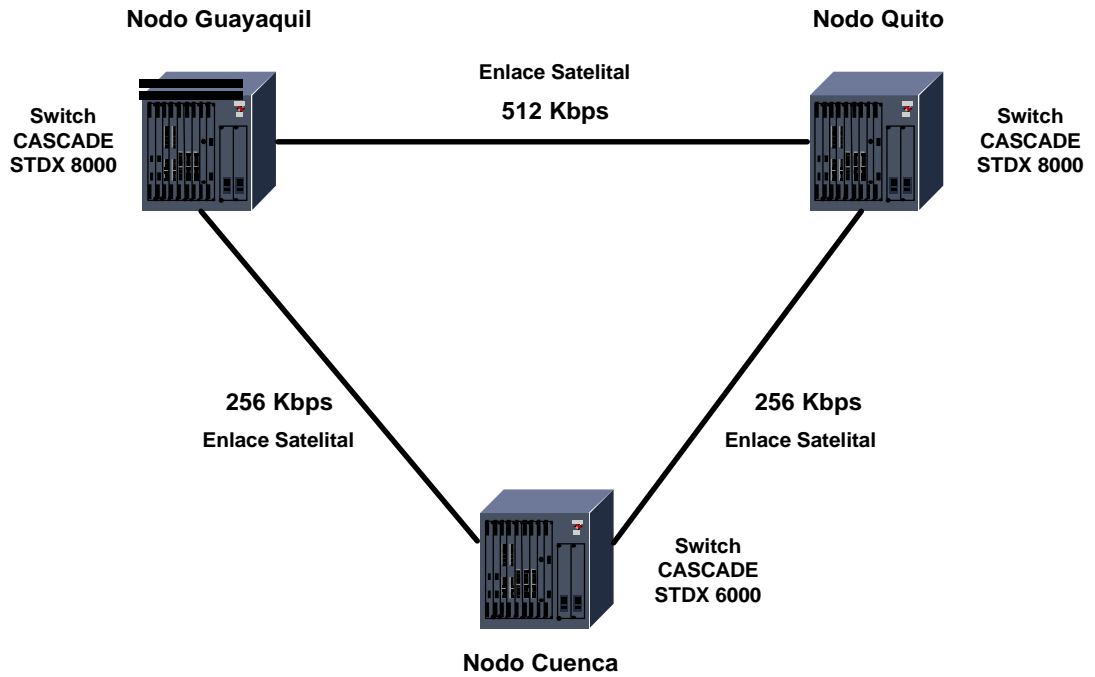
- ◆ Gestión de configuraciones. Proporciona una forma de visualizar y gestionar los recursos del sistema y la información de gestión. En un entorno gráfico de usuario, los gestores podrían apuntar mediante un ratón a iconos que representan puentes, encaminadores u otro tipo de dispositivos y pulsarlo para visualizar la información y modificar determinadas características.
- ◆ Gestión de fallos. Detecta y corrige los fallos que se producen en la red. Las utilidades de análisis puedan ayudar a determinar la causa de estos fallos. Existen alarmas que informan a los gestores al detectarse determinadas actividades.
- ◆ Gestión de prestaciones. Proporciona servicios de supervisión de la red, y analiza sus prestaciones mediante la información obtenida. La función principal de la gestión de prestaciones es la realización de estadísticas.
- ◆ Seguridad. Proporciona servicios de seguridad de alto nivel que pueden efectuar autenticación de usuarios, detecta posibles intrusiones informando a los gestores y asegurar la confidencialidad de los datos transmitidos, entre otras funciones.

El estado o condición total del switch; al igual que los módulos instalados, son chequeados por medio del status de las luces de los leds, que se encuentran en el PP, suministradores de poder y módulos I/O.

Cuando se presentan problemas de hardware, chequeamos los leds que comparamos con una tabla que proporciona el switch cascade y de esta manera determinamos el problema y tomamos una resolución apropiada.

2.9. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA NUBE FRAME RELAY SURATEL

Figura 35. DIAGRAMA DEL BACKBONE



CAPITULO III

ACCESO DE FILANBANCO A LA NUBE FRAME RELAY

3.1. CONEXIÓN DE LA MATRIZ A LA NUBE FRAME RELAY

Como ya se indicó anteriormente para la conexión de un cliente a nuestra red Frame Relay, es necesario proporcionarle el dispositivo de acceso FRAD, el cual permite al usuario acceder a la red, aceptando el protocolo local y encapsulándolo en Frame Relay y de esta manera poder transmitir la información a otro punto remoto.

El FRAD será configurado de tal manera que sea capaz de asignar un DLCI al encapsular en Frame Relay y poder ser enviado por un determinado PVC que une una ciudad con otra.

En la configuración del equipo se especifica cual es el destino de la información que se esta enviando, así como el número de PVC, y definición de las unidades físicas, y en que puerto remoto se encuentran. De esta manera los equipos configurados adecuadamente reconocerán cada información y la enrutan por el puerto correspondiente(la configuración de los equipos se presenta en un subcapítulo siguiente)

Para el caso de la Matriz de Filanbanco, ubicada en Guayaquil se proporciona el FRAD ACT SDM-9400, el cual le permite conectar a través del puerto número 2 al Host que se comunica en el protocolo SDLC, y por el puerto V1 al PBX para la transmisión de voz, además el equipo tiene puertos adicionales que le permitirán tener más aplicaciones a futuro.

Por el puerto número 1 del FRAD se realiza la conexión a la Red Frame Relay vía fibra óptica, para lo cual se contrata a TV CABLE para que realice el tendido de la fibra desde el edificio de Filanbanco hasta el edificio FORUM donde se encuentra ubicado el Nodo. Esto es usando la interface V.35, además de un modem para fibra óptica FOM 40 en cada punto, llegando entonces al switch CASCADE STDX 8000.

La velocidad del puerto 1 de acceso a la nube es de una E1 (2.048 Mbps), y de acuerdo a la gran cantidad de tráfico de información que se maneja en esta interface se acuerda establecer un CIR de 192 Kbps para la comunicación con la Agencia Principal de Quito (PVC 1), y un PIR de 288 Kbps para permitir tráfico tipo “burst”, con tráfico de voz y datos libre de congestión, por lo tanto cuando se sobrepase el PIR los datos se pueden descartar.

Considerando un intervalo de tiempo T_c de 50 mseg. Obtenemos los siguientes valores para B_c y B_e :

$$B_c = T_c \times \text{CIR}$$

$$B_c = 50 \times 192$$

$$B_c = 9600 \text{ bits}$$

$$B_e = T_c \times \text{PIR}$$

$$B_e = 50 \times 288$$

$$B_e = 14400 \text{ bits}$$

Es decir se tiene 4800 bits para uso en caso de tráfico de voz en presencia de datos.

CONEXION DE LA MATRIZ A LA NUBE FRAME RELAY

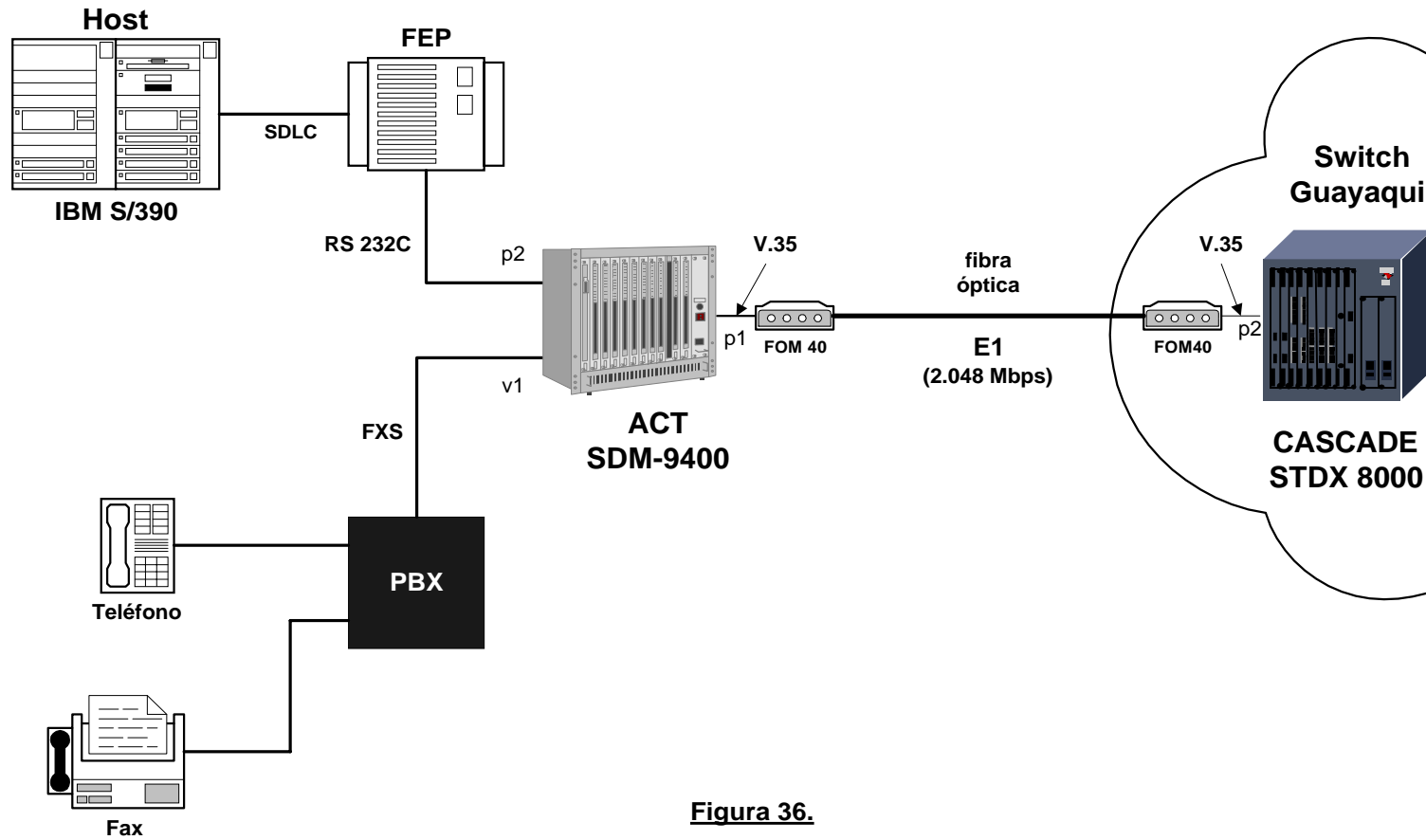


Figura 36.

3.2. CONEXIÓN DE LA SUCURSAL MAYOR QUITO A LA NUBE FRAME RELAY

Para la conexión de la Sucursal Mayor Quito de Filanbanco a la nube Frame Relay Suratel se coloca un FRAD ACT SDM-9400 como el dispositivo que concentra al IBM 390 por el puerto número 2 y al PBX por el puerto V1, recibiendo un protocolo SDLC y FXS, a los cuales los encapsula en Frame Relay y a través del puerto número 1 los envía hacia el Switch CASCADE STDX 8000 (Nodo Quito) que se encuentra en el edificio de Filanbanco.

La conexión del FRAD ACT SDM-9400 con el Switch CASCADE STDX 8000 se la realiza con una interface V.35 a una velocidad de 256 Kbps.

El CIR que se le da a esta sucursal es de 192 Kbps (sobre el PVC 1 establecido entre Guayaquil y Quito); que es la velocidad hasta la cual se asegura una transmisión del tráfico de información (voz y datos) sin problemas. Además con un PIR de 288 Kbps para permitir el tráfico “burst”, con tráfico de voz y datos libre de congestión.

Con un Tc de 50 ms obtenemos:

$$Bc = Tc \times CIR$$

$$Bc = 50 \times 192$$

$$Bc = 9600 \text{ bits}$$

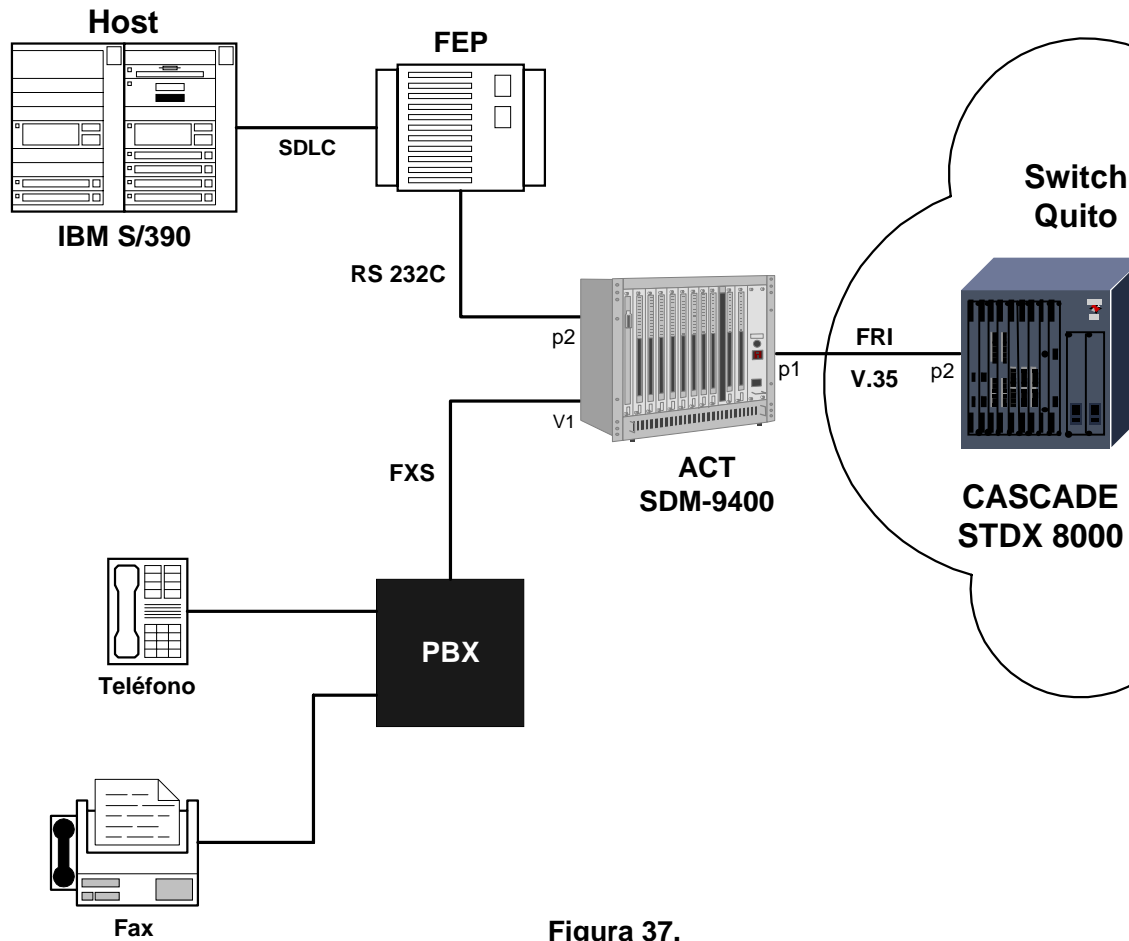
$$Be = Tc \times PIR$$

$$Be = 50 \times 288$$

$$Be = 14400 \text{ bits}$$

Teniendo 4800 bits para uso en caso de tráfico de voz en presencia de datos.

CONEXION DE LA SUCURSAL QUITO A LA NUBE FRAME RELAY



3.3. CONEXIÓN DE LA AGENCIA PRINCIPAL DE CUENCA A LA NUBE FRAME RELAY

Para lograr conectividad de la Agencia Principal de Filanbanco en Cuenca, con nuestra nube Frame Relay Suratel, se procede a conectar el nodo de Cuenca que es un Switch CASCADE STDX 6000 con el equipo de acceso a Frame Relay que para el caso de Cuenca es un FRAD ACT SDM-9400 ambos ubicados en el mismo edificio.

Esto se lo realiza mediante la utilización de una interface de alta velocidad V.35, que conecta el puerto número 1 del FRAD, con el puerto 2 del nodo CASCADE STDX 6000. Contando con una velocidad de puerto de 128 Kbps; y con un CIR de 64 Kbps tanto para la comunicación con Guayaquil (PVC 2) así como para la comunicación con Quito (PVC 3).

El FRAD es un equipo que permite integrar voz y datos, por lo tanto se le conecta un PBX en el puerto V1 y un Servidor de Comunicaciones en el puerto número dos. Por otra parte a esta agencia se le asigna un PIR de 96 Kbps para el tráfico de tipo “bursts”.

Teniendo un Tc de 50 mseg. Tenemos:

$$Bc = Tc \times CIR$$

$$Bc = 50 \times 64$$

$$Bc = 3200 \text{ bits}$$

$$Be = Tc \times PIR$$

$$Be = 50 \times 96$$

$$Be = 4800 \text{ bits}$$

Por lo tanto tendremos 1600 bits para uso en caso de tráfico de voz en presencia de datos.

CONEXION DE LA AGENCIA PRINCIPAL CUENCA A LA NUBE FRAME RELAY

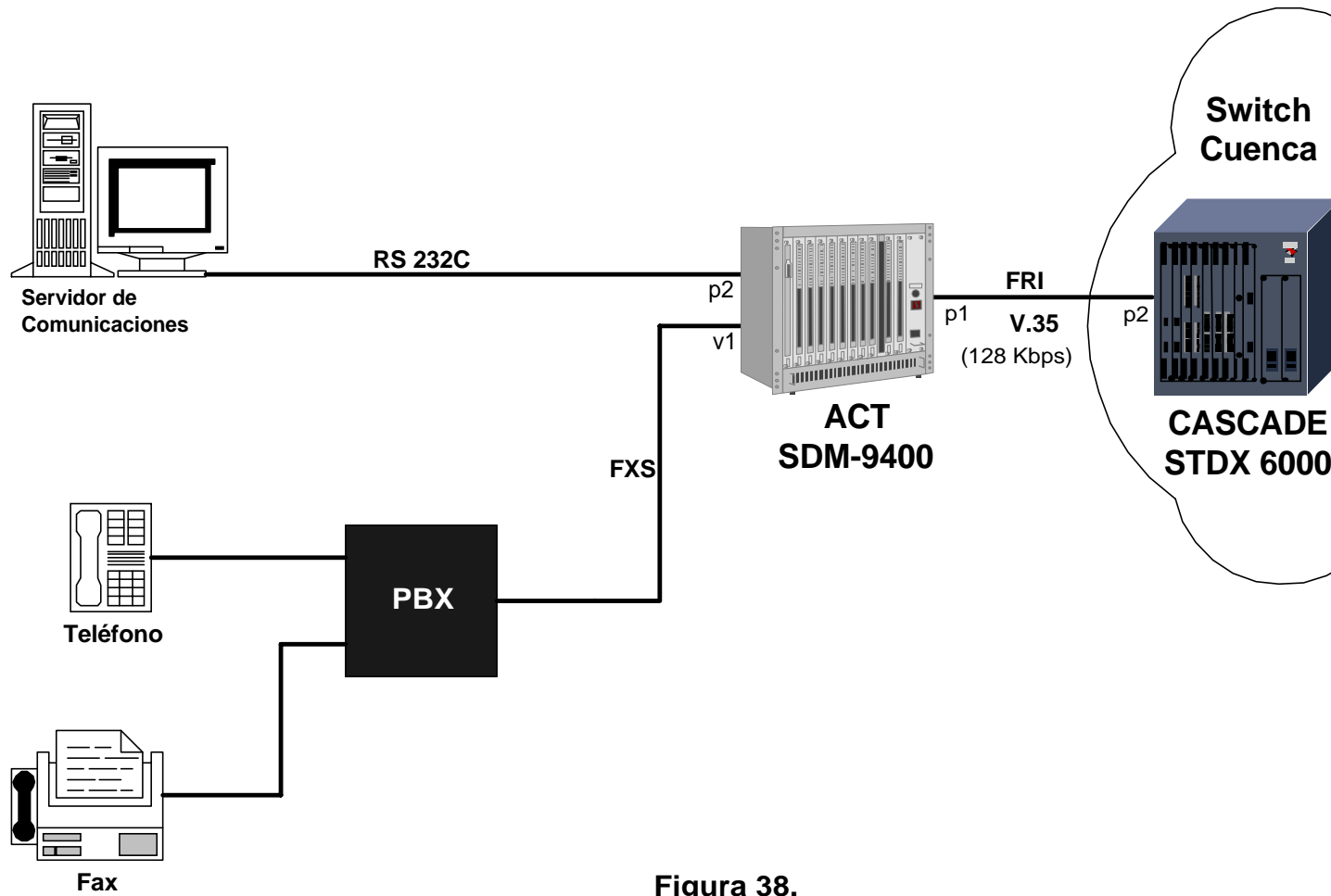


Figura 38.

A continuación en la tabla XVI se indican los valores del CIR y del PIR correspondientes a cada acceso de Filanbanco a la red Suratel:

Tabla XVI. Características del acceso de Filanbanco a la Red FR Suratel

Conexión a la Nube	Velocidad del Puerto (Kbps)	CIR (Kbps)	PIR (Kbps)	Bc (bits)	Be (bits)
Matriz Guayaquil	2.048	192 (PVC 1)	288	9600	14400
Sucursal Mayor Quito	256	192 (PVC 1)	288	9600	14400
Agencia Principal Cuenca	128	64 (PVC 2 y 3)	96	3200	4800

3.4. DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL ACCESO DE FILANBANCO A LA NUBE FRAME RELAY

A continuación se presenta el acceso de las tres agencias de Filanbanco (Guayaquil, Quito y Cuenca) a la nube Frame Relay Suratel.

ACCESO DE FILANBANCO A LA NUBE FRAME RELAY

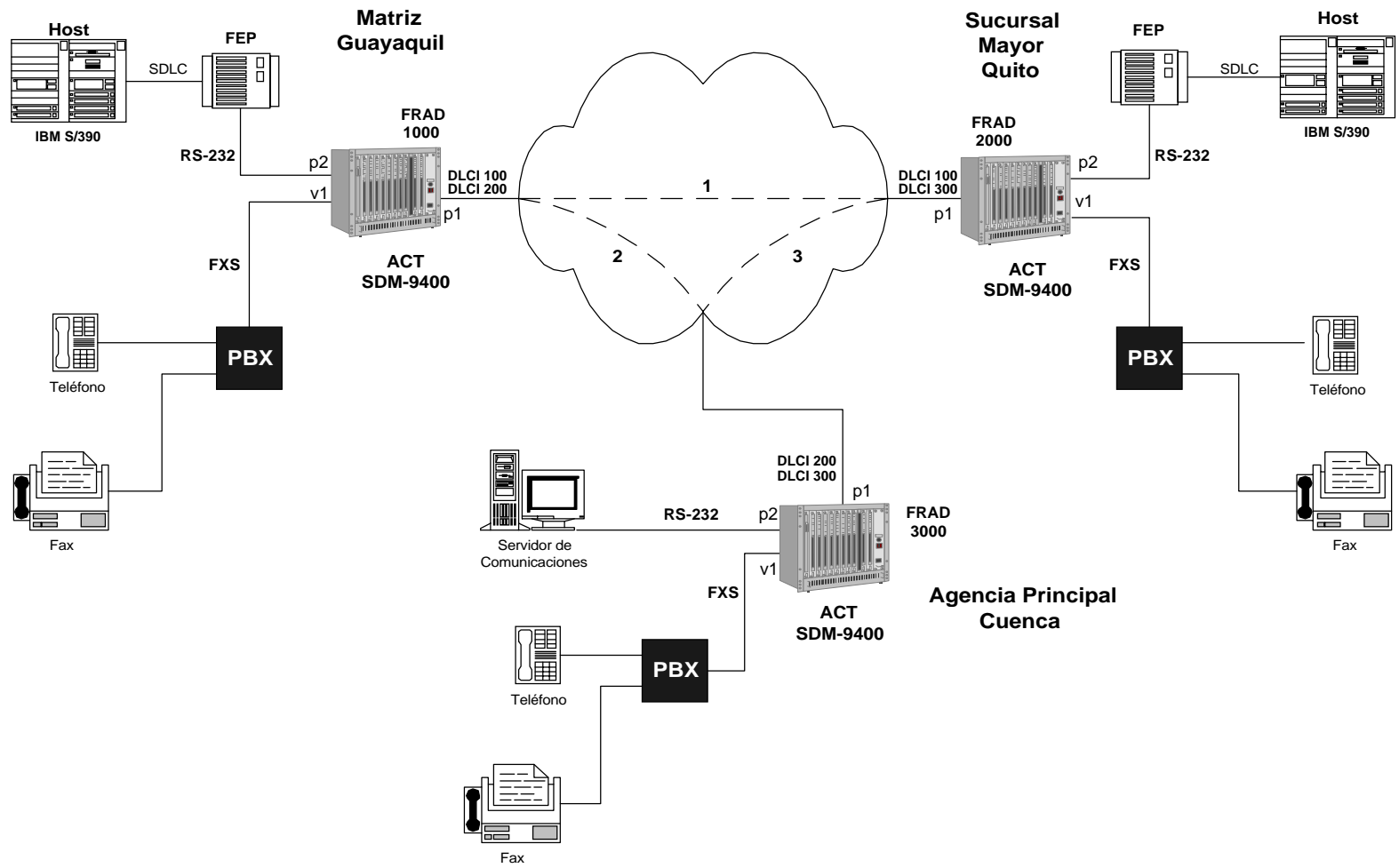


Figura 39.

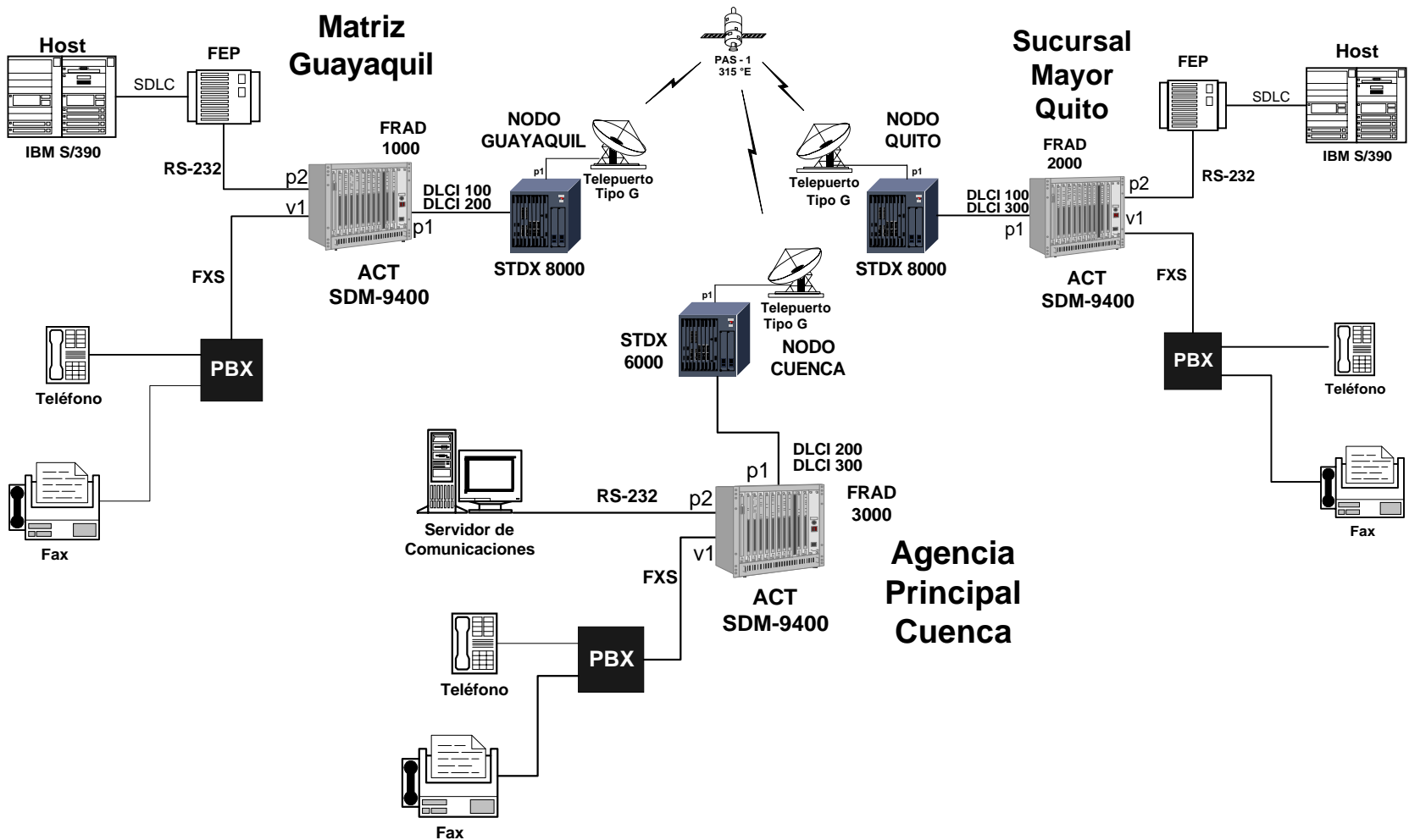


Figura 40. Diagrama de la Red Frame Relay de Suratel

3.5. ASIGNACION Y MAPEO DE LOS PVC

En nuestra red frame relay se definen múltiples circuitos virtuales unidireccionales de conectividad bidireccional entre sus extremos, cuyos circuitos virtuales son conexiones lógicas de varios puntos terminales a través de la Wan.

Cada paquete contiene un DLCI que es un identificador de la conexión, el cual denota cual conversación tiene que particular información. Este DLCI es el que identifica un número de circuito virtual permanente o PVC, este tipo de circuito tiene que ser como un circuito punto a punto; es decir, conectara un puerto del switch en Guayaquil con otro puerto del switch en Quito estando en cada puerto un frad, estableciéndose un PVC entre estos dos punto; de la misma manera se establecen otros PVCs entre Guayaquil – Cuenca y entre Quito – Cuenca.

La función de los switches en la nube frame relay no es la de manejar la información que llevan los frames, sino que solamente leen la dirección destino y lo enrutan (DLCIs).

Nosotros tenemos un frad en cada ciudad para comunicar la matriz con las agencias de Filanbanco. Por lo tanto definimos tres PVCs que se identifican cada uno por un DLCI. Los cuales definen las rutas Guayaquil-Quito, Guayaquil-Cuenca y Quito-Cuenca. Al realizar el mapeo para identificar estos PVCs se obtiene la siguiente tabla:

Tabla XVII. Mapeo de los PVC de Filanbanco

FRAD	ENLACE	# PVC	DLCI	FRAD DESTINO
1000 GYE	GYE – UIO	1	100	2000
1000 GYE	GYE – CUE	2	200	3000
2000 UIO	UIO – GYE	1	100	1000
2000 UIO	UIO – CUE	3	300	3000
3000 CUE	CUE – GYE	2	200	1000
3000 CUE	CUE – UIO	3	300	2000

3.6. CONFIGURACION DE LOS DISPOSITIVOS DE ACCESO A LA RED

Para una aplicación como esta, nosotros sugerimos configurar los parámetros en el siguiente orden:

Los siguientes son los valores de los parámetros esenciales para la configuración del equipo SDM-9400 ubicado en Guayaquil en la matriz de Filanbanco:

GLOBAL> Nombre unidad	Guayaquil
GLOBAL> Versión unidad de ruteamiento	1
GLOBAL> Nombre contacto	ACT Networks
GLOBAL> Ubicación unidad	Matriz principal
Puerto # 1> Protocolo	FR-USER
Puerto # 1> Velocidad puerto (Kbps)	2048
Puerto # 1> Interface	DTE-V35
Puerto # 1> Modo reloj	Externo
Puerto # 1> Interface administración	LMI
Puerto # 2> Protocolo	SDLC
Puerto # 2> Velocidad puerto (bps)	19200
Puerto # 2> Fallback velocidad	Disponible
Puerto # 2> Interface	DCE-RS232
Puerto # 2> Modo reloj	Interno
Puerto # 2> CRC encoding	NRZ
Puerto # 2> Señal control modem	Estática
Puerto # 2> Nivel inicio transmisión	Auto
Puerto # 2> Inactivo	Flag
Puerto # 2> SDLC modo duplex	Medio

Voz # 1> Protocolo	ACELP8K
Voz # 1> Tipo de interface	FXS
Voz # 1> Ocupación baja enlace	NO
Voz # 1> DTMF detección/regeneración	30
Voz # 1> DTMF con umbral (msec)	100
Voz # 1> DTMF sin umbral (msec)	100
Voz # 1> Proporción pulso realizada/no realizada	34
Voz # 1> Nivel supresión silencio	20
Voz # 1> Nivel voz local comprometida (dB)	3
Voz # 1> Nivel voz local no comprometida (dB)	-6
Voz # 1> Fax disponible	Si
Voz # 1> Tipo activación	Conmutada
Voz # 1> Grupo activo búsqueda	Ninguno
Voz # 1> Supresión dígitos	0
Voz # 1> Número extensión puerto	1001
Voz # 1> Fwd dígitos	Ninguno
PU # 1> Modo operación	SDLC
PU # 1> Controlador activo	Sí
PU # 1> Retardo antes conexión	60
PU # 1> SDLC puerto	2
PU # 1> SDLC dirección	01
PU # 1> SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU # 1> SDLC número de retransmisión	10
PU # 1> SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU # 1> SDLC tamaño trama	512
PU # 1> Unidad remota	Quito
PU # 1> Clase	2
PU # 1> Número PU remoto	1
PU # 1> XID soporte	Sí

PU # 2> Modo operación	SDLC
PU # 2> Controlador activo	Sí
PU # 2> Retardo antes conexión	60
PU # 2> SDLC puerto	2
PU # 2> SDLC dirección	01
PU # 2> SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU # 2> SDLC número de retransmisión	10
PU # 2> SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU # 2> SDLC tamaño trama	512
PU # 2> Unidad remota	Cuenca
PU # 2> Clase	2
PU # 2> Número PU remoto	1
PU # 2> XID soporte	Sí

PVC # 1> Modo	PVCR
PVC # 1> DLCI	100
PVC # 1> Puerto	1
PVC # 1> CIR (Kbps)	192
PVC # 1> Be (bps)	14400
PVC # 1> Nombre unidad remota	Quito
PVC # 1> Tipo	Dedicado
PVC # 1> Compresión	No

PVC # 2> Modo	PVCR
PVC # 2> DLCI	200
PVC # 2> Puerto	1
PVC # 2> CIR (Kbps)	64
PVC # 2> Be (bps)	4800
PVC # 2> Nombre unidad remota	Cuenca

PVC # 2> Tipo	Dedicado
PVC # 2> Compresión	No

Los siguientes son los valores de los parámetros esenciales para la configuración del equipo SDM-9400 ubicado en Quito en la Agencia Principal de Filanbanco:

GLOBAL> Nombre unidad	Quito
GLOBAL> Versión unidad de ruteamiento	1
GLOBAL> Nombre contacto	ACT Networks
GLOBAL> Ubicación unidad	Agencia Principal

Puerto # 1 > Protocolo	FR-USER
Puerto # 1 > Velocidad puerto (bps)	256000
Puerto # 1 > Interface	DTE-V35
Puerto # 1 > Modo reloj	Externo
Puerto # 1 > Interface administración	LMI

Puerto # 2 > Protocolo	SDLC
Puerto # 2 > Velocidad puerto (bps)	19200
Puerto # 2 > Fallback velocidad	Disponible
Puerto # 2 > Interface	DCE-RS232
Puerto # 2 > Modo reloj	Interno
Puerto # 2 > CRC encoding	NRZ
Puerto # 2 > Señal control modem	Estática
Puerto # 2 > Nivel inicio transmisión	Auto
Puerto # 2 > Inactivo	Flag
Puerto # 2 > SDLC modo duplex	Medio

Voz	# 1 > Protocolo	ACELP8K
Voz	# 1 > Tipo de interface	FXS
Voz	# 1 > Ocupación baja enlace	No
Voz	# 1 > DTMF detección/regeneración	30
Voz	# 1 > DTMF con umbral (msec)	100
Voz	# 1 > DTMF sin umbral (msec)	100
Voz	# 1 > Proporción pulso realizada/no realizada	34
Voz	# 1 > Nivel supresión silencio	20
Voz	# 1 > Nivel voz local comprometida (dB)	3
Voz	# 1 > Nivel voz local no comprometida (dB)	-6
Voz	# 1 > Fax disponible	Sí
Voz	# 1 > Tipo activación	Conmutada
Voz	# 1 > Grupo activo búsqueda	Ninguno
Voz	# 1 > Supresión dígitos	0
Voz	# 1 > Número extensión puerto	2001
Voz	# 1 > Fwd dígitos	Ninguno
PU	# 1 > Modo operación	SDLC
PU	# 1 > Controlador activo	Sí
PU	# 1 > Retardo antes conexión	60
PU	# 1 > SDLC puerto	2
PU	# 1 > SDLC dirección	02
PU	# 1 > SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU	# 1 > SDLC número de retransmisión	10
PU	# 1 > SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU	# 1 > SDLC tamaño trama	512
PU	# 1 > Unidad remota	Guayaquil
PU	# 1 > Clase	2
PU	# 1 > Número PU remoto	1
PU	# 1 > XID soporte	Sí

PU	# 2 > Modo operación	SDLC
PU	# 2 > Controlador activo	Sí
PU	# 2 > Retardo antes conexión	60
PU	# 2 > SDLC puerto	2
PU	# 2 > SDLC dirección	02
PU	# 2 > SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU	# 2 > SDLC número de retransmisión	10
PU	# 2 > SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU	# 2 > SDLC tamaño trama	512
PU	# 2 > Unidad remota	Cuenca
PU	# 2 > Clase	2
PU	# 2 > Número PU remoto	1
PU	# 2 > XID soporte	Sí

PVC	# 1 > Modo	PVCR
PVC	# 1 > DLCI	100
PVC	# 1 > Puerto	1
PVC	# 1 > CIR (Kbps)	192
PVC	# 1 > Be (bps)	14400
PVC	# 1 > Nombre unidad remota	Guayaquil
PVC	# 1 > Tipo	Dedicado
PVC	# 1 > Compresión	No

PVC	# 3 > Modo	PVCR
PVC	# 3 > DLCI	300
PVC	# 3 > Puerto	1
PVC	# 3 > CIR (Kbps)	64
PVC	# 3 > Be (bps)	4800
PVC	# 3 > Nombre unidad remota	Cuenca

PVC # 3 > Tipo	Dedicado
PVC # 3 > Compresión	No

Los siguientes son los valores de los parámetros esenciales para la configuración del equipo SDM-9400 ubicado en Cuenca en la Agencia Principal de Filanbanco:

GLOBAL> Nombre unidad	Cuenca
GLOBAL> Versión unidad de ruteamiento	1
GLOBAL> Nombre contacto	ACT Network
GLOBAL> Ubicación unidad	Agencia Principal

Puerto # 1 > Protocolo	FR-USER
Puerto # 1 > Velocidad puerto(bps)	128000
Puerto # 1 > Interface	DTE-V35
Puerto # 1 > Modo reloj	Externo
Puerto # 1 > Interface administración	LMI

Puerto # 2 > Protocolo	SDLC
Puerto # 2 > Velocidad puerto (bps)	19200
Puerto # 2 > Fallback velocidad	Disponible
Puerto # 2 > Interface	DCE-RS232
Puerto # 2 > Modo reloj	Interno
Puerto # 2 > CRC encoding	NRZ
Puerto # 2 > Señal control modem	Estática
Puerto # 2 > Nivel inicio transmisión	Auto
Puerto # 2 > Inactivo	Flag
Puerto # 2 > SDLC modo duplex	Medio

Voz # 1 > Protocolo	ACELP8K
---------------------	---------

Voz	# 1 > Tipo de interface	FXS
Voz	# 1 > Ocupación baja enlace	No
Voz	# 1 > DTMF detección/regeneración	30
Voz	# 1 > DTMF con umbral (msec)	100
Voz	# 1 > DTMF sin umbral (msec)	100
Voz	# 1 > Proporción pulso realizada/no realizada	34
Voz	# 1 > Nivel supresión silencio	20
Voz	# 1 > Nivel voz local comprometida (dB)	3
Voz	# 1 > Nivel voz local no comprometida (dB)	-6
Voz	# 1 > Fax disponible	Sí
Voz	# 1 > Tipo activación	Conmutada
Voz	# 1 > Grupo activo búsqueda	Ninguno
Voz	# 1 > Supresión dígitos	0
Voz	# 1 > Número extensión puerto	3001
Voz	# 1 > Fwd dígitos	Ninguno
PU	# 1 > Modo operación	SDLC
PU	# 1 > Control activo	Sí
PU	# 1 > Retardo antes conexión	60
PU	# 1 > SDLC puerto	2
PU	# 1 > SDLC dirección	03
PU	# 1 > SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU	# 1 > SDLC número de retransmisión	10
PU	# 1 > SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU	# 1 > SDLC tamaño trama	512
PU	# 1 > Unidad remota	Guayaquil
PU	# 1 > Clase	2
PU	# 1 > Número PU remoto	1
PU	# 1 > XID soporte	Sí

PU # 2 >	Modo operación	SDLC
PU # 2 >	Control activo	Sí
PU # 2 >	Retardo antes conexión	60
PU # 2 >	SDLC puerto	2
PU # 2 >	SDLC dirección	03
PU # 2 >	SDLC retransmisión timeout (msec)	3000
PU # 2 >	SDLC número de retransmisión	10
PU # 2 >	SDLC tamaño ventana transmisión	7
PU # 2 >	SDLC tamaño trama	512
PU # 2 >	Unidad remota	Quito
PU # 2 >	Clase	2
PU # 2 >	Número PU remoto	1
PU # 2 >	XID Soporte	Sí
PVC # 2 >	Modo	PVCR
PVC # 2 >	DLCI	200
PVC # 2 >	Puerto	1
PVC # 2 >	CIR (Kbps)	64
PVC # 2 >	BE (bps)	4800
PVC # 2 >	Nombre unidad remota	Guayaquil
PVC # 2 >	Tipo	Dedicado
PVC # 2 >	Compresión	No
PVC # 3 >	Modo	PVCR
PVC # 3 >	DLCI	300
PVC # 3 >	Puerto	1
PVC # 3 >	CIR (Kbps)	64
PVC # 3 >	Be	4800
PVC # 3 >	Nombre unidad remota	Quito
PVC # 3 >	Tipo	Dedicado
PVC # 3 >	Compresión	No

3.7. CONFIGURACION DE LOS SWITCHES CASCADE

3.7.1. CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO

En la configuración jerárquica para establecer un puerto, hay que configurar un puerto lógico en un puerto físico en una IOP en el switch.

A continuación se muestra como configurar un puerto físico en una IOP.

El primer paso para la configuración jerárquica es identificar el IOP para proveer los servicios apropiados. Es decir hay que definir el nombre del switch (Switch name), el número de ranura (Slot ID), el puerto a configurar (Port ID), y el tipo de puertos del módulo (Port type).

La tarjeta IOP usada en el switch CASCADE Frame Relay soporta varias formas de sincronización, dependiendo del tipo de IOP usado.

La tarjeta no basada en TDM, tal como la V.35 / X.21 UIO, HSSI, y otras, soporta:

- ◆ **Troncales directas**

Configurar una troncal de switch a switch.

- ◆ **DCE (por omisión)**

Configurar el puerto para proveer sincronización a la velocidad especificada por el reloj seleccionado.

- ◆ **DTE**

Configurar el puerto para recibir sincronización desde un suministro externo, típicamente un CSU/DSU.

- ◆ **Lazo regulado DCE**

Configurar el puerto para proveer sincronización en la velocidad configurada.

Una vez definido el puerto, se configuran los atributos del mismo; tales como:

◆ *Selección del suministro del reloj (Clock Source Selection)*

Que puede ser DCE, DTE, Troncal directa, lazo regulado DCE.

◆ *Velocidad del Reloj (Clock Speed)*

Que puede ser desde 2.4 K hasta 8192 K

◆ *Estado Administrativo del Puerto (Port Admin. Status)*

Este puede ser **Up** o **Down**. Cuando se activa Up se habilita inmediatamente el acceso al puerto. Cuando se activa Down se graba la configuración en la base de datos sin activar el puerto.

◆ *Estado de operación (Oper Status)*

Este puede ser **Active** o **Down**. Cuando es Active indica que el puerto es operacional. Cuando es Down indica que el puerto no esta operacional.

En los switches usados en Quito, Guayaquil y Cuenca, como se dijo anteriormente, se han usado módulos IOP V.35.

A continuación se da la configuración del switch ubicado en la ciudad de Guayaquil tanto para el puerto Troncal como para el puerto asignado para la Matriz de Filanbanco (Figuras 40 y 41):

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE GUAYAQUIL PARA LA TRONCAL				
Nombre de Switch :	8000 . 1			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	1			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	TRONCAL			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>1536</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 40. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE GUAYAQUIL PARA LA MATRIZ				
Nombre de Switch :	8000 . 1			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	2			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	DCE			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>1536</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 41. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Matriz.

A continuación se presenta la configuración del switch ubicado en la ciudad de Quito tanto para la troncal como para la sucursal mayor (Figuras 42 y 43):

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE QUITO PARA LA TRONCAL				
Nombre de Switch :	8000 . 2			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	1			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	TRONCAL			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1536</td> </tr> <tr> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 42. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Quito para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE QUITO PARA LA SUCURSAL MAYOR				
Nombre de Switch :	8000 . 2			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	2			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	DCE			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>1536</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 43. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Quito para la Sucursal Mayor.

A continuación se presenta la configuración del switch ubicado en la ciudad de Cuenca tanto para la troncal así como para la agencia (Figuras 44 y 45):

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE CUENCA PARA LA TRONCAL				
Nombre de Switch :	6000 . 1			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	1			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	TRONCAL			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>1536</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 44. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO FISICO EN EL NODO CASCADE CUENCA PARA LA SUCURSAL				
Nombre de Switch :	6000 . 1			
SLOT ID :	3			
PORT ID :	2			
PORT TYPE :	8 PORT UIO			
CLOCK SOURCE SELECTION	DCE			
CLOCK SPEED (Kbps) :	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>1536</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>		1536	
1536				
PORT ADMIN. STATUS :	UP <input checked="" type="checkbox"/> DOWN <input type="checkbox"/>			
OPER STATUS :	ACTIVE			

Figura 45. Configuración del puerto físico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Sucursal.

3.7.2. CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO

Cuando se esta configurando el puerto físico, en la misma pantalla existe una opción para seleccionar el puerto lógico y poder realizar la configuración. En esta nueva pantalla se pueden definir los siguientes parámetros:

- ◆ ***Tipo de servicio (Service Type)***

El que puede ser: Frame Relay, ATM, SMDS y otros.

- ◆ ***Tipo de Puerto Lógico (Lport Type)***

El que puede ser: Frame Relay Switch (UNI-DCE), Frame Relay Feeder (UNI-DTE), Frame Relay NNI y Frame Relay Troncal.

- ◆ ***La Identificación del Puerto Lógico (Lport ID)***

El cual para una T1 se ingresa un número entre 1 y 24, y para una E1 se ingresa un número entre 1 y 30. Para otros módulos como el V.35 se ingresa automáticamente el número 1.

- ◆ ***Nombre del Puerto Lógico (Logical Port Name)***

El que puede ser de hasta 32 caracteres. Normalmente se pone el nombre del switch, seguido del tipo de tarjeta, de la identificación del puerto físico y de la identificación del puerto lógico.

- ◆ ***La Tasa de Información Comprometida (CIR)***

Este valor se lo escoge entre el 0 y el 100 por ciento, el cual por omisión es 50 %.

- ◆ ***Nombre del Servicio de Respaldo (Can Backup Service Name)***

El cual es para identificar si un puerto es usado como respaldo.

- ◆ ***Flujo de la Red (Net Overflow)***

El cual puede ser **Public** o **Restrict**. Es decir si es Pública o Privada.

- ◆ ***Ancho de Banda (Bandwidth)***

Este viene dado en Kbps.

- ◆ ***Grabar la configuración (Is Template)***

Este puede ser **Yes** o **No**. Cuando se da un Yes, se graba la configuración.

A continuación se muestra la configuración del puerto lógico del Switch ubicado en la ciudad de Guayaquil tanto del puerto troncal como del puerto asignado para la Matriz de Filanbanco (Figuras 46 y 47):

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE GUAYAQUIL PARA LA TRONCAL	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	FRAME RELAY TRONCAL
LPORT ID :	1
LOGICAL PORT NAME :	8000-1-UIO-P1-L1
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	512

Figura 46. Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE GUAYAQUIL PARA LA MATRIZ	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	UNI DCE
LPORT ID :	2
LOGICAL PORT NAME :	8000-1-UIO-P2-L2
CIR	10%
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	2000

Figura 47. Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Guayaquil para la Matriz.

A continuación se presenta la configuración de los puertos lógicos del switch ubicado en la ciudad de Quito tanto para la troncal como para la sucursal mayor (Figuras 48 y 49):

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE QUITO PARA LA TRONCAL	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	FRAME RELAY TRONCAL
LPORT ID :	1
LOGICAL PORT NAME :	8000-2-UIO-P1-L1
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	512

Figura 48. Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Quito para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE QUITO PARA LA SUCURSAL	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	UNI DCE
LPORT ID :	2
LOGICAL PORT NAME :	8000-2-UIO-P2-L2
CIR	75%
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	256

Figura 49 Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Quito para la Sucursal.

A continuación se muestra la configuración de los puertos lógicos del switch ubicado en la ciudad de Cuenca, tanto para la troncal así como para la agencia (Figuras 50 y 51):

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE DE CUENCA PARA LA TRONCAL	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	FRAME RELAY TRONCAL
LPORT ID :	1
LOGICAL PORT NAME :	6000-1-UIO-P1-L1
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	256

Figura 50. Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Troncal.

CONFIGURACION DEL PUERTO LOGICO EN EL NODO CASCADE DE CUENCA PARA LA AGENCIA	
SERVICE TYPE :	FRAME RELAY
LPORT TYPE :	UNI DCE
LPORT ID :	2
LOGICAL PORT NAME :	6000-1-UIO-P2-L2
CIR	50%
CAN BACKUP SERVICE NAME :	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
NET OVER FLOW :	PUBLIC
IS TEMPLATE :	YES <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
BAND WIDTH (KBPS) :	128

Figura 51. Configuración del puerto lógico en el nodo CASCADE de Cuenca para la Agencia.

3.7.3. CONFIGURACION DE UNA TRONCAL

Para configurar una troncal, se debe configurar un puerto lógico y físico en cada extremo de la troncal.

Usando Cascade View, se añade una conexión de troncal de línea al mapa para representar la troncal que se crea. Cuando se configura una troncal, escogemos puntos extremos que usen el mismo tipo de puerto lógico y el mismo ancho de banda.

Los siguientes parámetros se consideran al configurar una troncal:

- ◆ Nombre del switch: se escoge un switch para cada punto extremo
- ◆ Nombre del puerto lógico: se selecciona el mismo tipo de puerto lógico de troncal para cada punto extremo. Se escoge de los siguientes tipos de puerto lógico dependiendo en el tipo de servicio de puerto lógico: troncal optima frame relay y troncal de línea directa
- ◆ Nombre de la troncal: proporciona un nombre que describa la troncal
- ◆ Factor de subscripción: este porcentaje nos permite optimizar el CIR agregado que uno pueda configurar en la troncal
- ◆ Costo administrativo de la troncal: este valor entre 1 y 65534 determinará como OSPF usa ésta troncal
- ◆ Tráfico permitido: determina el tipo de tráfico permitido en esta troncal

Las troncales pueden también ser modificadas, los campos a cambiar incluyen:

- ◆ factor de subscripción
- ◆ costo administrativo de la troncal
- ◆ tráfico permitido
- ◆ varios parámetros de tipo de troncal

- ◆ retardo fijo (en microsegundos)

Si se presentan fallas en la troncal, se dispone también de información estadística para resolver el problema:

- ◆ Estadística acumulada: el número de octetos y paquetes transmitidos desde un puerto lógico de troncal (A) a un puerto lógico de troncal (B) y viceversa
- ◆ Throughput total: el número total de bits por segundos, paquetes por segundo, y porcentaje de utilización transmitido desde un puerto lógico de troncal (A) a un puerto lógico de troncal (B) y viceversa

En la red Frame Relay, el estado de cada troncal es verificado por medio del sondeo del color de cada troncal; estos incluyen:

- ◆ negro: la conexión de línea no ha sido definida como una troncal
- ◆ rojo: la troncal está inactiva
- ◆ azul: el estado de la troncal no es conocido o no está administrado
- ◆ amarillo: la troncal está inicializándose
- ◆ verde: la troncal está activa
- ◆ anaranjado: únicamente una conexión de troncal fuera de algunas está activa
- ◆ cyan: más de una conexión de troncal está definida entre dos puntos extremos

Las troncales pueden también ser suprimidas. Se debe considerar lo siguiente:

- ◆ Antes de suprimir una troncal que tenga PVCs activos hay que incrementar el costo administrativo de la troncal arriba de las otras troncales que existen para forzar a los PVCs a rutearse
- ◆ Si existen PVCs en la troncal cuando se quiere suprimir esta; los PVCs serán ruteados por OSPF a otra troncal si está disponible con suficiente ancho de banda.

Si no existieran otras troncales, el PVC no permanecerá activo. Después que una nueva troncal es creada, los PVCs se rutearan a ésta troncal si existe suficiente ancho de banda.

A continuación se presenta la configuración de las troncales entre Guayaquil – Quito (Figura52), Guayaquil – Cuenca (Figura 53), y Quito –Cuenca (Figura 54):

Configuración de la Troncal entre Guayaquil y Quito							
Endpoint 1				Endpoint 2			
Switch Name :		8000 . 1		Switch Name :		8000 . 2	
Lport Name :		8000 . 1-UIO-P1-L1		Lport Name :		8000 . 2-UIO-P1-L1	
Lport Type :		Direct line Trunk		Lport Type :		Direct line Trunk	
Slot ID :	3	Pport ID:	1	Slot ID:	3	Pport ID:	1
Trunk Name :				8000 . 1-UIO-P1-8000 . 2-UIO-P1			
Traffic Allowed :				All			
Virtual Private Network :				Public			
				Public			
Trunk Type :				Normal			
				Primary			
				Backup			

Figura 52.

Configuración de la Troncal entre Guayaquil y Cuenca							
Endpoint 1				Endpoint 2			
Switch Name :		8000 . 1		Switch Name :		6000 . 1	
Lport Name :		8000 . 1-UIO-P1-L1		Lport Name :		6000 . 1-UIO-P1-L1	
Lport Type :		Direct line Trunk		Lport Type :		Direct line Trunk	
Slot ID :	3	Pport ID:	1	Slot ID:	3	Pport ID:	1
Trunk Name :							
				8000 . 1-UIO-P1-6000 . 1-UIO-P1			
Traffic Allowed :							
				All			
Virtual Private Network :							
				Public			
				Public			
Trunk Type :							
				Normal			
				Primary			
				Backup			

Figura 53.

Configuración de la Troncal entre Quito y Cuenca					
Endpoint 1			Endpoint 2		
Switch Name :	8000 . 2		Switch Name :	6000 . 1	
Lport Name :	8000 . 2-UIO-P1-L1		Lport Name :	6000 . 1-UIO-P1-L1	
Lport Type :	Direct line Trunk		Lport Type :	Direct line Trunk	
Slot ID :	3	Pport ID:	1	Slot ID:	3
				Pport ID:	1
Trunk Name :			8000 . 2-UIO-P1-6000. 1-UIO-P1		
Traffic Allowed :			All		
Virtual Private Network :			Public		
			Public		
Trunk Type :			Normal		
			Primary		
			Backup		

Figura 54.

3.7.4. CONFIGURACION DE LOS PVCs

El administrador de los circuitos virtuales permanente (PVCs) guarda una tabla en la memoria del procesador de control CP. En esta tabla se registran los PVCs para realizar las siguientes funciones:

- ◆ añadir/suprimir PVCs
- ◆ activar/desactivar PVCs
- ◆ rutear/rerutear PVCs

◆ tráfico estadístico de los PVCs

Los PVCs pueden ser configurados con una prioridad de circuito sobre un DLCI. El esquema de prioridad provee tres niveles:

1 = el más alto

2 = medio

3 = el más bajo

Este esquema determina la prioridad en el desplazamiento de los datos del usuario a través de la red.

El tráfico del cliente será lógicamente diseñado como paquetes verdes, ambar y rojos; y es por medio de algoritmos que se determina cuales tramas serán colocadas dentro de la red y cuales serán descartadas.

El esquema de prioridad de las colas de datos es estricto: el tráfico con prioridad 1 partirá antes del que tiene prioridad 2, y después de este el tráfico con prioridad 3 partirá. Podemos decir entonces que el retardo para el tráfico con alta prioridad es siempre menor que el del tráfico con baja prioridad y que la priorización del circuito determina el retardo que el dato experimenta en el acceso a los servicios de la red.

Todos los circuitos virtuales pueden ser priorizados dentro de una red. Se lo realiza indicando la prioridad el ancho de banda y su nivel de importancia. La prioridad del ancho de banda puede tener un rango desde 0 a 3, con 0 como la prioridad más alta. El nivel de importancia tiene un rango desde 0 a 7, con 0 como la prioridad más alta.

La combinación de la priorización del ancho de banda y del nivel de importancia indica si el circuito es importante.

Los circuitos pueden ser establecidos entre puertos en el mismo switch, entre switches en una red, y entre redes a través de un puerto NNI. El switch Cascade tiene un protocolo de ruteamiento interno, OSPF, determinará la trayectoria que un PVC tomará a través de la red, o el usuario puede manualmente definir la trayectoria del circuito. Los circuitos pueden ser desplazados desde una puerto a otro utilizando la función para trasladar circuitos.

Para añadir y configurar parámetros para los PVCs se consideran los siguiente atributos: administrativos, tipo de tráfico y preferencias del usuario.

Los atributos administrativos son: nombre del circuito, condición administrativa.

El tipo de tráfico tiene los siguiente atributos: CIR, Bc, Be, prioridad del circuito.

Finalmente los atributos con relación a la preferencia del usuario incluyen: prioridad del ancho de banda, del nivel de importancia

A continuación se presenta la configuración de los PVCs para Filanbanco entre Guayaquil – Quito (Figura 55), Guayaquil – Cuenca (Figura 56), y Quito – Cuenca (Figura 57):

Configuración del PVC para Filanbanco entre Guayaquil y Quito			
Logical Port		Logical Port	
Switch Name:	8000 . 1	Switch Name:	8000 . 2
Lport Name:	8000 . 1-UIO-P1-L1	Lport Name:	8000 . 2 -UIO-P1-L1
Lport Type:	Frame Relay: TRONCAL	Lport Type:	Frame Relay: TRONCAL
Lport Bandwidth:	512	Lport Bandwidth:	512
Slot ID:	3	Slot ID:	3
Pport ID:	1	Pport ID:	1
DLCI Number	100	DLCI Number	100
CIR (Kbps):	192	CIR (Kbps):	192
BC (Kbits):	9600	BC (Kbits):	9600
BE (Kbits):	14400	BE (Kbits):	14400
Circuit Priority (FWD/REV)	1	Circuit Priority (FWD/REV)	1

Figura 55.

Configuración del PVC para Filanbanco entre Guayaquil y Cuenca			
Logical Port		Logical Port	
Switch Name:	8000 . 1	Switch Name:	6000 . 1
Lport Name:	8000 . 1-UIO-P1-L1	Lport Name:	6000 . 1-UIO-P1-L1
Lport Type:	FrameRelay: TRONCAL	Lport Type:	FrameRelay: TRONCAL
Lport Bandwidth:	256	Lport Bandwidth:	256
Slot ID:	3	Slot ID:	3
Pport ID:	1	Pport ID:	1
DLCI Number	200	DLCI Number	200
CIR (Kbps):	64	CIR (Kbps):	64
BC (Kbits):	3200	BC (Kbits):	3200
BE (Kbits):	4800	BE (Kbits):	4800
Circuit Priority (FWD/REV)	1	Circuit Priority (FWD/REV)	1

Figura 56.

Configuración del PVC para Filanbanco entre Quito y Cuenca			
Logical Port		Logical Port	
Switch Name:	8000 . 2	Switch Name:	6000 . 1
Lport Name:	8000 . 2-UIO-P1-L1	Lport Name:	6000 . 1-UIO-P1-L1
Lport Type:	FrameRelay: TRONCAL	Lport Type:	FrameRelay: TRONCAL
Lport Bandwidth:	256	Lport Bandwidth:	256
Slot ID:	3	Slot ID:	3
Pport ID:	1	Pport ID:	1
DLCI Number	300	DLCI Number	300
CIR (Kbps):		CIR (Kbps):	
64		64	
BC (Kbits):		BC (Kbits):	
3200		3200	
BE (Kbits):		BE (Kbits):	
4800		4800	
Circuit Priority	1	Circuit Priority	1
(FWD/REV)		(FWD/REV)	

Figura 57.

CAPITULO IV

CRECIMIENTO DE LA RED FRAME RELAY DE LA COMPAÑÍA SURATEL

4.1. CAPACIDAD DE LOS PROCESADORES NODALES FRAME RELAY

Ya que los switches utilizados tienen puertos libres, y de acuerdo a la capacidad de crecimiento por módulos de los mismos, nuestra red Suratel puede vender servicio de transporte de información a más usuarios.

Cuando el incremento de usuarios de nuestra red sea tal que el número de puertos del switch sea insuficiente o el incremento del tráfico de información a través del switch llegue al punto de congestionar el nodo; será necesario colocar un switch adicional (nodo adicional) en esa ciudad, para de esta forma descongestionar el nodo distribuyendo a los usuarios entre ambos nodos.

4.2. INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE LOS ENLACES SATELITALES ENTRE LOS NODOS

En la actualidad el enlace satelital Guayaquil - Quito es de 512 Kbps, para prestar servicio de tráfico de datos a las agencias de Filanbanco de Guayaquil con Quito, en los próximos años al incorporarse un mayor número de agencias bancarias en Guayaquil y Quito se producirá un mayor tráfico de voz y datos, por lo tanto será conveniente tener un enlace satelital de mayor velocidad de hasta 2 Mbps.

Para el caso del enlace Cuenca - Guayaquil que es de 256 Kbps, al igual que el enlace Cuenca - Quito que también es de 256 Kbps; con la incorporación de las agencias de Filanbanco será conveniente incrementar estos enlaces satelitales hasta 512 Kbps. Estos incrementos se producirán también para satisfacer la futura demanda de tráfico de voz y datos de otros usuarios.

4.3. PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO DE LA RED DE VOZ Y DATOS FRAME RELAY DE LA COMPAÑÍA SURATEL

En lo posterior, la red Frame Relay crecerá interconectando a otras ciudades las cuales tienen importante tráfico de datos, para lo cual se instalarán switch's CASCADE STDX 6000. Por lo tanto se añadirán a la red nuevos nodos ubicados en las ciudades de Machala, Manta, Quevedo, Ambato, Santo Domingo de los Colorados; los mismos que entrarán en funcionamiento paulatinamente, de acuerdo a la demanda de usuarios que se presente.

CAPITULO V

COSTOS DE LA RED

5.1. COSTOS DE LOS EQUIPOS

5.1.1. COSTO DE LOS SWITCHES CASCADE

En Guayaquil y Quito se instalan dos switches STDX 8000; al que le incorporamos dos módulos I/O, cada uno con ocho puertos V.35. Dando un total de 16 puertos y como crecimiento máximo hasta 48 puertos V.35 en cada ciudad.

Como el switch Cascade permite redundancia; se adquieren también una fuente de poder, un procesador de control y un procesador de paquete. Si se presenta alguna falla en el switch estos módulos redundantes entran a funcionar, permitiendo que el tráfico de datos no se interrumpa.

Para la instalación se adquiere un lote de 32 cables; que es la cantidad necesitada en las ciudades de Guayaquil y Quito.

Lo expuesto anteriormente tiene un costo que se detalla a continuación en la tabla XVIII:

CASCADE STDX 8000
SWITCH FRAME RELAY CON 16 PUERTOS V.35
PARA TELEPUERTOS DE QUITO Y GUAYAQUIL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	SWITCH FRAME RELAY MARCA : CASCADE, INC. MODELO : STDX 8000			
	CHASIS & PACKET PROCESSOR/FUENTE STDX 8000 CHASIS/CONTROL PROCESSOR Y FUENTE DE PODER.	2	19.450,00	38.900,00
	FUENTE DE PODER REDUNDANTE	2	7.780,00	15.560,00
	CONTROL PROCESSOR REDUNDANTE	2	12.960,00	25.920,00
	PACKET PROCESSOR/NMS	2	1.556,00	3.112,00
	MODULOS DE I / O MODULO V.35 / 8 PUERTOS Crecimiento Máximo: Hasta 48 puertos V.35	4	20.750,00	83.000,00
2	SISTEMA DE ADMINISTRACION CASCADE VIEW/UX & SYSBASE	1	5.250,00	5.250,00
	HPOV ENTRY NODE	1	7.875,00	7.875,00
3	LOTE DE CABLES PARA INSTALACION	32	65,00	2.080,00
VALOR DE LA OFERTA EN VENTA, EN USD.				181.697,00
DESCUENTO ESPECIAL DEL 10 %, EN USD.				18.169,70
VALOR TOTAL DE LA OFERTA, EN USD.				163.527,30

Tabla XVIII. Costo de los switch's CASCADE STDX 8000

En la ciudad de Cuenca se coloca un switch Cascade STDX 6000. Dado que es menor la demanda de usuarios se instala un módulo I/O con 6 puertos V.35, por lo tanto se tiene el mismo número de usuarios y un crecimiento máximo de hasta 30 puertos.

El precio de ésta instalación del Switch y sus partes complementarias en Cuenca tiene el siguiente costo (Tabla XIX):

CASCADE STDX 6000
SWITCH FRAME RELAY CON 6 PUERTOS V.35
PARA EL TELEPUERTO DE CUENCA

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	SWITCH FRAME RELAY MARCA : CASCADE, INC. MODELO : STDX 6000			
	CHASIS & PACKET PROCESSOR/FUENTE STDX 6000 CHASIS/CONTROL PROCESSOR Y FUENTE DE PODER.	1	20.276,00	20.276,00
	MODULOS DE I / O MODULO V.35 / 6 PUERTOS Crecimiento Máximo: Hasta 30 puertos V.35	1	6.483,00	6.483,00
3	LOTE DE CABLES PARA INSTALACION	6	65,00	390,00
VALOR DE LA OFERTA EN VENTA, EN USD.				27.149,00
DESCUENTO ESPECIAL DEL 10 %, EN USD.				2.714,90
VALOR TOTAL DE LA OFERTA, EN USD.				24.434,10

Tabla XIX. Costo del switch CASCADE STDX 6000

5.1.2. COSTOS DE LOS FRADs ACT SDM-9400

Para realizar la conexión de Filanbanco a la Red frame relay se utilizan tres FRADs ACT SDM-9400, ubicados en Guayaquil, Quito y Cuenca respectivamente, con un costo individual de:

Equipo ACT SDM-9400: \$ 6.000

Tarjeta de Voz opcional: \$ 1.300

Costo Total del Equipo: \$ 7.300

Por tanto el costo total en equipos FRADs es de: \$ 21.900

5.2. COSTOS DE LOS ENLACES SATELITALES

En nuestro diseño tenemos un enlace satelital Guayaquil – Quito con dos portadoras de 512 Kbps. Entre Guayaquil y Cuenca dos portadoras de 256 Kbps y entre Quito y Cuenca de igual forma dos portadoras de 256 Kbps. Utilizando un FEC de $\frac{3}{4}$ y una modulación QPSK se alcanza un ancho de banda de: 2 MHz, el cual será contratado a Panansat a un costo de \$ 24.000 mensuales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo observado en los capítulos anteriores, podemos mencionar que la Red Frame Relay permite dar soluciones simples para la transmisión de datos; lo que facilita una comunicación entre todos los nodos, basada en medios de comunicación satelitales, siendo seguro, confiable e inviolable para la transmisión.

Esta tecnología de conmutación de paquetes, permite transmitir mucho más información utilizando de manera más eficiente el ancho de banda.

Con un solo equipo de acceso llamado FRAD y con la asignación de un DLCI, el cual identifica un *circuito virtual permanente* (PVC), le permite al cliente acceder a la red, y hacer uso de los servicios de la Red Frame Relay, el cual además usa compresión de datos para hacer más ágil la comunicación e incluso permitir transmisión de voz, usando la priorización de datos y el control de la congestión para permitir que la información llegue sin error a su destino.

Como se puede observar la red permite reducir costos a los usuarios por las ventajas mencionadas. Con la asignación del DLCI para un usuario, éste puede llegar a diferentes puntos por la misma línea de acceso, ahorrando de esta manera en la compra de equipos.

Podemos decir entonces que el presente proyecto ofrece a Filanbanco:

- ◆ Visión al futuro, Filanbanco liderará la prestación de servicios electrónicos.
- ◆ Permite el acceso a la red de nuevos puntos, debido a la cobertura de Suratel, a más de permitir acceso a usuarios corporativos en forma fácil y con óptima relación costo – beneficio.
- ◆ Utilización de un medio de comunicación flexible, y de alta relación costo-beneficio frente a otros medios de comunicación.

Como recomendaciones para que la red Frame Relay de Suratel funcione correctamente podemos mencionar:

- ◆ La red Frame Relay está expuesta a posibles congestionamientos y los equipos que se utilicen deben soportar estas situaciones adecuadamente. Para minimizar la congestión estos equipos deben ser capaces de emplear una variedad de mecanismos y técnicas tales como la priorización del tráfico y la fragmentación, que nos aseguren que se transmita un flujo uniforme de información y permitir que el nivel de servicio no se degrade.
- ◆ Se recomienda también hacer uso del servicio de voz que ofrece la red Suratel, solamente cuando sea indispensable; ofreciéndole al cliente únicamente líneas privadas para su comunicación remota.
- ◆ Para tener una mayor confiabilidad de la red, se recomienda tener un enlace y un switch de respaldo (backup) en cada nodo principal y que además permitirá tener un balanceo de la carga a los clientes.
- ◆ Implementar a futuro un enlace de radio digital entre Quito y Guayaquil, de tal manera que sirva como medio de respaldo al enlace satelital y considerando que el mayor tráfico de información se encuentra entre estas dos ciudades pueda hacerse uso de este enlace para balanceo de carga con la troncal principal.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ATM (Modo de Transferencia Asíncronico): un método usado para la transmisión de voz, vídeo y datos en redes LANs de alta velocidad. Además conocido como repetición de celda.

Ancho de banda en demanda: una característica de las redes WANs que permiten al usuario un ancho de banda adicional según la demanda de la aplicación.

Backbone: la porción de una red que administra la mayor parte del tráfico de la red.

BECN (Notificación de la Congestión explícita hacia atrás): un bit en el encabezado frame relay que indica que la trama ha pasado a través de un nodo que experimenta congestión en la dirección opuesta que la trama está viajando.

Bridge (Puente): un dispositivo de hardware usado para conectar LANs (usualmente LANs que están usando diferente cableado o protocolos de red). Los puentes operan en la capa de enlace de datos del modelo ISO/OSI.

Burst mode (modo de ráfaga): un método de transmisión de datos en el cual la información es recolectada y entonces enviada en una transmisión única de alta velocidad, más de una carácter a la vez.

Cascade View: la interface gráfica de usuario basada en Windows que se utiliza para configurar y monitorear la red Cascade.

Conmutación de circuitos: una conexión temporal de comunicación que es establecida como necesaria entre un nodo emisor y un nodo receptor.

Concentrador : un repetidor que conecta canales de comunicaciones desde varios nodos diferentes de redes. Proporciona puenteo, ruteamiento y otras funciones de administración.

CRC (Chequeo de redundancia cíclica): un método de cálculo usado para chequear la seguridad de la transmisión digital alrededor de un enlace de comunicación.

Datagrama: una unidad de mensaje que contiene el origen y el destino de la información de dirección, al igual que el dato, el cual es ruteado a través de la red conmutada de paquetes.

DCE (Equipo de comunicación de datos): cualquier dispositivo que conecta un computador o terminal a un canal de comunicación o red pública.

Línea dedicada: un circuito de comunicación usado por un motivo específico.

DSU (Unidad de servicio de datos): un dispositivo que conecta el DTE a líneas de comunicación digital. Este formatea el dato para la transmisión en el proveedor público WAN, y se asegura que los requerimientos del proveedor para el dato formateado son satisfechos.

DTE (Equipo terminal de datos): cualquier dispositivo, tal como un terminal o un computador, que es conectado a dispositivos de comunicaciones, canales, o redes públicas.

FECN (Notificación de la congestión explícita hacia delante): un bit en el encabezado frame relay que indica que la trama ha pasado a través de un nodo que experimenta congestión en la misma dirección que la trama viaja.

Frame (Trama): un bloque de datos disponible para transmitirse como una unidad única.

Frame Relay (Repetición de trama): un protocolo estándar para la conmutación de paquetes, desplazándose en velocidades de hasta 2 Mbps. Frame relay proporciona ancho de banda en demanda.

HSSI (Interface serial de alta velocidad): una interface de alta velocidad (de hasta 52 Mbps en transmisión full duplex) entre un DTE y un DCE. Todo el tiempo la interface es proporcionada por el DCE. HSSI puede conducir un cable par trenzado de 50 pies (15 metros).

Hub (Concentrador): un dispositivo que modifica la transmisión de señales, permitiendo que la red sea extendida para acomodar estaciones de trabajo adicionales.

ICMP (Protocolo de mensaje de control de internet): ésta porción de TCP/IP que proporciona las funciones usadas para la administración de la capa de red y para el control.

LMI (Interface de administración de enlace): un esquema de sondeo sincrónico utilizado para la administración del enlace del canal frame relay donde el usuario sondea la red para obtener información de el estado de los PVCs (circuitos virtuales

permanentes) configurados en el canal. LMI intercambia ésta información usando el DLCI 1023.

MIB (Base de información de administración): el conjunto de variables formando una base de datos contenida en un CMOT o SNMP-manejable del nodo en una red. Los nodos de administración de la red pueden almacenar información desde / a ésta base.

Multiplexación: una técnica que transmite varias señales alrededor de un único canal de comunicación.

Nodo: cualquier dispositivo unido a la red que es capaz de comunicarse con otros dispositivos de red.

OSPF (Primera trayectoria de abertura más corta): un protocolo de ruteamiento que toma cuenta de la red cuando se está cargando y del ancho de banda, cuando la información se está ruteando alrededor de la red.

Red conmutada de paquetes: una red que consiste en una serie de circuitos interconectados que rutean paquetes individuales de datos alrededor de una de las varias alternativas de ruteo.

Protocolo: un conjunto de reglas que gobiernan la comunicación (y el intercambio de datos) entre dos entidades o sistemas.

PVCs (Circuitos virtuales permanentes): una conexión lógica a través de una red conmutada de paquetes que está siempre en su lugar y siempre disponible a lo largo de una trayectoria predeterminada de red.

Redundancia: la duplicación del hardware o software dentro de una red para asegurar una operación completa.

Ruteador: un dispositivo de conexión inteligente que puede enviar paquetes a el segmento LAN correcto para transportarlos a su destino.

Ruteamiento: el proceso de direccionamiento de paquetes de mensaje desde un nodo fuente a un nodo destino.

Sincronización: el tiempo de separación de elementos o eventos que ocurren simultáneamente. En comunicaciones, el hardware y el software deben ser sincronizados para que la transferencia de archivos pueda tomar lugar.

Transmisión sincrónica: un método de transmisión que usa una señal de reloj para regular el flujo de datos.

Topología: el mapa de una red. La topología física se refiere a la localización del hardware. La topología lógica se refiere a las trayectorias que los mensajes tomaran desde un nodo a otro.

Troncal: el circuito de comunicación entre dos nodos.

BIBLIOGRAFIA

1. B-STDX FRAME RELAY CONFIGURATION & OPERATIONS. Student Guide, Por Grupo CASCADE: Agosto 1997.
2. FRAME RELAY INTERFACE SPECIFICATION. Por US Sprint Communication Corporation. Julio 1991.
3. FRAME RELAY TECNOLOGIA Y VENTAJAS. Por Grupo CASCADE. Junio 1997.
4. SN-9400 SETUP GUIDE. Por ACT Network. Abril 1997.
5. STDX-6000 HARDWARE INSTALLATION GUIDE. Por Grupo CASCADE. Diciembre 1996.
6. REDES DE COMPUTADORA. Por Uyles Black. Segunda Edición 1995.
7. NETWORKING HARDWARE PRODUCT GUIDE. De la IBM. Octubre 1997.
8. DISEÑO E INSTALACION DE LA RED PRIVADA DE DATOS DEL BANCO DE MACHALA. Tesis de Grado. Por Ing. José Escalante. ESPOL 1996.
9. OVERVIEW OF A SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM. Por Ing. Fabricio Velez. Suratel. Abril 1998.