

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DE INTERCONECTIVIDAD Y SU
CRITERIO DE SELECCIÓN EN EL DISEÑO DE REDES WAN**

**TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

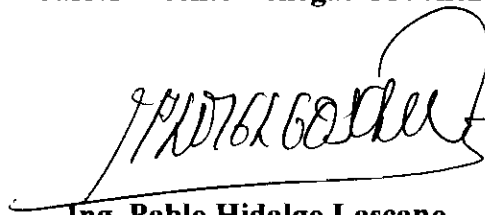
CARLOS VICENTE VENEGAS ORDOÑEZ

QUITO - ECUADOR

OCTUBRE DE 1998

**Certifico que la presente tesis fue realizada
en su totalidad por el señor:**

Carlos Vicente Venegas Ordoñez

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pablo Hidalgo Lascano', written over a horizontal line.

**Ing. Pablo Hidalgo Lascano
DIRECTOR DE TESIS**

INDICE GENERAL

CAPITULO I CONCEPTOS BASICOS EN REDES WAN

1.1 REDES DE AREA EXTENDIDA	1
1.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN UNA RED DE AREA EXTENDIDA	4
1.2.1 Tecnologías en redes WAN.....	4
1.2.2 Futuro de las redes WAN	5
1.3 COMPONENTES DE INTERCONECTIVIDAD	6
1.4 REDES PÚBLICAS CONMUTADAS	7
1.4.1 Aplicaciones	7
1.4.2 Ventajas	8
1.4.3 Desventajas.....	8
1.4.4 Futuro	8
1.5 REDES PÚBLICAS MEDIANTE LÍNEAS DEDICADAS	9
1.5.1 Aplicaciones	9
1.5.2 Ventajas	9
1.5.3 Desventajas.....	10
1.5.4 Futuro	10
1.6 REDES X.25	11
1.6.1 Tecnología Básica	11
1.6.2 Formato de la trama	14
1.6.3 Análisis.....	18
1.6.4 Aplicaciones	18
1.6.5 Ventajas	18
1.6.6 Desventajas.....	19
1.6.7 Futuro	19
1.7 REDES <i>FRAME RELAY</i>	19
1.7.1 Introducción.....	19
1.7.2 Tecnología Básica	20
1.7.3 Extensiones LMI	22
1.7.4 Formato de la trama.....	23
1.7.5 Formato del mensaje LMI	25
1.7.6 Direccionamiento Global.....	26
1.7.7 <i>Multicasting</i>	27
1.7.8 Análisis	28
1.7.8.1 Aplicaciones:.....	29
1.7.8.2 Ventajas:.....	29
1.7.8.3 Desventajas:	35
1.7.8.4 Futuro:.....	35
1.8 A T M (MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO)	38
1.8.1 Formato de la cabecera de la celda ATM	38
1.8.2 Modelo de referencia ATM	40
1.8.3 Capa Física	40
1.8.4 Capa ATM.....	42
1.8.4.1 Capas de Adaptación ATM:.....	42

1.8.5 Direccionamiento	45
1.8.6 Conmutación ATM.....	46
1.8.7 Tipos de conexiones	48
1.8.8 Servicios de conexión.....	50
1.8.9 Calidad de servicio	51
1.8.10 Señalización.....	52
1.8.11 Análisis	53
1.8.11.1 Aplicaciones:.....	54
1.8.11.2 Ventajas.....	54
1.8.11.3 Desventajas:	54
1.8.11.4 Futuro:.....	54

CAPITULO II ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DE INTERCONECTIVIDAD EN REDES WAN

2.1 MODEMS

2.1.1 Clasificación de los modems	57
2.1.2 Según el rango	58
2.1.3 Según el tipo de línea.....	60
2.1.4 Modo de Operación	60
2.1.5 Según el modo de sincronización	62
2.1.6 Según el tipo de modulación	64
2.1.7 Características principales de los modems V.34	68
2.1.7.1 Explicación de los términos	71
2.1.8 Configuración de modems.....	73

2.2 DSU/CSU

2.2.1 Circuitos DDS.....	84
2.2.2 Características Principales.....	87
2.2.3 Conexión Básica del DSU/CSU	89
2.2.4 Configuración del DSU/CSU	91
2.2.5 Configuración del Puerto	93

2.3 MULTIPLEXORES

2.3.1 Configuración del MUX.....	99
2.3.2 Test de Loopback.....	102

2.4 SHARINGS - PUENTES DIGITALES

2.4.1 <i>Sharings</i>	103
2.4.1.1 Configuraciones del <i>sharing</i>	103
2.4.1.2 Características principales del <i>sharing</i>	104
2.4.1.3 Descripción del interfaz EIA/CCITT	106
2.4.2 Puentes digitales	108
2.4.2.1 Características principales de los puentes digitales.....	108

2.5 PADS

2.5.1 Características X.25.....	119
2.5.2 Características FRAD	119
2.5.3 Configuración interna del PAD	123

CAPITULO III ANALISIS DE RUTEADORES

3.1 INTRODUCCION	125
1. <u>ROUTER 6520</u>.....	125
3.2 MODOS DE OPERACIÓN	126
3.3 MENÚ PRINCIPAL DEL ROUTER.....	128
3.4 CONEXIÓN REMOTA AL PUERTO TERMINAL DE CONTROL	129
3.5 MODOS DE REALIZAR UNA LLAMADA	130
3.5.1 Inicio de la llamada	130
3.6 MENÚS DE ADMINISTRACIÓN DEL ROUTER	133
3.6.1 <i>Copy/Insert Record</i>	134
3.6.2 <i>Examine</i>	134
3.6.3 <i>List</i>	135
3.6.4 <i>Delete Record</i>	136
3.6.5 <i>Configuration Save/Restore</i>	137
3.6.6 <i>Comando Boot</i>	137
3.6.7 <i>Default Node</i>	138
3.7 APLICACIONES.....	139
3.7.1 Redes Privadas X.25.....	139
3.7.2 Redes SDLC	139
3.7.3 Redes complejas	140
3.7.4 Procesamiento Múltiple.....	141
3.7.5 <i>Broadcast</i>	142
3.8 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER 6520	146
3.9 THRESHOLDS.....	148
3.10 ROUTING	150
3.10.1 Teoría básica de direccionamiento	154
3.10.2 Subdireccionamiento en grupos	157
3.10.3 Mnemónicos	158
3.10.4 "Blanqueo" de direcciones.....	159
3.10.5 Protocolo Internet (IP).....	160
3.10.5.1 Direccionamiento IP.....	161
3.10.6 Múltiples direcciones IP	163
3.10.7 Subredes	164
3.10.7.1 Máscara de la subred	165
3.11 DEFAULT ROUTERS (GATEWAYS).....	167
3.12 ARP (ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL)	168
3.13 CONEXIÓN A REDES PÚBLICAS DE DATOS.....	169
3.14 ANÁLISIS FRAME RELAY PARA EL ROUTER 6520.....	173
3.14.1 Características del Puerto FRI	173
3.14.2 Configuración del Interfaz <i>Frame Relay</i>	174
3.14.3 Configuración del Puerto FRI	175
3.14.4 Configuración de la Estación FRI	178
3.14.5 Operación y administración del FRI.....	185

3.14.6 Status y Estadísticas	186
3.14.7 Estadísticas del Enlace (<i>Link</i>).....	189
3.14.8 Reportes.....	189
II. RUTEADORES CISCO.....	190
3.15 ANÁLISIS WAN CON RUTEADORES CISCO	190
3.16 COMPONENTES DE CONFIGURACIÓN EXTERNA.....	192
3.17 COMPONENTES DE CONFIGURACIÓN INTERNA.....	192
3.18 EXAMINANDO EL <i>STATUS</i> DEL <i>ROUTER</i>	195
3.19 ACCESO A OTROS RUTEADORES	195
3.20 EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN CDP	199
3.21 CONFIGURACIÓN DEL <i>ROUTER</i> CISCO	204
3.22 MODOS DE CONFIGURACIÓN DEL <i>ROUTER</i> CISCO	204
3.23 ANÁLISIS <i>FRAME RELAY</i> PARA RUTEADORES CISCO.....	208
3.23.1 Asignación del DLCI <i>Frame Relay</i>	210
3.23.2 Configuración <i>Frame Relay</i>	212
3.23.3 Configurando con mapas <i>Frame Relay</i>	214
3.23.4 Estadísticas <i>Frame Relay</i>	217
3.24 CARACTERÍSTICAS DE OTROS EQUIPOS MOTOROLA.....	218

CAPITULO IV DISEÑO DE UNA RED WAN

4.1 DISEÑO DE UNA RED WAN.....	220
4.1.1 Diseño de la configuración del enlace entre los ruteadores local y remoto de la red WAN	225
a.1 Configuración del nodo	227
a.2 Configuración del Puerto de LAN.....	228
a.3 Configuración de los parámetros de conexión LAN	228
a.4 Configuración de la tabla de conexión LAN.....	229
a.5 Configuración de los interfaces del router.....	229
a.6 Configuración de los parámetros IP	230
a.7 Configuración de los interfaces IP	230
a.8 Configuración de tabla de selección de rutas	230
a.9 Configuración de la tabla de mnemónicos	231
a.10 Configuración del router remoto	231
a.10.1 Configuración del nodo.....	231
a.10.2 Configuración del puerto de LAN.....	232
a.10.3 Configuración de los parámetros de conexión LAN.....	232
a.10.4 Configuración de la tabla de conexión LAN.....	232
a.10.5 Configuración de los interfaces del router	233
a.10.6 Configuración de los parámetros IP	233
a.10.7 Configuración de los interfaces IP	233
a.10.8 Configuración de la tabla de selección de rutas	234

b. Enlace entre el host AS400 y las terminales de cajas	234
b.1 Configuración del puerto	235
b.2 Configuración de la estación SDLC del puerto 2	236
b.3 Configuración de la tabla de selección de rutas	237
b.4 Configuración SDLC para el router remoto	237
b.4.1 Configuración del puerto	238
b.4.2 Configuración de la estación SDLC del puerto 2	238
b.4.3 Configuración de la tabla de selección de rutas	239
b.4.4 Configuración de la tabla de mnemónicos	239
c. Configuración del enlace de voz	240
c.1 Parámetros de configuración FXO y FXS	240
c.2 Mnemónicos a configurarse en los nodos Quito y GYE	242
d. Configuración del enlace WAN <i>Frame Relay</i>	243
d.1 Configuración del puerto WAN del nodo local	243
d.1.1 Configuración de la estación FRI	244
d.1.2 Configuración de la tabla de selección de rutas	245
d.2 Configuración del nodo remoto	245
d.2.1 Configuración de la tabla de selección de rutas	246
4.1.2 Configuración de los DSU/CSU's	246
4.1.3 Configuración del puente digital	250
4.2 CRITERIO TECNICO Y ANALISIS DE COSTOS DE LA	
CONFIGURACION DEL ENLACE WAN <i>FRAME RELAY</i>	253
4.2.1 Análisis de costos	254

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	264
5.2 RECOMENDACIONES	272

ANEXOS

ANEXO A: COMANDOS DE CONFIGURACION AT DE UN MODEM

ANEXO B: ESTADISTICAS DE *ROUTERS*

ANEXO C: ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES

**ANEXO D: REGISTRO OFICIAL REFERENTE A TARIFAS DE CIRCUITOS
DEDICADOS.**

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Tres de las tecnologías más usadas para la transmisión de datos a niveles local, nacional e internacional son, X.25, *Frame Relay* y ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Dichas tecnologías están siendo usadas cada día por operadores públicos para ofrecer servicios de alta y baja velocidad, que buscan satisfacer las necesidades de interconexión de datos y redes de área local (LAN), así como también para la transmisión de voz, imágenes y video. Actualmente los circuitos digitales están tomando el mercado de las comunicaciones, para los cuales, los proveedores de servicios de transmisión digital utilizan algunos medios de transmisión tales como los enlaces satelitales, la fibra óptica y los enlaces de radio.

En la presente tesis, el autor realiza un estudio completo de los distintos equipos que conforman una Red de Area Extensa (WAN). En el capítulo I se empieza definiendo los parámetros principales de estas redes, desde los principios de las líneas conmutadas, dedicadas, así como un estudio de los principales protocolos que manejan estas redes y los servicios que estas ofrecen, de las que *Frame Relay* constituye el principal protocolo de comunicaciones que rige las comunicaciones en nuestro país. A través de este estudio el lector se puede dar cuenta de que los sistemas de comunicaciones son disminuidos en tamaño con la introducción de este protocolo, ya que un solo enlace físico abarca la mayoría de aplicaciones que maneja determinado usuario.

En el capítulo II se realiza un estudio de los principales equipos para redes WAN tales como son los modems, insustituibles en la transmisión de datos, pues constituyen la base de las comunicaciones, cuyo avance en la tecnología determinó que los CSU/DSU's sean aquellos que realicen una tarea similar en las transmisiones de alta velocidad en circuitos digitales. Además se realiza el estudio de equipos que administran el ancho de banda asignado, estos equipos constituyen los multiplexores, los puentes digitales y los *sharings*. Por último se realiza un estudio de equipos PADS cuyas funciones son primordiales cuando se trata de ensamblar y desensamblar los paquetes que están encapsulados en X.25 o *Frame Relay*. Un estudio completo de todos

estos equipos le da una visión general de cómo se constituye una red de comunicaciones WAN, principalmente en los enlaces de redes LAN a través de este tipo de redes.

En el capítulo III se realiza un estudio de equipos de capa 3 denominados *routers*, entre ellos se toman dos equipos que son los de mayor utilización en el mercado, el router 6520 de Motorola y el *router* de la familia Cisco. En este capítulo se toman en cuenta aspectos principales desde la configuración de una llamada, así como de las características en que mayormente son utilizados los *routers* hasta la configuración de protocolos complejos, principalmente el protocolo *Frame Relay*, cuyo análisis es completo, desde la configuración de los nodos hasta el análisis de las estadísticas del enlace formado.

En el capítulo IV se pone en práctica este estudio con el diseño de la configuración de un enlace *Frame Relay* utilizando la mayoría de los equipos de interconectividad estudiados. Se realiza toda la configuración del enlace WAN para cada equipo componente del enlace para posteriormente realizar un análisis económico que determine si éste enlace de comunicaciones es posible implementarlo. Para esto se analiza dos alternativas de comunicación digital, en las que el lector podrá tener una visión de qué tipo de alternativa utilizar.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la realización de este trabajo.

Adicionalmente al final de este trabajo se presentan varios anexos que respaldan el diseño de la red WAN estudiada.

Para el autor es de primordial importancia recalcar que la realización de esta tesis ha cumplido con todos los objetivos planteados, pues en ella se ha puesto una base fundamental en la que el lector podrá encontrar una gran ayuda en la implementación de sistemas de telecomunicaciones para redes WAN.

1.1 REDES DE AREA EXTENDIDA

Las Redes de Area Extendida (WAN) han sido diseñadas para proveer soluciones de comunicación hacia organizaciones o personas que necesitan intercambiar información digital entre lugares distantes (en un país o en países diferentes). De hecho, las compañías locales de telecomunicaciones están inmersas en los servicios de comunicaciones en distancias grandes, siendo por tanto las redes de área extendida usualmente mantenidas por las compañías privadas de telecomunicaciones, las que ofrecen diferentes servicios a varios tipos de empresas de un país.

El principal propósito de una red WAN es el proporcionar de una forma veraz, rápida y segura comunicación entre dos o más lugares (nodos) con poco retardo y bajo costo. Este tipo de red permite a una organización tener una red integral entre todos sus departamentos y oficinas, independientemente de si se encuentra o no en el mismo edificio o ciudad, proporcionando comunicación entre la organización y el resto del mundo. En principio, esta tarea está acompañada mediante la conexión de la compañía (y todo el resto de organizaciones) a los nodos de red, de diferentes tipos de aplicaciones y estrategias de comunicación. Sin embargo las redes WAN son usualmente desarrolladas por los organismos que rigen las comunicaciones de cada país, siendo su desarrollo influenciado por las políticas y estrategias propias implantadas por éstos.

El servicio básico de una red WAN, el cual las organizaciones mencionadas han ofrecido por muchos años es la línea dedicada. Una línea dedicada (LP) es una conexión punto-punto entre dos lugares, implementado usualmente mediante troncales de una red telefónica pública conmutada (PSTN), la misma que crea un enlace entre dos nodos. Una organización con red WAN permite mediante estas líneas conectar sus distintas oficinas, entendiendo que cada oficina está conectada a tantas líneas como número de oficinas exista.

En el pasado, las líneas dedicadas conectaban dos lugares mediante 4 hilos y la responsabilidad de restablecer una caída del enlace radicaba en el buen manejo del personal de la empresa que daba este servicio.

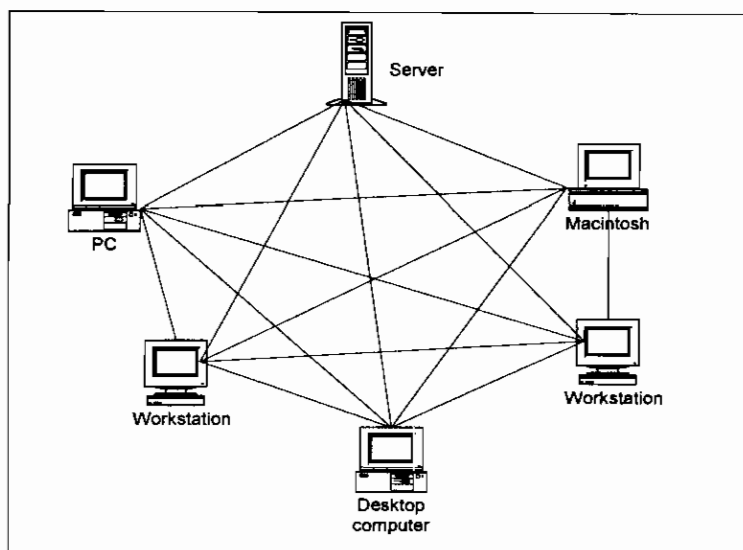


Fig 1.1 Red Punto – Punto con conexión oficina a oficina

Estas líneas no eran lo suficientemente mantenidas y a menudo sufrían de mucho ruido. Además, estas líneas consumían el mismo ancho de banda que cuando no había transmisión. Hoy en día, las líneas dedicadas son usualmente líneas digitales punto-punto, las cuales son implementadas mediante la creación de un canal permanente, con ancho de banda conocido, entre los dos nodos y transfiriendo los datos en una red digital dedicada, la cual permite el manejo automático de la línea y minimiza la interferencia de ruido.

Por años, las estrategias de comunicación de las organizaciones han estado basadas en aquellas líneas y han sido usualmente construidas en una configuración de estrella para minimizar la cantidad de líneas.

En los años 1970, algunas empresas construían redes de comunicación mediante circuitos digitales conmutados, lo cual permitía la creación de una conexión digital no permanente entre dos lugares (tal es así el teléfono), no proporcionando esas redes el involucramiento en las tecnologías de comunicación debido a esta conexión no

permanente. Al no existir una conexión permanente no es posible tener control directo sobre la línea, es decir niveles de transmisión y recepción, relación señal – ruido, etc. Cuando no existe conexión no hay transferencia de datos y sería aleatoria la línea por la cual un nodo se va a conectar cuando requiera conexión. Las tecnologías de comunicación permiten tener un control sobre la línea ya que establecen caminos permanentes para el paso de información de un nodo a otro.

1.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN UNA RED DE AREA EXTENDIDA

La conmutación de paquetes aparece en los años 60, y define la base para todas las redes de comunicación hoy en día. El principio de una red de datos con conmutación de paquetes (PSDN), establece que los datos sean transferidos entre los nodos en pequeños paquetes. Este principio hace que una PSDN permita que cada nodo sea conectado a más de uno a través de una sola conexión física (ya no mediante una línea dedicada para cada uno de los nodos). Aquella forma (una red conectada completamente a través de varios nodos), puede ser obtenida mediante la conexión de cada nodo a un enlace físico, como se puede ver en la figura 1.2.

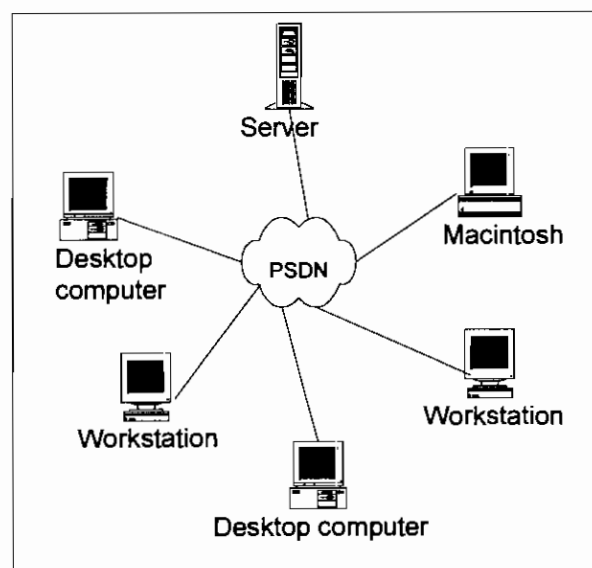


Fig 1.2 Red de Conmutación de Paquetes

Otra ventaja de la conmutación de paquetes es el uso eficiente de los recursos mediante la división del ancho de banda de la red entre el número de usuarios. La primera red de comunicaciones que utilizó esta tecnología de paquetes conmutados estaba basada en el protocolo X.25, llegando estas redes a ser el estándar de facto para las comunicaciones de datos no permanentes, siendo adoptada por la mayoría de empresas.

Las redes X.25 permitieron abaratar los costos en las comunicaciones, estando sus tarifas basadas en el tiempo de comunicación (utilización de los circuitos) y en la cantidad de datos transferidos (velocidades de transmisión). La tecnología de redes X.25 que utilizaban las empresas, usaba más eficientemente los medios de transmisión de las empresas públicas que disponían del servicio de conmutación de paquetes.

El ancho de banda que se ocupaba durante las transmisiones era liberado al final de la conexión, o cuando no se transmitía datos. Otra ventaja de estas redes fue la de permitir una implementación fácil de conexiones internacionales, dando la posibilidad a las organizaciones conectarse a centros de datos y servicios a través del mundo. Por los 80's, estas redes fueron los canales principales a nivel internacional para la comercialización de datos. Hoy en día, las velocidades de transferencia son consideradas muy bajas y este servicio está siendo reemplazado por nuevos métodos más eficientes.

1.2.1 Tecnologías en redes WAN

Hoy en día el objetivo de las comunicaciones está en miras a los servicios de redes ATM¹; sin embargo las aplicaciones y tecnologías para ATM están llegando más desarrolladas, y para nuestro caso las redes ATM todavía no se están implementando o son muy contadas las empresas que están empezando a usar este servicio. Dos de los principales servicios denominados “*mid-time*” son popularmente usados en todo el mundo, tal es el caso de las redes *Frame Relay* e ISDN.

¹ ATM = Modo de Transferencia Asíncronico

El servicio de comunicaciones de la red *Frame Relay* es considerada como la siguiente generación del X.25 y permite comunicaciones con mayores velocidades (hasta T3/E3)², incluso velocidades de 56 Mbps. Todos sus estándares han sido desarrollados y completados, *Frame Relay* es un servicio principalmente punto a punto y reemplaza a las líneas dedicadas. Otro de los servicios de telecomunicaciones es la red ISDN, el cual es un servicio totalmente digitalizado, que permite comunicaciones para más tipos de información (voz, datos y video) en todos los nodos de red.

Este servicio está en su cumbre hoy en día y está siendo implementado mayormente en Europa. Dos redes de comunicación (ATM y B-ISDN³) no han sido desarrolladas completamente todavía y serán extendidas en el mundo en los próximos años e implementadas también en nuestro país.

1.2.2 Futuro de las Redes WAN

Los servicios de las redes ATM y B-ISDN, en las que se puede implementar voz, datos y video para transferirlos a grandes velocidades, se empezarán a implementar por su gran capacidad de procesamiento de datos.

Pero igual que hoy, nuevas redes están siendo diseñadas para futuras demandas. Aquellas redes serán implementadas para trabajar en enormes velocidades (en el orden de Gbps) y están proporcionando nuevos desafíos a sus diseñadores.

Todo depende de distintos factores para obtener una red WAN que satisfaga los requerimientos de un cliente particular. El diseño de una red WAN involucra algunos factores tales como:

- 1.- Medio de transmisión a utilizarse
- 2.- Equipos y sus respectivos costos

² T3/E3 = Velocidad de transmisión de datos equivalente a 45 Mbps (DS3)

³ B-ISDN = *Broadband Integrated Services Digital Network*

3.- Tipo de protocolo para una excelente eficiencia del servicio de comunicaciones

4.- Implementación

5.- Mantenimiento

Las redes de área extendida vienen a ser una una gran solución a las comunicaciones para unir lugares distantes y realizar una transmisión mucho más confiable de los datos, desde los días de las líneas dedicadas analógicas.

1.3 COMPONENTES DE INTERCONECTIVIDAD

Los componentes de interconectividad de las redes son los distintos tipos de medios utilizados para transmitir la información de una manera eficaz y segura de un punto a otro. De esta manera, una red involucra tanto el medio de transmisión como los distintos tipos de equipos que utilizarán las señales de información para transformarla y repartir a los distintos lugares de destino.

Tal es así que los medios de transmisión usados hoy en día son los siguientes:

- Cobre (Para las redes públicas conmutadas)
- Fibra Optica (Redes públicas o privadas)
- Atmósfera (Transmisión de datos por satélite)
- Aire (Transmisión de datos vía microonda)

Los equipos de interconectividad que son conectados a través de estos medios son los siguientes:

- Modems
- CSU/DSU⁴
- Ruteadores

⁴ CSU/DSU = *Channel Service Unit/ Data Service Unit*

- Pad's⁵
- Multiplexores
- *Sharings* - puentes digitales

De esta manera se puede dar las características de los medios de transmisión, así como también conocer cómo operan los distintos equipos de interconectividad y dónde utilizarlos dependiendo del tipo de aplicación que se requiera.

1.4 REDES PÚBLICAS CONMUTADAS

Las líneas públicas conmutadas o líneas analógicas en *dial-up* utilizan la red telefónica pública conmutada (PSTN) para proveer conectividad a los usuarios, transfiriendo datos con el uso de modems. Las velocidades típicas de los modems en *dial-up* son 9.6 Kbps, 14.4 Kbps, 28.8, 33.6 Kbps, llegando incluso hasta los 56 Kbps usando modems que cumplen con los requerimientos de los estándares CCITT⁶.

Las líneas analógicas *dial-up* es un servicio basado en sensor aquellas cargas que están basadas en el tiempo de conexión.

1.4.1 Aplicaciones

El acceso de las líneas en *dial-up* es típicamente usado para proveer acceso a sitios remotos a usuarios que no disponen de una conexión dedicada, tal como usuarios temporales. El acceso analógico en redes *Frame Relay* y X.25 es también ofrecido por algunos *carriers* para dar un mejor servicio de las comunicaciones de este tipo. La relativa baja velocidad conseguida usando este método, restringe las aplicaciones de los usuarios a aquellas con requerimientos de ancho de banda limitado.

⁵ PAD = *Packet Assembler Disassembler*

⁶ CCITT es actualmente la UIT-T

1.4.2 Ventajas

La principal atracción de este método es que está disponible mediante el uso de la red telefónica pública. Esta es la mayor ventaja comparada con otras opciones y hace que sea una opción atractiva particularmente para usuarios que manejan computadores de mano , quienes no podrán disponer de otro servicio donde ellos vayan. Para estos usuarios, la conectividad está radicada en el teléfono fijo o teléfono celular. Esta flexibilidad asegura que la línea *dial-up* continuará siendo un mecanismo de acceso a cualquier momento.

El gasto basado en su uso, en conjunto con el relativo precio barato de los modems, hace de éste un costo bajo pero una opción restringida para usuarios con mayores requerimientos de ancho de banda.

1.4.3 Desventajas

Debido a que este método requiere una transmisión analógica en el circuito local, la calidad de la línea es a menudo un problema que puede impedir a los usuarios alcanzar las velocidades requeridas de sus modems. La máxima velocidad de los modems hoy en día viene a incrementar las restricciones de ancho de banda, debido a los grandes volúmenes de las aplicaciones que se incrementan rápidamente. El manejo de la red y las características de seguridad de las líneas *dial-up* son también inferiores a aquellas de otras opciones.

1.4.4 Futuro

La importancia del acceso analógico en *dial-up* es un aviso de las deficiencias de desarrollo mencionados anteriormente. Viene a ser un método rápido de la concurrencia de los usuarios corporativos. Sin embargo, su extensa disponibilidad y bajo costo hace una alternativa de acceso que será usado donde otros servicios no están disponibles o no

son de un costo accesible. En el futuro la velocidad de los modems en *dial-up* irá incrementándose de acuerdo con el requerimiento de la aplicación.

1.5 REDES PÚBLICAS MEDIANTE LÍNEAS DEDICADAS

Las líneas dedicadas son corrientemente el método más popular de interconectar redes corporativas, a pesar del continuo crecimiento de *Frame Relay* y ATM. Las líneas dedicadas son esencialmente caminos reservados privados a través del proveedor de servicios de red, que son rentados por el usuario para llevar el tráfico de datos.

La conexión a la red requiere equipos de transmisión de datos tal como ruteadores, así como un CSU/DSU (*Channel service unit/data service unit*) para proveer el interfaz a la red.

1.5.1 Aplicaciones

Las líneas dedicadas de 56/64 Kbps son las más usadas para redes que tienen requerimientos de tráfico moderado, tal como transferencia de un archivo grande, entre un número limitado de sitios.

1.5.2 Ventajas

La naturaleza privada de las redes de líneas dedicadas provee inherente privacidad y beneficios de control. La naturaleza digital de las líneas dedicadas proveen también alta calidad en relación a las líneas analógicas. Las líneas dedicadas son un producto de disponibilidad no estadística, como lo son las redes públicas. Es como la debilidad y la fuerza. La fuerza es aquella en que el circuito está disponible en una base permanente y no requiere que la conexión sea establecida antes de que el tráfico pase a través de la red. La debilidad es aquella en que el ancho de banda está siendo pagado al igual que si no es usado.

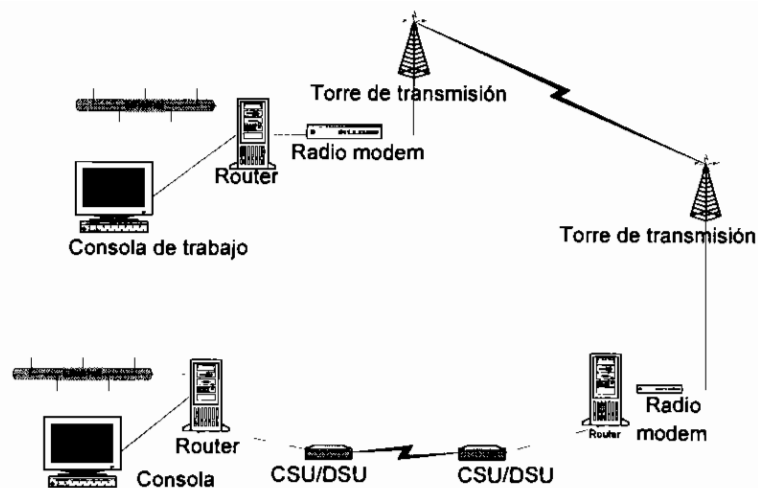


Fig 1.3 Representación Gráfica de un esquema de red con línea dedicada

1.5.3 Desventajas

En adición al ineficiente uso del ancho de banda mencionado anteriormente, una mayor desventaja de las líneas dedicadas es su naturaleza sensible, la cual hace de ellas una alternativa muy cara para redes de extensiones grandes o que requieren conectividad extensa entre los sitios. Las líneas dedicadas de baja velocidad también carecen de flexibilidad comparadas a alternativas tales como *Frame Relay* en términos de cambios en la red. Por ejemplo, adicionando un nuevo lugar a la red requiere un nuevo circuito a ser provisto terminal a terminal para cada sitio con el cual éste debe comunicarse. Si allí se requiere un determinado número de sitios, los costos pueden elevarse rápidamente. En comparación, redes públicas tales como *Frame Relay* simplemente requieren un acceso a la línea hacia la oficina central más cercana y la definición de circuitos virtuales para cada nuevo sitio con el que se necesita establecer comunicación. En muchos casos, existen sitios que requerirán simplemente de la definición de un nuevo circuito virtual para el nuevo sitio.

1.5.4 Futuro

Las líneas dedicadas continuarán dominando el mercado de comunicaciones corporativas debido a la enorme base instalada en la que se sustenta. Sin embargo, su

popularidad declinará gradualmente con alternativas tales como *Frame Relay*, *SMDS*⁷, y *ATM*. Su uso está restringido a distribuir la nube de datos hacia un sitio requerido.

1.6 REDES X.25

En los años 70 era necesaria la infraestructura de protocolos que provean a los usuarios conectividad a través de redes públicas en redes de área amplia (WAN). Algunas redes públicas habían logrado un éxito notable, pero era sentido que la estandarización de los protocolos incrementaría la suscripción a redes públicas mediante la provisión de equipo mejorado compatible y de bajo costo. El resultado del esfuerzo desarrollado se reflejó en un grupo de protocolos, de los cuales el más popular de ellos es el protocolo X.25. La especificación de este protocolo es designada a trabajar sin importar el tipo de sistema o manufactura del usuario.

Uno de los atributos únicos de X.25 es su naturaleza internacional. X.25 y algunos otros protocolos son administrados por una agencia de las Naciones Unidas llamada la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). El sector de estandarización de las telecomunicaciones de la ITU (ITU-T) formalmente conocida como CCITT es el comité responsable de las comunicaciones de voz y datos. Los miembros del ITU-T incluyen la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de USA), la telefonía postal europea y las organizaciones telegráficas, los *carriers* comunes y muchas compañías de computación y comunicaciones de datos. Como resultado, X.25 es verdaderamente un estándar global de comunicaciones a nivel WAN.

1.6.1 Tecnología Básica

X.25 es similar a una red telefónica para las comunicaciones de datos. Para iniciar la comunicación, un computador llama a otro para requerir una sesión de comunicaciones. El computador llamado puede aceptar o rechazar la conexión. Si la llamada es aceptada,

⁷ SMDS = *Switched Multimegabit Data Service*

los dos sistemas pueden empezar a transferir información en *full duplex*. Cualquiera de los dos puede terminar la conexión en cualquier momento.

La especificación X.25 define una interacción punto a punto entre un DTE⁸ y un DCE⁹. Los DTEs se conectan a la red de conmutación a los PSEs (*Packet Switching Exchanges* o simplemente *switches*) a través de DCEs ubicados dentro de la PSN (*Packet Switched Network*). Esta relación es mostrada en la figura 1.4.

Un DTE puede ser un terminal que no implemente la funcionalidad completa de X.25. Un DTE es conectado a un DCE a través de un equipo “traductor” llamado PAD (*Packet Assembler Disassembler*). La operación del interfaz terminal-PAD, los servicios ofrecidos por el PAD, y la interacción entre el PAD y el *host* son definidos por las recomendaciones de la ITU-T X.28, X.3 y X.29 respectivamente.

X.25 está definido en las capas 1 a 3 del modelo de referencia OSI¹⁰. La capa 3 describe el formato del paquete y los procedimientos de intercambio de paquetes con su correspondiente capa 3. La capa 2 está implementada por el protocolo LAPB¹¹ que define las tramas para el enlace DTE/DCE.

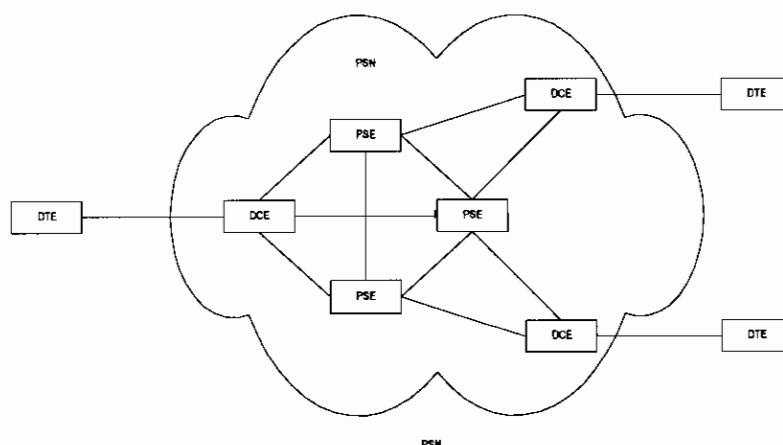


Fig 1.4 Modelo X.25

⁸ DTE = *Data Terminal Equipment*

⁹ DCE = *Data Circuit Equipment*

¹⁰ OSI = *Open System Interconnection*

¹¹ LAPB = *Link Access Procedure, Balanced*

La capa 1 define los procedimientos mecánicos y eléctricos para activar y desactivar el medio físico que conecta el DTE con el DCE. Esta relación es mostrada en la figura 1.5.

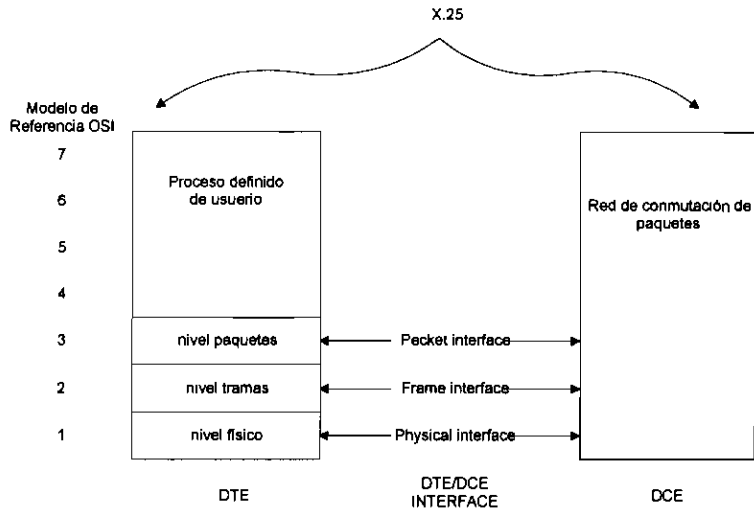


Fig 1.5 Modelo de Referencia OSI para X.25

La comunicación terminal a terminal entre los DTEs es realizado a través de una asociación bidireccional llamada “circuito virtual”. Los circuitos virtuales permiten la comunicación entre elementos distintos de la red a través de cualquier número de nodos intermedios, sin la dedicación de porciones del medio físico que caracterizan a los circuitos físicos. Los circuitos virtuales pueden ser permanentes o conmutados (temporales). Un circuito virtual permanente es comúnmente llamado PVC, mientras que un circuito virtual conmutado es comúnmente llamado SVC. Los PVCs son usados típicamente para transferencias de datos continuas, mientras que los SVCs son usados para transferencias de datos esporádicas. La capa 3 se refiere a la comunicación de terminal a terminal mediante estos dos tipos de circuitos.

Una vez que un circuito virtual es establecido, el DTE envía un paquete al otro terminal de la conexión, mediante el envío a un DCE usando el circuito virtual propio. El DCE mira el número de circuito virtual para determinar cómo enrutar el paquete a través de la red X.25. La capa 3 del protocolo X.25 lo multiplexa entre todos los DTEs servidos por el DCE en el lado destino de la red y el paquete es entregado a su correspondiente DTE.

1.6.2 Formato de la Trama

Una trama X.25 está compuesta de una serie de campos, como muestra la figura 1.6. Los campos de la capa 3 conforman el paquete e incluye una cabecera y los datos. La trama de capa 2 (LAPB) incluye campos de control y direccionamiento así como el paquete de capa 3 y el FCS (*Frame Check Sequence*).

La cabecera de la capa 3 X.25 está conformada de un identificador de formato general (GFI), un identificador de canal lógico (LCI), y un identificador del tipo de paquete (PTI). El GFI es un campo de 4 bits que indica el formato general de la cabecera del paquete. El LCI es un campo de 12 bits que identifican el circuito virtual. El LCI es de significado local en el interfaz DTE/DCE. En otras palabras, la PDN conecta dos canales lógicos, cada uno con un LCI independiente, en dos interfaces DTE/DCE para establecer un circuito virtual. El campo PTI identifica uno de los 17 tipos de paquetes X.25.

Los campos de direccionamiento en la configuración de llamada provee las direcciones de la fuente y destino DTE. Estas son usadas para establecer los circuitos virtuales que constituyen la comunicación X.25. La recomendación X.121 de la ITU-T especifica los formatos de la dirección fuente y destino.

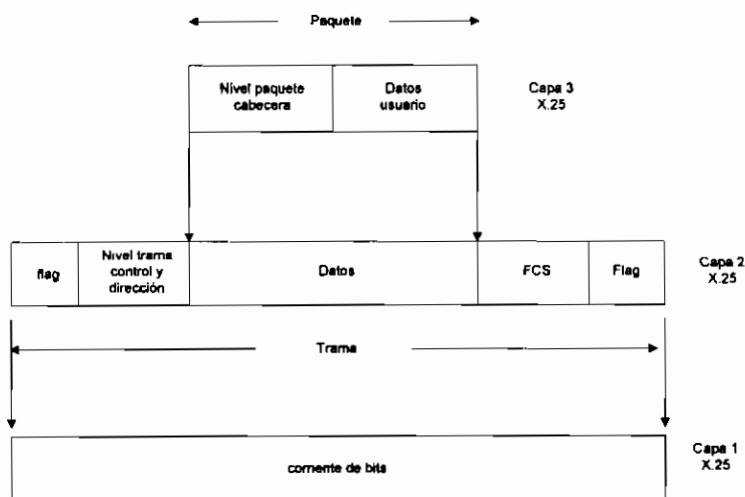


Fig 1.6 Formato de la trama X.25

Las direcciones X.121 (también referidas como números internacionales de datos o IDNs) varían en longitud y pueden ser de hasta 14 dígitos decimales de longitud. Los primeros ocho bits en la configuración de llamada (*call setup*) especifican las longitudes de las direcciones del DTE fuente y el DTE destino. Los primeros cuatro dígitos de un IDN son llamados el código de identificación de la red de datos (DNIC). Este DNIC es dividido en 2 partes, la primera (3 dígitos) especifican el país y el último especifica su respectiva PSN. Los últimos dígitos son llamados el números de terminal nacional (NTN), y son usados para identificar el DTE específico en la PSN. El formato de esta dirección X.121 es mostrada en la figura 1.7.

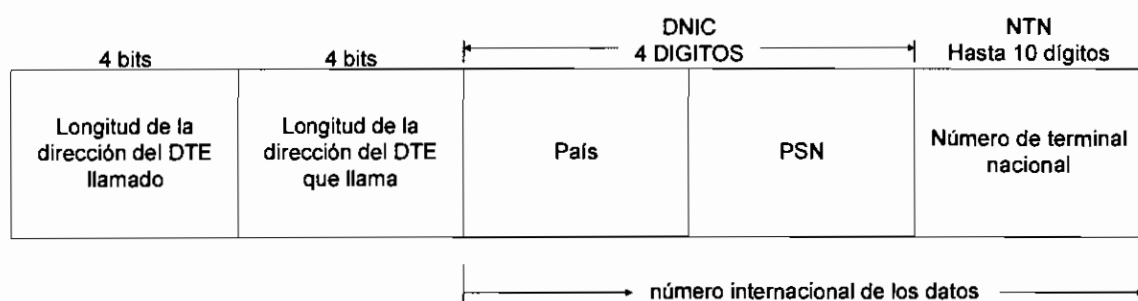


Fig 1.7 Formato X.121

Los campos de direccionamiento que hacen la dirección X.121 son solamente necesarios cuando un SVC es usado, esto es solamente durante la llamada. Una vez que la llamada es establecida, la PSN usa el campo LCI de la cabecera del paquete de datos para especificar un circuito virtual particular al DTE remoto.

La capa 3 X.25 usa tres procedimientos operacionales con circuitos virtuales:

- Establecimiento de la llamada (*call setup*)
- Transferencia de datos
- Finalización de la llamada (*call clearing*)

La ejecución de estos procedimientos depende del tipo de circuito virtual ha ser usado. Para un PVC, la capa 3 del X.25 está siempre en modo de transferencia de datos porque el circuito está permanentemente establecido. Si un SVC es usado, todos los 3 procedimientos se usan.

Los paquetes son utilizados para transferir datos. La capa 3 segmenta y reensambla los mensajes si éstos son muy largos para el tamaño del paquete del circuito. Cada paquete de datos está dado mediante un número de secuencia, tal que el error y el control de flujo pueda ocurrir a través del interfaz DTE/DCE.

La capa 2 es implementada mediante el LAPB. Este permite a ambos lados (DTE y DCE) iniciar la comunicación con el otro. Durante la transferencia de la información, el LAPB chequea que las tramas lleguen al receptor en la secuencia correcta y libre de errores. Similar a los protocolos de capa enlace, el LAPB usa tres tipos de tramas:

- Trama de información (I).- Estas tramas llevan la información de las capas superiores y alguna información de control (necesaria para la operación *full duplex*). La secuencia de números que se envía y recibe, y el bit *poll final* (P/F) sirven para realizar control de flujo y recuperación de errores. La secuencia de número de envío se refiere al número de la trama. El número de secuencia de número de recibo guarda el número de la trama a ser recibida. En una conversación *full duplex*, ambos, transmisor y receptor guardan estos números de envío. El bit de *poleo* es usado para forzar al bit final del mensaje dar una respuesta, esto es usado para la detección y corrección de errores.
- Tramas de Supervisión (S).- Estas tramas proveen información de control. Ellas requieren o suspenden la transmisión, reportan el *status* y reconocen o admiten el recibo de las tramas I. Ellas no tienen un campo de información.
- Tramas no numeradas (U).- Estas tramas, como el nombre lo sugiere, no tienen secuencia. Son usadas para propósitos de control. Por ejemplo, pueden iniciar una conexión usando ventanas estándares (módulo 8 o 128), desconectar el enlace, reportar un error de protocolo o funciones similares.

La trama LAPB es mostrada en la figura 1.8.

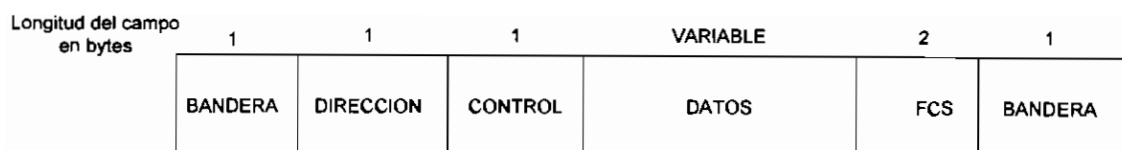


Fig 1.8 Formato de la trama LAPB

Los campos de una trama LAPB son los siguientes:

- **Banderas (Flag).**- Delimitan la trama LAPB. El bit de relleno es usado para asegurar que la bandera patrón no esté dentro del cuerpo de la trama.
- **Dirección.**- Indica si la trama lleva un comando o una respuesta.
- **Control.**- Provee un control de los comandos y respuesta de las tramas, y también indica el formato de la trama (U, I o S), la función de la trama (por ejemplo receptor listo o desconectado) y el número de secuencia envío/recibo.
- **Datos.**- Lleva los datos de capas superiores. Su tamaño y formato varían dependiendo del tipo de paquete de capa 3. La máxima longitud de este campo es establecido por el administrador de la PSN.
- **Chequeo de secuencia de trama (FCS).**- Asegura la integridad de los datos transmitidos.

La capa 1 X.25 usa el protocolo X.21 bis, el cual es equivalente al EIA/TIA – 232C (formalmente RS 232C). Este protocolo es derivado de las recomendaciones de la ITU-T, V.24 y V.28, los cuales identifican los circuitos de intercambio y características eléctricas respectivamente de un interfaz DTE a DCE. Soporta conexiones punto a punto, velocidades de hasta 19.2 Kbps y en modo sincrónico, transmisión *full duplex* sobre cuatro hilos. La máxima distancia entre DTE y DCE es de 15 metros.

1.6.3 Análisis

X.25 es una tecnología de conmutación de paquetes que puede ser usada en cualquier red pública o privada. Es típicamente empleada en redes públicas, en contraste con la naturaleza privada de las líneas dedicadas. Esto permite la explotación de la naturaleza estadística del tráfico de datos para dividir los recursos de la red entre un número de usuarios diferente, el cual resulta en costos bajos de cada cliente en comparación al uso de las líneas dedicadas. Inicialmente diseñada para un control de errores, en infraestructura de comunicaciones analógicas, X.25 tiene una extensiva detección de errores y recupera capacidades para proveer una alta calidad de servicio.

Desafortunadamente, esto resulta en la realización de sacrificios en términos de velocidad, debido al incremento en el procesamiento que se requiere, lo cual limita en aproximadamente el 70% la velocidad del circuito¹². Esta limitación se da exclusivamente en el chequeo de errores ya que es allí cuando la trama se retransmite al llegar errada.

1.6.4 Aplicaciones

Las redes públicas X.25 han sido tradicionalmente usadas para aplicaciones de baja velocidad, tal como procesamiento de transacciones y comunicaciones entre terminal y *host*, con volúmenes de tráfico que no justifican el gasto de líneas dedicadas.

1.6.5 Ventajas

Las fortalezas más grandes de X.25 son la extensa disponibilidad y la madurez de la tecnología, al igual que la gran calidad y confiabilidad provista en virtud de su extensivo chequeo de errores.

¹² Valor indicado por Motorola en su análisis de redes X.25. www.mot.com

X.25 es también popular internacionalmente, especialmente en países que carecen de la más sofisticada infraestructura digital requerida por *Frame Relay*.

1.6.6 Desventajas

X.25 sufre de limitaciones en su desarrollo y velocidad debido al extenso procesamiento mencionado al principio.

Estas deficiencias afectan adversamente a la viabilidad de X.25 debido a un crecimiento en número de usuarios, quienes se ven atraídos por las características y desarrollo disponibles con *Frame Relay* y servicios de alta velocidad.

1.6.7 Futuro

Con la digitalización de la infraestructura la popularidad de X.25 está menguando. Sin embargo, particularmente en los países que carecen de una infraestructura robusta de telecomunicaciones, X.25 es muy popular.

Se proyecta que el desarrollo de X.25 declinará constantemente, con mucho crecimiento en el desarrollo proveniente del ámbito internacional.

Actualmente, el trabajo está en marcha para proveer servicios de interconectividad de X.25 y *Frame Relay*, lo cual permitirá a los usuarios un servicio de comunicación más eficiente.

1.7 REDES *FRAME RELAY*

1.7.1 Introducción

Frame Relay fue inicialmente concebido como un protocolo para uso sobre interfaces ISDN. Los propósitos iniciales para este efecto fueron reportados a la ITU-T en 1984.

Frame Relay también fue analizado por la ANSI¹³, acreditada en los Estados Unidos por los estándares T1S1. Este protocolo de comunicaciones tuvo un mejor desarrollo en los años 90 cuando varias compañías de Telecomunicaciones formaron un consorcio para enfocarse al desarrollo de la tecnología *Frame Relay* y acelerar la introducción a los productos que interoperan con este protocolo. Este consorcio desarrolló especificaciones conformes a los principios básicos de *Frame Relay* discutidos en T1S1 y en la ITU-T, pero extendido con características que proveen capacidades adicionales para ambientes de interconectividad más complejos. Estas extensiones son referidas como el interfaz de manejo local LMI (*Local Management Interface*).

1.7.2 Tecnología Básica

Frame Relay provee comunicaciones de datos mediante conmutación de paquetes cuya capacidad se usa a través de interfaces entre equipos tales como ruteadores, *bridges*, etc y equipos de red tales como nodos de conmutación. Estos equipos son los conocidos DTE's, mientras que los equipos de red que tienen sus interfaces DTE son los DCE's. La red que provee un interfaz *Frame Relay* puede ser provista por un *carrier* de una red pública, o por una red propia que sirva a una sola empresa.

Como interfaz de red, *Frame Relay* es el mismo tipo de protocolo que X.25. Sin embargo, difiere significativamente de X.25 en su funcionalidad y formato. *Frame Relay* es un protocolo que facilita mayor performance y gran eficiencia.

Como un interfaz entre usuarios y equipos de red, *Frame Relay* provee un medio para multiplexar muchos tipos de “conversaciones “ de datos conocidos como circuitos virtuales sobre un simple enlace de transmisión. Esto contrasta con los sistemas que usan solamente técnicas TDM para soportar múltiples corrientes de datos. *Frame Relay* provee multiplexación estadística más flexible y uso eficiente del ancho de banda disponible. Puede ser usado con técnicas TDM o sobre canales provistos por sistemas TDM. Otra característica importante de *Frame Relay* es que explota los recientes

¹³ ANSI = American National Standards Institute

avances en las tecnologías de transmisión de redes WAN. X.25 fue desarrollado cuando los sistemas de transmisión analógica y medios de cobre eran predominantes. Estos enlaces son mucho menos confiables que la transmisión por medios digitales disponibles hoy en día. Sobre enlaces tales como éstos, los protocolos de capa red pueden abstenerse de consumir tiempo con algoritmos de corrección de errores, dejando esto a protocolos de capas superiores. Gran performance y eficiencia es por lo tanto posible sin sacrificar la integridad de los datos. *Frame Relay* es diseñado con esta aproximación en mente. Esto incluye un algoritmo de chequeo de redundancia cíclica (CRC) para detectar bits errados (el dato puede ser descartado), pero no incluye mecanismos para corregir estos bits errados (por ejemplo, una retransmisión en este nivel del protocolo).

Otra diferencia entre *Frame Relay* y X.25 es la ausencia de un explícito control de flujo por circuito virtual. Ahora aquellos protocolos de capas superiores ejecutan sus propios algoritmos de control de flujo, por lo que la necesidad de esta funcionalidad en la capa red ha disminuido. *Frame Relay* por lo tanto no incluye procedimientos de control de flujo que dupliquen aquellos en capas superiores. Sin embargo, mecanismos simples de notificación de congestión son provistos para permitir a la red informar a los equipos que los recursos de red son cerrados para estos estados de congestión. Esta notificación puede alertar a los protocolos de capas superiores que se necesita de un control de flujo.

Los estándares actuales de *Frame Relay* direccionan circuitos virtuales permanentes (PVC's) que son configurados administrativamente y manejados en la red. Otro tipo, los circuitos virtuales conmutados (SVC's) también han sido propuestos.

El protocolo de señalización ISDN es propuesto como el medio mediante el cual DTE y DCE se comunicarán para establecer, terminar y manejar dinámicamente SVC's.

1.7.3 Extensiones LMI

En adición a las funciones del protocolo base *Frame Relay* para transferir datos, la especificación del consorcio *Frame Relay* incluye extensiones LMI que hace que soporte fácilmente interconectividades más complejas.

Algunas extensiones LMI son referidas como las “comunes “ y son implementadas mediante cualquier equipo que adopte la especificación. Otras funciones LMI son referidas como “opcionales”. A continuación se describen algunas funciones:

- *Virtual circuit status messages* (común).- Provee comunicación y sincronización entre la red y el equipo usuario, reportando periódicamente la existencia de nuevos PVC's y el borrado de los ya existentes. Generalmente provee información sobre la integridad del circuito virtual.
- *Multicasting* (opcional).- Permite al transmisor enviar una simple trama pero desarrollada en múltiples pasos. Así, *multicasting* provee procedimientos eficientes de entrega de los datos mediante ruteo y mediante un protocolo de resolución de direcciones cuya finalidad es la de entregar los paquetes eficientemente a muchas direcciones simultáneamente.
- *Global Addressing* (opcional).- Entrega identificadores de conexión que son usados para identificar un interfaz específico de una red *Frame Relay*. El direccionamiento global hace que una red *Frame Relay* se asemeje a una red LAN en términos de direccionamiento; los protocolos de resolución de direcciones por consiguiente realizan las mismas tareas que si las harían sobre una red LAN.
- Control de flujo (opcional).- Provisto por un mecanismo de control de flujo XON/XOFF que aplica a todo el interfaz *Frame Relay*. Este control de flujo es destinado para aquellos equipos cuyas capas superiores no pueden usar los bits de notificación de congestión y necesitan una capa que permita control de flujo.

1.7.4 Formato de la Trama

La trama *Frame Relay* se muestra en la figura 1.9. Las banderas delimitan el comienzo y el fin de la trama. Siguiendo al campo de bandera están dos bytes de información de direcciones. Diez bits de estos dos bytes forman el ID del circuito (identificador) llamado DLCI (*Data Link Connection Identifier*).

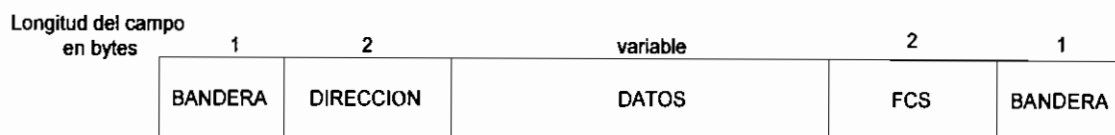


Fig 1.9 Formato de la trama *Frame Relay*

Este DLCI es el corazón de la cabecera *Frame Relay*. Identifica la conexión lógica que es multiplexada dentro del canal físico. En el modo básico (esto es, no una extensión de LMI), el DLCI tiene un significado local, en la que los equipos terminales en dos puntos diferentes de una conexión puede usar un diferente DLCI para referirse a la misma conexión. En la figura 1.10 se ilustra el uso de los DLCI's en un direccionamiento no extendido.

En la figura 1.10, se asume dos PVC's, uno entre 1001 y 2001, y otro entre el 3001 y el 4001. El 3001 usa un DLCI 12 para referirse a la conexión PVC con el 4001, mientras que el 4001 se refiere al mismo PVC con un DLCI 82. Similarmente, el 1001 usa un DLCI 12 para referirse a su PVC con el 2001.

La red usa mecanismos propios internamente para guardar los dos significados locales de los distintos identificadores PVC.

Al final de cada byte DLCI está un bit de dirección extendida (EA). Si este bit es uno, el byte actual es el último byte DLCI. Todas las implementaciones usan un DLCI de 2 bytes, pero la presencia de los bits EA significa que podrían ser agregados sobre el DLCI más grande y usados en el futuro. El bit marcado "C/R" siguiendo al byte más significativo no es actualmente utilizado.

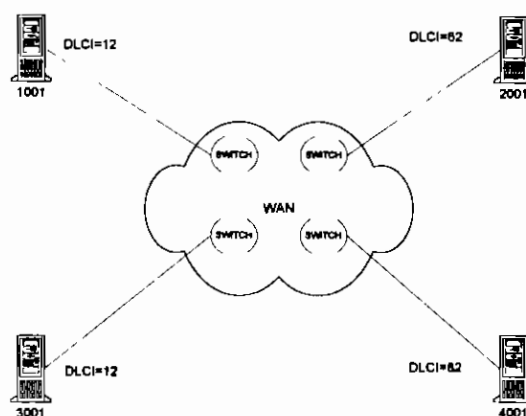


Fig 1.10 Modo de direccionamiento *Frame Relay*

Finalmente, 3 bits provistos en los dos bytes DLCI proveen control de congestión. El bit FECN (*Forward Explicit Congestion Notification*) es seteado para indicar al DTE que está recibiendo aquella trama en una congestión experimentada en el camino desde la fuente a su destino. El bit BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*) es seteado en tramas entregadas en la dirección opuesta desde el camino congestionado.

Los bits FECN son usados en los protocolos de capas superiores que usan un control de flujo del receptor, mientras que los bits BECN son significativos para aquellos que dependen del control de flujo del emisor. El bit DE (*Discard Eligibility*) es seteado por el DTE para indicar a la red *Frame Relay* que una trama tiene poca importancia en relación a otras tramas y puede ser descartada si la red está corta de recursos. Esto es, representa un mecanismo muy simple de prioridades. Este bit es usualmente seteado solamente en casos de congestión. Ver figura 1.11

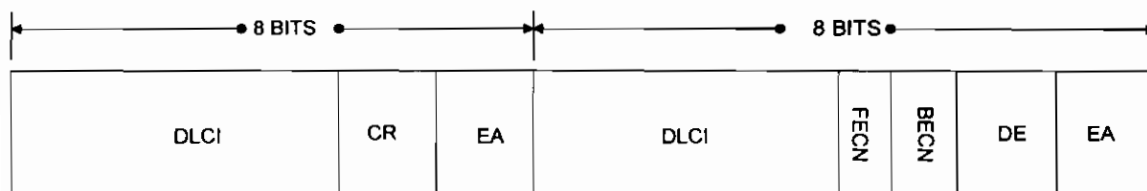


Figura 1.11 Formato del campo dirección de la trama *Frame Relay*

1.7.5 Formato del mensaje LMI

La sección previa describió el formato del protocolo básico *Frame Relay* para llevar las tramas. La especificación del consorcio *Frame Relay* también incluye los procedimientos LMI. Los mensajes LMI son enviados en tramas distinguidas por un DLCI específico (definido en una especificación como el DLCI=1023). El formato del mensaje LMI es mostrado en la figura 1.12.

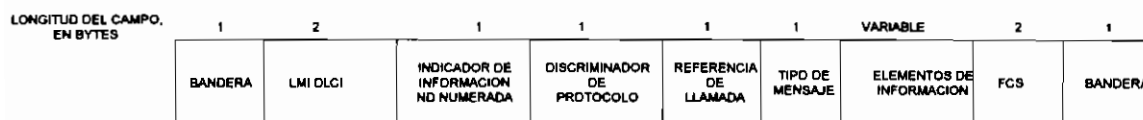


Fig 1.12 Formato del mensaje LMI

En esta trama, la cabecera del protocolo es la misma de una trama normal. El mensaje LMI comienza con cuatro bytes significativos seguido de un número variable de elementos de información (Ies). El formato y codificación de los mensajes LMI está basado en el estándar ANSI T1S1. El primero de los bytes (Indicador de información no numerada), tiene el mismo formato que el indicador de trama de información no numerada del protocolo LAPB con el bit *poll/final* seteado a cero. El siguiente byte es referido como el discriminador de protocolo el cual es seteado a un valor que indica el LMI. El tercer byte (*Call reference*) es siempre llenado con ceros.

El último byte significativo es el campo del tipo de mensaje. Dos tipos de mensajes han sido definidos. El “*status-enquiry*” de los mensajes, permite al equipo investigar sobre el *status* de la red. Mensajes enviados a través de una conexión para asegurar que ambos lados continuarán considerando la conexión como activa y el *status* de los mensajes son características comunes del LMI que son parte de cada implementación que conforma el consorcio.

A la vez, el *status* y el “*status-enquiry*” de los mensajes ayudan a verificar la integridad de los enlaces lógico y físico. Esta información es sumamente importante en ambientes

de ruteo ya que los algoritmos de ruteo toman decisiones basados en la integridad del enlace.

Siguiendo al campo “Tipo de Mensaje” están algunos números de les que constan de un identificador IE cuya longitud es de uno o más bytes conteniendo datos actuales.

1.7.6 Direcccionamiento Global (*global addressing*)

En adición a las características comunes del LMI, existen muchas extensiones opcionales que son muy utilizadas en la interconectividad de una red. La primera extensión importante es el direccionamiento global. La especificación básica de *Frame Relay* solamente soporta valores del campo DLCI que identifican PVCs con significado local. En este caso, no hay direcciones que identifiquen interfaces de red, o nodos anexados a estos interfaces. Debido a que estas direcciones no existen, no pueden descubrirse mediante la resolución de direcciones ni técnicas tradicionales. Esto quiere decir que con el direccionamiento normal de *Frame Relay*, los mapas estáticos deben ser creados para indicar a los ruteadores cuáles DLCIs usar para encontrar un equipo remoto y sus direcciones de red asociadas. La extensión del direccionamiento global permite identificar nodos. Con esta extensión, los valores insertados en el campo DLCI de una trama son direcciones muy significativas globalmente para los equipos terminales (por ejemplo, los ruteadores), lo cual se muestra en la figura 1.13.

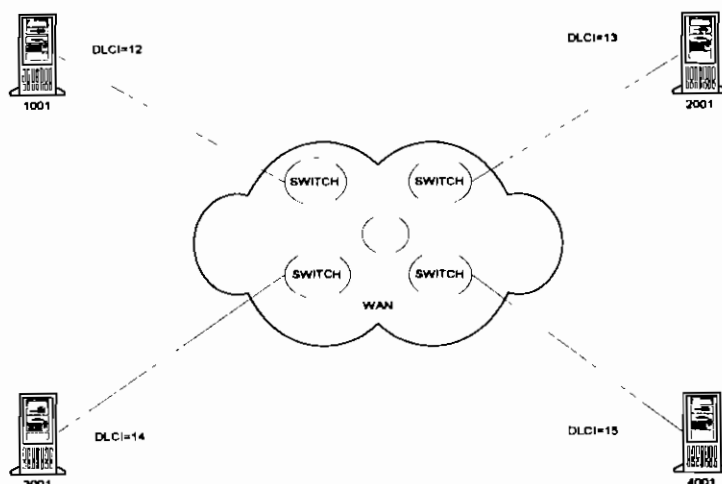


Fig 1.13 Direcccionamiento Global

En la figura 1.13 se nota que cada interfaz tiene su propio identificador. Supóngase que el router 2001 debe enviar una trama al 1001. El identificador para el 1001 es 12, de tal manera que 2001 coloca el valor 12 en el campo DLCI y envía la trama dentro de la red Frame Relay.

A la llegada de la trama, el contenido del campo DLCI es cambiado por la red a 13 para reflejar el nodo fuente de la trama. Cada interfaz del *router* tiene un valor distinto de su identificador de nodo, también los equipos individuales pueden ser distinguidos. Esto permite adaptar el ruteo de paquetes en ambientes complejos.

El direccionamiento global provee beneficios significativos en redes grandes y complejas. La red *Frame Relay* ahora se asemeja en su periferie a cualquier red LAN. No se requiere de cambios en protocolos de capas superiores para tomar ventaja de sus capacidades.

1.7.7 Multicasting

El *Multicasting* es otra característica opcional del LMI. Los grupos de *multicast* son designados por cuatro valores reservados del campo DLCI (1019 al 1022). Las tramas enviadas por un equipo usando uno de estos valores son replicadas por la red y enviadas a todos los puntos de salida en el seteo designado.

También define mensajes LMI que notifican al equipo usuario de la adición, borrado y presencia de grupos *multicast*.

En redes que toman la ventaja del ruteo dinámico, la información del ruteo debe ser intercambiada entre muchos ruteadores. El ruteo de mensajes puede ser enviado eficientemente mediante el uso de tramas con *multicast* DLCI. Esto permite enviar mensajes a grupos específicos de *routers*.

Frame Relay puede ser usado como un interfaz para cualquier servicio público o privado. Un típico ejemplo de la implementación de una red privada es la que se

muestra en la figura 1.14 donde se observa multiplexores con interfaces *Frame Relay* para equipos de datos e interfaces no-*Frame Relay* para otras aplicaciones tales como voz y videoconferencia.

1.7.8 Análisis

Frame Relay representa el próximo paso de la generación de redes X.25, el cual puede ser utilizado con cualquier red pública o privada, con la configuración de una red pública predominante en las redes actuales.

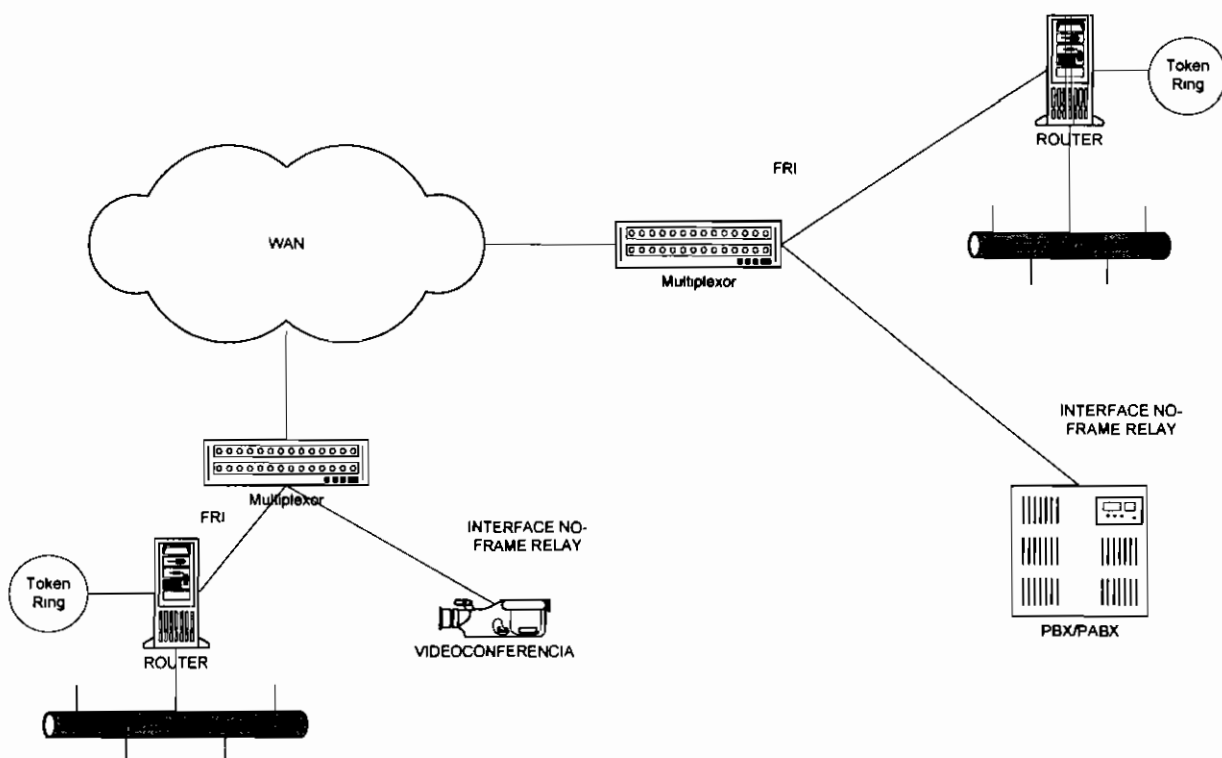


Fig 1.14 Implementación *Frame Relay* para una red privada

Frame Relay explota la infraestructura de alta calidad digital a través de la eliminación de la extensa detección de errores y mediante lo desarrollado en las redes X.25, en ambientes con rendimiento en velocidad y mejoramiento en el desempeño. Los servicios de las redes públicas *Frame Relay* están experimentando rápido crecimiento, este crecimiento está ocurriendo principalmente en los EEUU y es atribuido al hecho de que *Frame Relay* es un método efectivo particularmente para transportar la corriente de datos que caracteriza el tráfico de las Redes de Area Extendida.

A la conexión al servicio de la red de proveedores *Frame Relay* se accede mediante la utilización de equipos que estén conectados a un CSU/DSU estándar. La evaluación de este servicio compromete tres componentes: una línea de acceso al servicio de la red de proveedores, un precio por el puerto en uso del conmutador y tarifas basadas en cualquier circuito virtual permanentes o en el CIR¹⁴.

1.7.8.1 Aplicaciones

Las aplicaciones que maneja el gran crecimiento de *Frame Relay* son la interconexión de redes LAN, WAN . Muchos usuarios están usando *Frame Relay* para reemplazar las redes de líneas dedicadas existentes, en orden a alcanzar beneficios económicos y mayor funcionalidad. Mientras las líneas dedicadas pueden todavía ser de menor costo en situaciones tales como el cubrir pequeñas áreas geográficas en redes punto-punto, el éxito de *Frame Relay* radica en una evidencia indiscutible de crecimiento en número de usuarios.

Como el crecimiento en popularidad de *Frame Relay*, la arquitectura de redes de sistemas SNA está llegando a ser más confortable con el uso de este servicio. Los usuarios están empezando a usar las redes *Frame Relay* para acceder a Internet, el cual simplemente compromete la definición de un circuito virtual permanente (PVC) a un nodo *Frame Relay* de un proveedor de servicio Internet.

1.7.8.2 Ventajas

Frame Relay ha incrementado la atención de muchos usuarios por su capacidad para transportar datos más rápidamente y con menor costo que otras tecnologías de redes de Area Extendida, siendo muy importante su capacidad de transportar protocolos múltiples y tráfico de redes LAN, así como tecnología de cambio para aquellas organizaciones con miras a crear empresas con sistemas de amplia información. Como

¹⁴ CIR = *Committed Information Rate*.

una tecnología de conmutación de paquetes, provee un natural crecimiento a las tecnologías de conmutación de celdas en el futuro.

Hoy en día, el tráfico de datos sobre redes WAN es generada por transacciones de negocios conducidas en sistemas *host-terminal*. Esto incluye transacciones negocio a negocio, tal como el intercambio electrónico de datos y la transferencia de capitales o fondos así como las transacciones de consumidor a negocio, tal como las máquinas automatizadas para realizar transacciones y la venta de tarjetas de crédito/débito. Muchas transacciones consisten de pequeñas cantidades de datos usando los protocolos de comunicación de IBM como es el protocolo SDLC¹⁵ y sus derivaciones.

En los últimos cinco años, sin embargo, la cantidad de comunicaciones LAN a LAN sobre las redes WAN ha aumentado constantemente. Esto incluye aplicaciones tales como correo electrónico, transferencia de archivos y acceso remoto a servidores de base de datos.

En el futuro cercano, la adopción de gran ancho de banda en las tecnologías LAN tal como 100 Mbps en las redes Ethernet y redes FDDI creará aplicaciones de multimedia como imágenes documentales, video conferencia y aplicaciones de aprendizaje a distancia. Los usuarios desearán poner estas aplicaciones en otros sitios, incrementando la necesidad de mayor ancho de banda en las redes WAN para transportar múltiples tipos de datos.

Además se tiene miras hacia tecnologías WAN que pueden llenar los siguientes requerimientos esenciales:

- Bajo costo. El costo de las líneas dedicadas y las conexiones de red ISDN continuarán disminuyendo. Usuarios mirarán hacia tecnologías WAN que maximizen el ancho de banda con conexiones de bajo costo.

¹⁵ SDLC = *Synchronous Data Link Control*

- Velocidad.

- Flexibilidad. Se proyecta hacia tecnologías WAN que puedan trabajar con todos los protocolos y tipos de datos. Poco a poco se requerirá de facilidades separadas para diferentes tipos de redes WAN.

- Apertura. Las redes WAN deben usar tecnologías e interfaces que permitan interoperabilidad y un abastecimiento amplio de vendedores.

Frame Relay reduce los costos por algunas razones:

- Porque puede ser usado para combinar paquetes de datos de una gran variedad de fuentes a través de un único punto de acceso, reduciendo el número de puntos de acceso requeridos.
- Porque tiene una corriente múltiple de datos que pueden ser alimentados dentro de un punto de acceso *Frame Relay* en diferentes variaciones de velocidad; el ancho de banda total disponible en el punto de acceso puede ser más eficientemente utilizado que si el mismo ancho de banda estuviera localizado en la base de una velocidad fija para cada corriente de datos.
- Porque provee transmisión más rápida de datos que otros protocolos WAN sobre el mismo ancho de banda, el costo por byte transmitido es más bajo.
- Porque sus redes son más rápidas, las aplicaciones de red serán de mejor respuesta, lo cual significa que los usuarios puedan hacer más en el mismo período de tiempo.

Frame Relay elimina la corrección de errores dentro del servicio de red provisto, relegando dentro de equipos inteligentes en los puntos terminales la retransmisión de paquetes errados. Este reduce grandemente la cola de paquetes y su procesamiento dentro de la portadora de la red, resultando en transmisión de datos mucho más rápida.

Las tecnologías WAN que usan paquetes o celdas, de otro lado, pueden combinar múltiples corrientes de datos sobre un único canal (proceso llamado multiplexación estadística), haciendo más eficiente el uso del ancho de banda del canal: cuando una corriente está libre, otra puede usar el remanente de ancho de banda para transmitir datos. Esto resulta en tiempos de respuesta más rápidos cuando un centro de procesamiento de datos debe comunicarse con múltiples sitios.

Más importante, los soportes multiprotocolo de *Frame Relay* provee una excelente tecnología de puentes entre arquitecturas diferentes de red.

Frame Relay ha tenido crecimientos en las siguientes áreas:

- Réditos en su servicio.
- Venta de equipos.
- Número de sitios en los que se usa su servicio.

El mercado de *Frame Relay* experimenta crecimientos fabulosos debido a:

- Usuarios que desean integrar sus redes LAN y ambientes SNA. *Frame Relay* puede transportar ambos tipos de tráfico simultáneamente, rápidamente y con menor costo sobre la misma red.
- Usuarios que desean enviar más tráfico LAN-LAN sobre redes WAN. *Frame Relay* puede transportar multiprotocolos de datos LAN mucho más rápido y con menos costo sobre una red de Area Extendida multi-nodo que otros multiprotocolos de transporte, incluyendo X.25 y SDLC.
- Usuarios que desean simplificar sus redes. *Frame Relay* permite combinar todo tipo de tráfico en un *backbone* único de transporte y que puede ser manejado por el proveedor del servicio.

La principal aplicación de *Frame Relay* es la interconexión entre redes LAN, y no es de sorprenderse que uno de los protocolos más populares llevados por *Frame Relay* sea TCP/IP; también se ha encontrado que la velocidad de puerto más común es 56/64 Kbps, y el CIR¹⁶ más común es menor a 56/64 Kbps.

Para escoger entre una red *Frame Relay* pública o privada se debe ver lo siguiente:

- Si el usuario dispone de troncales privadas para voz o datos, puede ser más económico combinar tráfico de datos multiprotocolo sobre un canal entre dos sitios usando *Frame Relay* que continuar un segmento de tráfico mediante canales separados.
- Qué clase de servicio requiere el usuario?, un usuario de una red pública puede ver tiempos de transmisión y paquetes descartados afectados por el flujo de otros usuarios de la red; en cambio, un usuario de una red privada puede controlar a quien tiene acceso a la red y puede por consiguiente controlar la función de la red en mayor grado. De otro modo, las redes públicas *Frame Relay* son más probables de liberar troncales para prevenir congestión.
- Qué clase de interconectividad requiere el usuario, es decir qué equipamiento va a tener en su red?

Frame Relay provee una muy atractiva alternativa para las oficinas sucursales usando líneas dedicadas para ligar la red de la empresa, por razones que incluyen lo siguiente:

- Las tarifas son mucho más bajas, porque *Frame Relay* permite a los proveedores utilizar más eficientemente el ancho de banda en sus redes. *Frame Relay* también permite ofrecer rebajas basadas en un CIR agregado para todas las sucursales.

¹⁶ El CIR siempre será menor a la contratada por el usuario, ya que éste garantiza un ancho de banda en períodos de congestión.

- El mismo *Frame Relay* accesa eficientemente el tráfico de host-terminal y que puede llevar consigo tráfico de la LAN hacia las oficinas sucursales.
- Usando un servicio *Frame Relay* permite que un usuario realice el manejo de la WAN bajo su responsabilidad.

Los ruteadores pueden llevar gran cantidad de tráfico hacia estos lugares de múltiples redes LAN sobre una red WAN a través de la red *Frame Relay*.

Las redes *Frame Relay* simplifican conexiones en la WAN mediante un interfaz estándar, permitiendo a los usuarios conectarse a muchos tipos diferentes de equipos de interconectividad.

Si bien *Frame Relay* provee un “performance” más rápido y de menor costo por bit que X.25, la elasticidad de X.25 al ruido en la línea, viene a hacer el mejor cambio para bajas velocidades en los circuitos comúnmente usados para localidades remotas. X.25 también provee conversiones de protocolos para una gran variedad de ellos, recuperación de errores de terminal a terminal y muchos servicios de manejo, tal como colección de estadísticas, que no son provistas por *Frame Relay*. *Frame Relay* puede sin embargo, fácilmente proveer un bajo costo, un *backbone* de alta velocidad para un gran número de equipos X.25 dispersados geográficamente, mientras mantiene todas las características de X.25.

Muchas organizaciones grandes usan circuitos conmutados para tener canales separados de voz y tráfico de datos sobre un enlace de alta velocidad en la red. Mediante el uso de *Frame Relay* para transportar múltiple tráfico de datos a través de un único circuito en el conmutador, el número total de circuitos requeridos por los datos puede ser reducido, resultando en costos más bajos. *Frame Relay* permite manejar eficientemente el flujo de datos y la congestión en la red.

1.7.8.3 Desventajas

La máxima velocidad de datos definido por las redes *Frame Relay* es la de un T3/E3, lo que puede ser un problema para los usuarios. *Frame Relay* fue originalmente diseñado para aplicaciones de datos y no para soporte de voz debido a los concernientes retardos en la red, aunque el crecimiento de usuarios para aplicaciones de voz entre las organizaciones se incrementa cada vez más. Esto tiene el potencial de permitir la consolidación de voz y datos en las redes para disminuir los costos. Como este servicio se ha desarrollado, en muchos casos los proveedores de este servicio han actualizado la infraestructura para proveer servicios *Frame Relay* que soporten *Cell Relay* y ATM, siendo así ahora el mejor soporte de voz.

1.7.8.4 Futuro

Así como *Frame Relay* crece rápidamente, las economías de escala permitirán que tanto tarifas como los costos en equipamiento continúen disminuyendo. Aparecerán nuevos servicios tales como velocidades altas de acceso y soporte para SVCs, seguido de circuitos PVCs . Algunas de las características de X.25 tales como la colección de estadísticas serán incorporadas a los servicios *Frame Relay*, así como un soporte de voz y video que ya ha sido desarrollado en el estándar G.764 será un buen avance en las comunicaciones.

Frame Relay es, estrictamente hablando un interfaz no un servicio, lo cual significa que otro paquete y tecnologías orientadas a celdas, tal como SMDS y ATM pueda ser usado para el transporte de datos de un interfaz *Frame Relay* a otro. Esto provee un crecimiento para los usuarios de *Frame Relay* en aplicaciones de gran ancho de banda, con mínimo impacto en sus redes internas.

1.8 A T M (MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO)

El modo de transferencia asincrónico (ATM) está basado en los estudios realizados por ITU-T para desarrollar BISDN, para la transferencia a altas velocidades de voz, video y datos a través de redes públicas.

ATM es capaz de transferir voz, video y datos a través de redes privadas y públicas. ATM continúa desarrollando hoy en día estándares o especificaciones que permitan interoperabilidad con los equipos desarrollados por otras compañías tanto en redes públicas y privadas. ATM usa tecnología de integración a muy alta escala (VLSI) para segmentar datos (por ejemplo, tramas desde la capa enlace del modelo de referencia OSI) a grandes velocidades dentro de unidades llamadas “celdas”. Cada celda consiste de 5 octetos de información en una cabecera y 48 octetos de tipo *payload*, como muestra la figura 1.15.

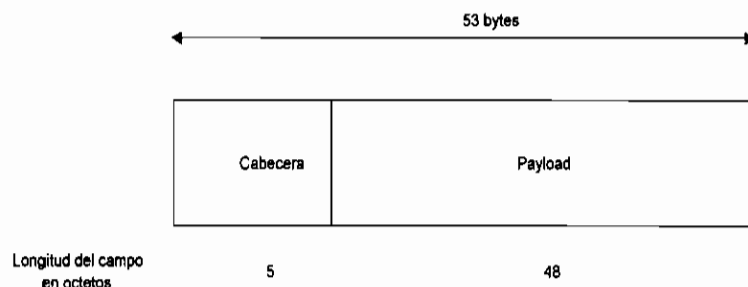


Fig 1.15 Formato de la celda ATM

Las celdas transitan en las redes ATM mediante el paso a través de equipos denominados *ATM switches*, los cuales analizan la información de la cabecera para conmutar la celda hacia el interfaz de salida, que conecta el conmutador al próximo conmutador apropiado para que esta celda tome el camino hacia su destino.

ATM es una tecnología de conmutación de celdas y multiplexación, que combina los beneficios de la conmutación de circuitos (retardo constante en la transmisión y capacidad garantizada), con aquellos de la conmutación de paquetes (flexibilidad y eficiencia para tráfico intermitente). Tal como X.25 y Frame Relay, ATM define el

interfaz entre el equipo usuario (tal como estaciones de trabajo y ruteadores) y la red (referida como el interfaz de usuario a red UNI). Esta definición soporta el uso de conmutadores ATM (y técnicas de conmutación ATM) dentro de redes públicas y privadas.

Debido a que es un mecanismo asincrónico, ATM difiere de los métodos de transferencia síncrona, donde las técnicas de multiplexación por división de tiempo son empleados para preasignar usuarios a *slots* de tiempo. Los *slots* de tiempo de ATM se disponen de acuerdo a la demanda, con información que identifican la fuente de transmisión y contenida en la cabecera de cada celda ATM. TDM es relativamente ineficiente con relación a ATM ya que si una estación no tiene nada que transmitir cuando su *slot* de tiempo llega, este *slot* es desechado. Esta situación donde una estación tiene mucha información que transmitir es también algo ineficiente. En este caso, aquella estación puede solamente transmitir cuando le llega su turno, siempre que todos los otros *slots* estén vacíos. Con ATM, una estación puede enviar celdas cada vez que sea necesario. La figura 1.16 contrasta las técnicas de multiplexación TDM y ATM.

Otra característica del diseño de ATM es que usa topología en estrella. El conmutador ATM actúa como un *hub* en la red ATM, con todos los equipos conectados directamente. Esto provee todas las características de las redes con topología en estrella, incluyendo guías de problemas y soporte en la configuración de la red para cambios y adiciones en ella.

Además, la estructura de conmutación ATM provee ancho de banda aditivo. Tan grande como sea el conmutador, se puede manejar la velocidad adicional de transferencia de la celda mediante conexiones adicionales en el conmutador. El ancho de banda total del sistema se incrementa de acuerdo a esto.

Si un conmutador puede pasar celdas a través de sus interfaces a las máximas velocidades correspondientes a aquellos, se describe esto como *nonblocking* . Por

ejemplo, el conmutador ATM con 16 puertos cada uno de 155 Mbps podría requerir agregar cerca de 2.5 Gbps para ser *nonblocking*.

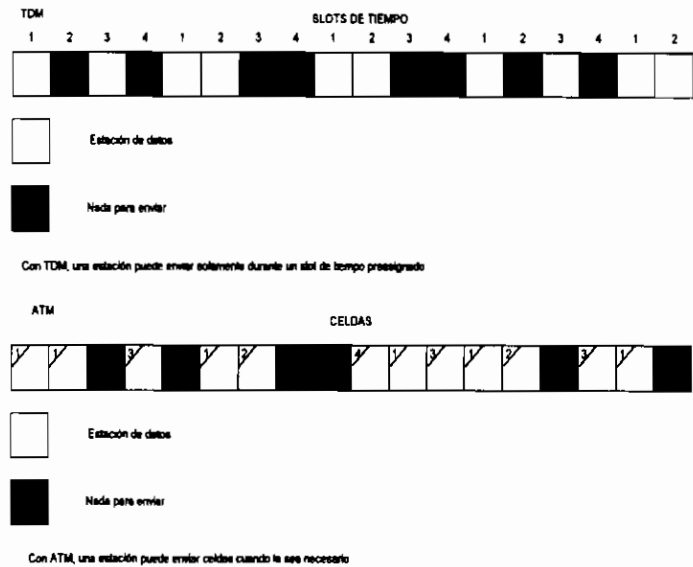


Fig 1.16 Técnicas de multiplexación TDM y ATM

1.8.1 Formato de la Cabecera de la Celda ATM

Los estándares ATM tienen definido dos formatos de cabecera. El formato de la cabecera UNI y el formato de la cabecera NNI (interfaz de red a red). La especificación UNI define las comunicaciones entre las estaciones ATM (tales como estaciones de trabajo y *routers*) y conmutadores ATM en redes ATM privadas. El formato de la cabecera de celda UNI es mostrada en la figura 1.17.

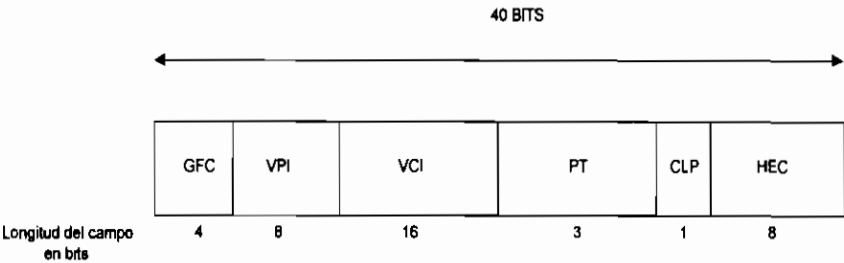


Fig 1.17 Formato de la cabecera UNI

La cabecera UNI consiste de los siguientes campos:

- GFC.- 4 bits de control genérico de flujo que puede ser usado para proveer funciones locales, tales como la identificación de múltiples estaciones que dividan un simple interfaz ATM. Este campo no es usado y su valor es seteado por *default*.
- VPI.- 8 bits de identificador de camino virtual, es usado en conjunto con el VCI para identificar el próximo destino de la celda que va a pasar a través de una serie de conmutadores ATM en su camino al destino.
- VCI.- 16 bits de un identificador de canal virtual, que es usado con el VPI para identificar el próximo destino de la celda. Es decir tanto el VPI como el VCI se usan en conjunto para identificar el *path* o camino de la celda hacia su destino.
- PT.- 3 bits de tipo *payload*. El primer bit indica ya sea que la celda contiene datos de usuario o datos de control. Si la celda contiene datos de usuario, el segundo bit sirve para indicar congestión, y el tercer bit indica si la celda es la última en la serie de celdas que representan una simple trama AAL5.
- CLP.- 1 bit de prioridad de congestión, lo cual indica ya sea que la celda debió ser descartada o que se encuentra en extrema congestión conforme se mueve a través de la red.
- HEC.- 8 bits de la cabecera de control de errores el cual es un *checksum* calculado solamente en su cabecera.

La especificación NNI define las comunicaciones entre los conmutadores ATM. El formato de esta cabecera se muestra en la figura 1.18

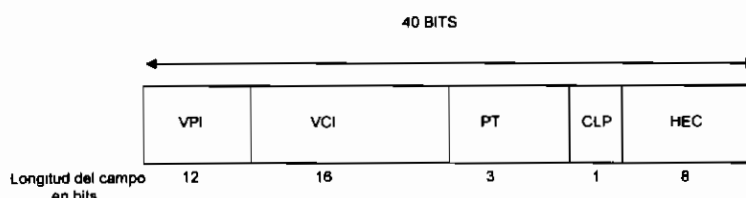


Fig 1.18 Formato de la cabecera NNI

El campo GFC no es representado en el formato de esta cabecera. En su lugar, el campo VPI ocupa los primeros 12 bits lo cuales permiten que los conmutadores ATM asignen grandes valores VPI. Con esta excepción, el formato de la cabecera NNI es idéntica al formato de la cabecera UNI.

1.8.2 Modelo de Referencia ATM

La figura 1.19 es un modelo de referencia que ilustra la funcionalidad de ATM y la interrelación entre sus capas.

En el modelo de referencia ATM, la capa ATM y las capas de adaptación ATM son aproximadamente partes análogas a la capa enlace del modelo de referencia OSI, y la capa física ATM es análoga a la capa física del modelo OSI.

El plano de control es responsable de generar y manejar los requerimientos de señalización. El plano de usuario es responsable para manejar la transferencia de datos. Por encima de la capa de adaptación ATM están los protocolos superiores que representan las tradicionales capas transporte y aplicación.

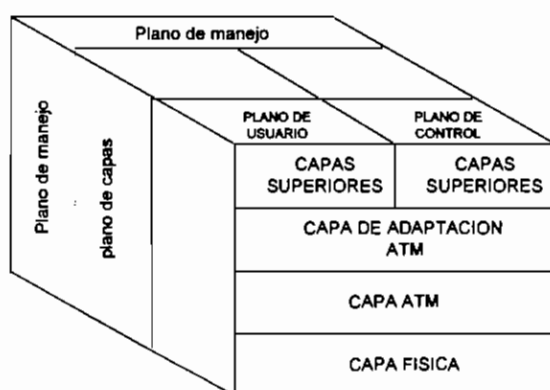


Fig 1.19 Modelo de Referencia ATM

1.8.3 Capa Física

La capa física ATM controla la transmisión y recepción de bits en el medio físico. También empaqueta las celdas dentro de un tipo apropiado de trama para el medio físico

a ser usado. La capa física es dividida en dos partes: la subcapa del medio físico y la subcapa de transmisión convergente. La subcapa del medio físico es responsable de enviar y recibir un flujo continuo de bits con información asociada de tiempo para sincronizar tanto la transmisión como la recepción. Debido a que solamente incluye el medio físico, su especificación depende del medio utilizado.

ATM puede usar cualquier medio físico capaz de llevar celdas ATM. Algunos estándares existentes que pueden llevar ATM son SONET (*Synchronous Optical Network*), SDH, fibra local de 100 Mbps (FDDI), y fibra local de 155 Mbps (Canal de fibra). Varios propósitos para usar sobre un par blindado son también tomados en consideración.

La subcapa de transmisión convergente es responsable de lo siguiente:

- Delineación de la celda: mantiene los límites de la celda ATM.
- Cabecera con generación de secuencia de control de errores y su respectiva verificación: genera y chequea el código de control de errores de la cabecera para asegurar datos válidos.
- Desacoplamiento de la velocidad de la celda: Inserta o suprime celdas ATM libres para adaptar la velocidad de celdas ATM válidas a la capacidad del sistema de transmisión.
- Adaptación de la trama de transmisión: Empaqueta celdas ATM en tramas aceptables a la implementación del medio físico.
- Generación y recuperación de transmisión de tramas: Genera y mantiene la estructura apropiada de la trama de capa física.

1.8.4 Capa ATM

La capa ATM es responsable de establecer conexiones y pasar celdas a través de la red ATM. Para hacer esto, usa la información contenida en la cabecera de cada celda ATM.

1.8.4.1 Capas de Adaptación ATM

La capa de adaptación ATM (AAL) se traduce en grandes unidades de servicio de datos (SDUs) (por ejemplo, video y paquetes de datos) de procesos de capa superior y celdas ATM.

Específicamente, la capa de adaptación ATM recibe paquetes de los protocolos de capa superior (tal como *AppleTalk*, IP, *Netware*) y los divide en segmentos de 48 bytes que forman el campo *payload* de una celda ATM.

Actualmente se han especificado muchas capas de adaptación ATM. El cuadro 1.1 resume las características de cada AAL.

Características	AAL1	AAL3/4	AAL4	AAL5
Requiere tiempo entre la fuente y el destino	SI	NO	NO	NO
velocidad de Tx	Constante	Variable	Variable	Variable
Modo de conexión	Orientada a conexión	Orientada a conexión	No orientada a conexión	Orientada a conexión
Tipos de tráfico	Voz y emulación de circuitos	Datos	Datos	Datos

Cuadro 1.1 Características de las capas ATM

a) AAL1

La figura 1.20 muestra cómo AAL1 prepara una celda para su transmisión. El dato *payload* consiste de una muestra sincrónica, por ejemplo, un byte de datos generado como muestra a una velocidad de 125 microsegundos.

El campo “número de secuencia” (SN) y el campo “número de protección de secuencia” (SNP) proveen la información que el AAL1 receptor necesita para verificar que ha recibido las celdas en el orden correcto. El resto del campo es llenado con la suficiente cantidad de bytes de tal manera que sea igual a 48 bytes.

AAL1 es apropiado para transportar tráfico telefónico y tráfico de video no comprimido.

Requiere de sincronización de tiempo entre la fuente y el destino y, por esta razón, depende del medio que mantenga el reloj, tal como SONET. Actualmente están siendo definidos los estándares para mantener el reloj.

b) AAL3/4

AAL3/4 fue diseñado para proveedores de servicios de red y está alineado con lo que se refiere a SMDS. Será usado para transmitir paquetes SMDS sobre una red ATM.

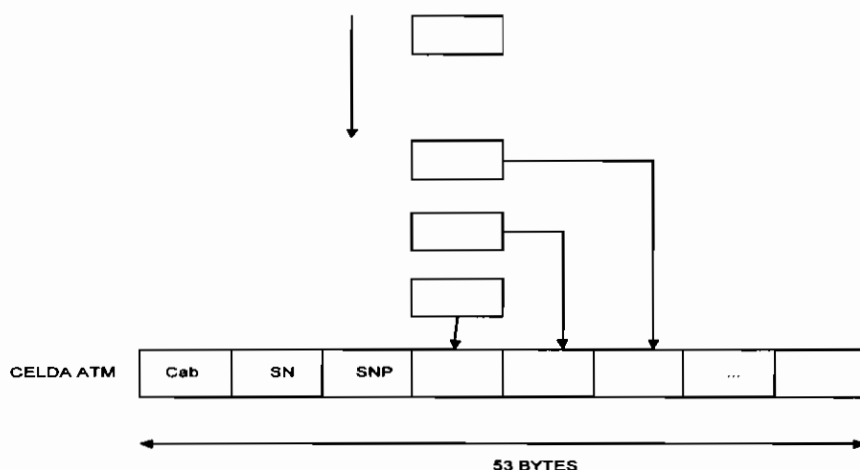


Fig. 1.20 Preparación de la celda AAL1

c) AAL5

La figura 1.21 muestra cómo AAL5 prepara una celda para su transmisión. Primero, la subcapa convergente de AAL5 añade un relleno de longitud variable y un *trailer* de 8 bytes a la trama de datos. El relleno es lo suficientemente grande para asegurar que los PDUs (*Protocol Data Unit*) resultantes caigan en los 48 bytes que establece la celda ATM. El *trailer* incluye la longitud de la trama y 32 bits de CRC's a través de todos los PDUs, lo cual permite a la capa AAL5 detectar en el destino bits errados y pérdidas o celdas fuera de secuencia.

A continuación se realiza la segmentación y reensamblaje de los segmentos del CS (*Convergence Sublayer*) PDU en bloques de 48 bytes. Entonces la capa ATM coloca cada bloque dentro del campo *payload* de una celda ATM. Para todas las celdas excepto la última, un bit en el campo PT es seteado en cero para indicar que la celda no es la última en la serie que representa una simple trama. Para la última celda, el bit en el campo PT es seteado en uno.

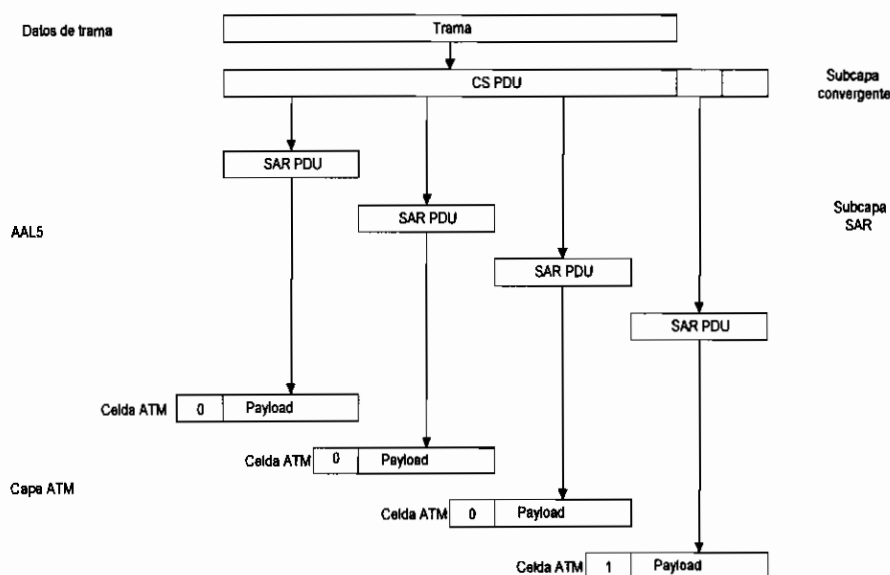


Fig. 1.21 Preparación de la celda AAL5

Cuando la celda llega a su destino, la capa ATM extrae el campo *payload* de la celda, la subcapa SAR (*Segmentation and Reassembly*) reensambla el CS PDU; el CS usa el

CRC y la longitud del campo para verificar que la trama ha sido transmitida y reensamblada correctamente. AAL5 es la capa de adaptación usada para transferir la mayoría de datos no SMDS, tal como IP sobre ATM y emulación de LAN.

1.8.5 Direccionamiento

ATM ha adoptado el modelo de subcapas de direccionamiento, en el cual la capa ATM es responsable para el mapeo de direcciones de capa enlace a direcciones ATM. Muchos formatos de direcciones ATM han sido desarrollados, una para redes públicas y tres para redes privadas. Típicamente, las redes públicas ATM usarán números E.164, los cuales son también usados por redes digitales de servicios integrados de banda angosta (NISDN). La figura 1.22 muestra el formato de direcciones ATM de redes privadas. Los tres formatos son códigos de país, (DCC, *Data Country Code*), Designador de código internacional (ICD, *International Code Designator*), y acceso a un punto de la red (NSAP, *Network Service Access Point*) encapsulado en direcciones E.164.

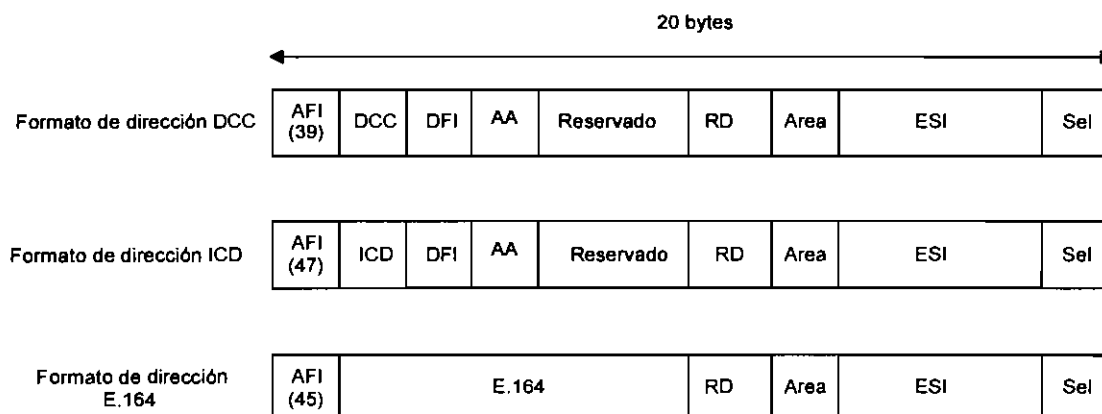


Fig. 1.22 Formato de Direcciones ATM

Los campos de direcciones ATM son como sigue:

- AFI.- 1 Byte de autoridad e identificador de formato. Este campo identifica el tipo de dirección. Los valores definidos son 45, 47 y 39 para E.164, ICD y direcciones DCC, respectivamente.
- DCC.- 2 bytes del código de datos del país.

- DFI.- 1 byte del identificador de la parte de dominio específico (DSP, *Domain specific part*)
- AA.- 3 bytes de autoridad administrativa.
- RD.- 2 bytes de dominio de ruteo
- Area.- 2 bytes de identificador de área
- ESI.- 6 bytes de identificador de fin de sistema (*End System Identifier*).
- Sel.- 1 byte de selector NSAP
- ICD.- 2 bytes de designador de código internacional
- E.164.- 8 bytes del número de la red digital de servicios integrados.

Los formatos de dirección ATM son modelados sobre direcciones ISO NSAP, pero identifican direcciones de conexión en puntos de subred. Incorporando la dirección MAC dentro de la dirección ATM hace fácil el “mapeo” de direcciones ATM existentes en redes LAN.

1.8.6 Conmutación ATM

Los conmutadores ATM usan los campos VPI y VCI de la cabecera de celda para identificar el próximo segmento de red que la celda necesita para transitar en su camino hacia su destino final. Un canal virtual es equivalente a un circuito virtual, esto es, ambos términos describen una conexión lógica entre los dos terminales de una conexión. Un camino virtual es un grupo lógico de circuitos virtuales que permiten a un conmutador ATM para realizar operaciones en grupos de circuitos virtuales.

La función principal de un conmutador ATM es recibir celdas en un puerto y conmutar aquellas celdas a un puerto de salida apropiado basado en los valores VPI y VCI de la celda. La conmutación es dictada mediante una tabla de conmutación que “mapea” puertos de entrada basada en los valores de los campos VPI y VCI como muestra la figura 1.23.

Digamos, por ejemplo, que dos celdas llegan al puerto 1 del conmutador ATM. Primero, el conmutador examina los campos VPI y VCI de la celda 1 y encuentra que los campos tienen un valor de 6 y 4 respectivamente.

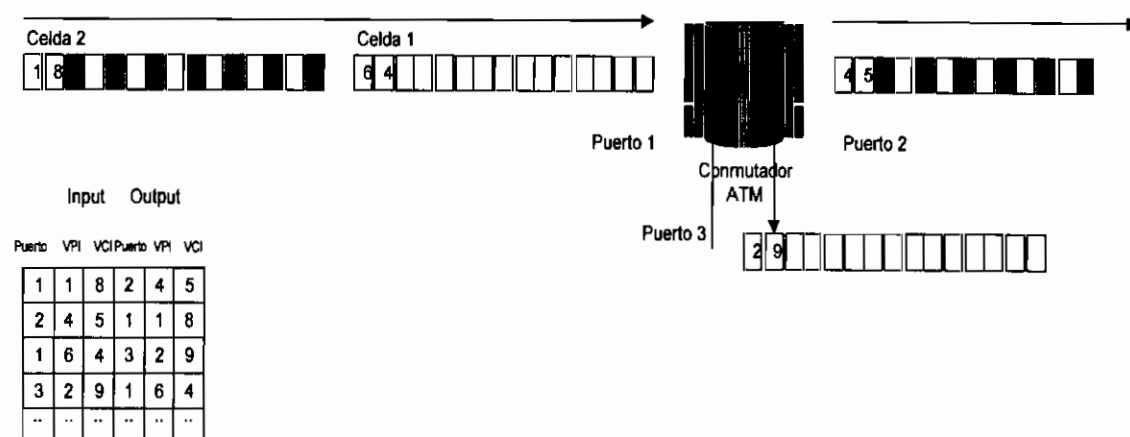


Fig 1.23 Conmutación de dos celdas ATM

El conmutador examina la tabla del conmutador para determinar en cuál puerto debe enviar la celda. Encuentra que cuando recibe un VPI de 6 y un VCI de 4 en el puerto 1, debe enviar la celda por el puerto 3 con un VPI de 2 y un VCI de 9. Por lo que, para la celda 1, el conmutador cambia el VPI a 2 y el VCI a 9 y envía la celda por el puerto 3.

A continuación, el conmutador examina la celda 2, la cual tiene un VPI de 1 y un VCI de 8. La tabla direcciona el conmutador para enviar al puerto 2 las celdas recibidas en el puerto 1 que tienen VPI de 1 y VCI de 8 respectivamente, y cambia el VPI y VCI a 4 y 5 respectivamente.

Cuando una celda con un VPI y VCI de 2 y 9 respectivamente, viene por el puerto 3, la tabla direcciona el conmutador para enviar la celda por el puerto 1 con un VPI y un VCI de 6 y 4 respectivamente. Cuando una celda con un VPI y un VCI de 4 y 5 viene por el puerto 2, la tabla direcciona el conmutador para que envíe la celda por el puerto 1 con VPI y VCI de 1 y 8 respectivamente. Nótese que los valores VPI y VCI son significativos solamente en el interfaz local. La figura 1.24 muestra cómo el campo VPI es usado para agrupar canales virtuales (identificados por sus valores VCI) dentro de grupos lógicos.

Reduciendo el número de campos que tienen que ser cambiados de acuerdo a cómo pasa cada celda a través del conmutador, el *performance* del conmutador se incrementa.

Caminos virtuales forman grupos lógicos de canales virtuales

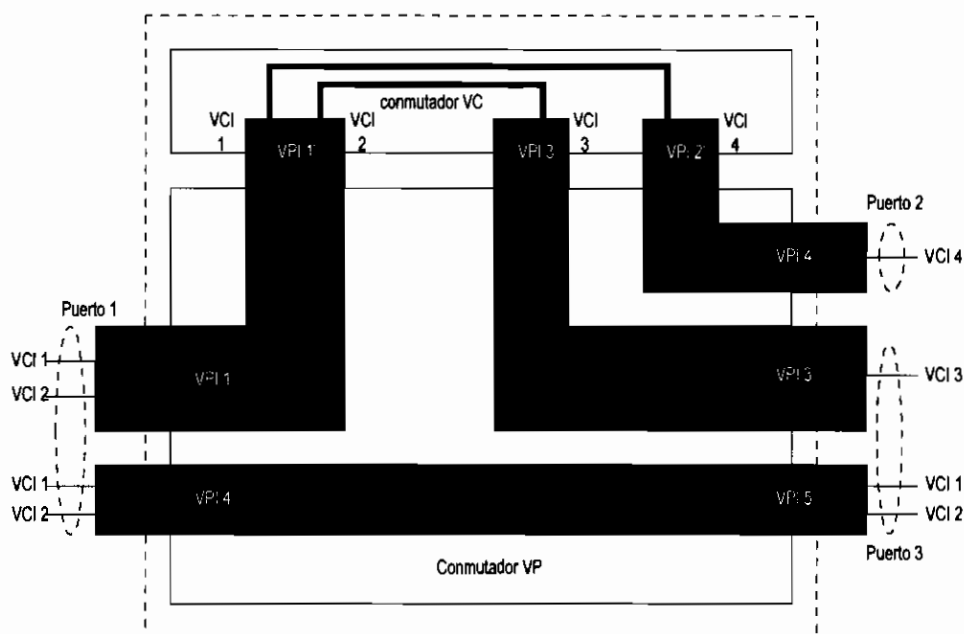


Fig 1.24 Caminos virtuales forman grupos lógicos de canales virtuales

En la figura 1.24, las celdas que ingresan al conmutador ATM en el puerto 1 y tienen un valor VPI de 4 son procesadas a través del conmutador VP el cual cambia el valor VPI de cada celda a 5, pero deja el valor VCI intacto, y envía la celda hacia el puerto 3. Las celdas que tienen un valor VPI de 1 son procesadas a través del conmutador VC. Para celdas que tienen un valor VCI de 1, el conmutador VC cambia el VPI a 4 y el VCI a 4 y envía la celda por el puerto 2. Para celdas que tienen un valor de 2, el conmutador VC cambia el VPI a 3 y el VCI a 3 y envía la celda por el puerto 3.

1.8.7 Tipos de Conexiones

ATM soporta dos tipos de conexiones, como muestra la figura 1.25 .

- Punto a punto: conexiones de este tipo pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

- Punto a multipunto: conexiones de este tipo son unidireccionales solamente.

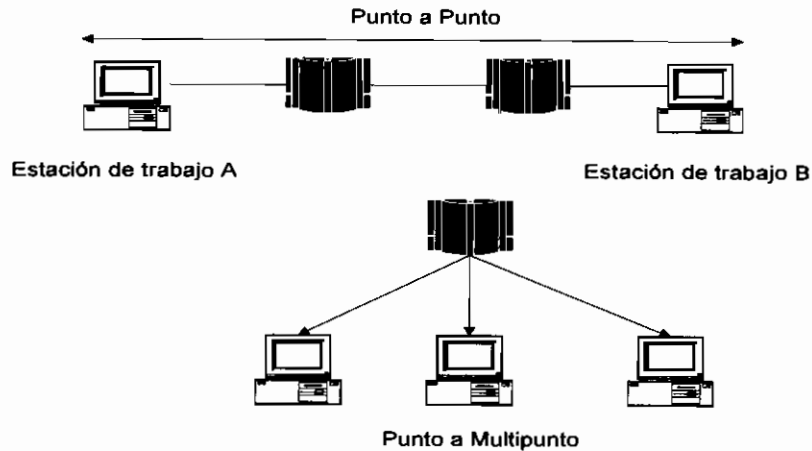


Fig 1.25 Tipos de conexiones ATM

Sería deseable que ATM soporte conexiones multipunto-multipunto, lo cual equivaldría a tener un *broadcast VCC (Virtual Circuit Connection)*. Desafortunadamente, el estándar AAL5 no provee una forma al receptor para identificar individualmente celdas desde fuentes específicas cuando las celdas son producidas desde múltiples fuentes. Esto no permitiría un reensamblaje apropiado de las celdas en las tramas, a menos que todas las celdas de una trama específica sean enviadas en orden apropiado.

Un *server multicast* es la solución a este problema. Un *server multicast* puede existir en una red ATM, y todos los miembros de un grupo *multicast* pueden establecer VCCs punto a punto en él. Entonces, el *server multicast* crearía un VCC punto a multipunto a todos los miembros del grupo, consigo mismo como raíz, como se muestra en la figura 1.26.

Cualquier dato enviado al *server multicast* es serializado, enviado al árbol punto-multipunto, y recibido por los miembros del grupo. El valor de esta aproximación es que las celdas desde fuentes diferentes son serializadas y enviadas en orden, antes que intercaladas.

El *server multicast* puede también soportar grupos dinámicos ya que los miembros pueden ser añadidos y borrados del grupo formado.

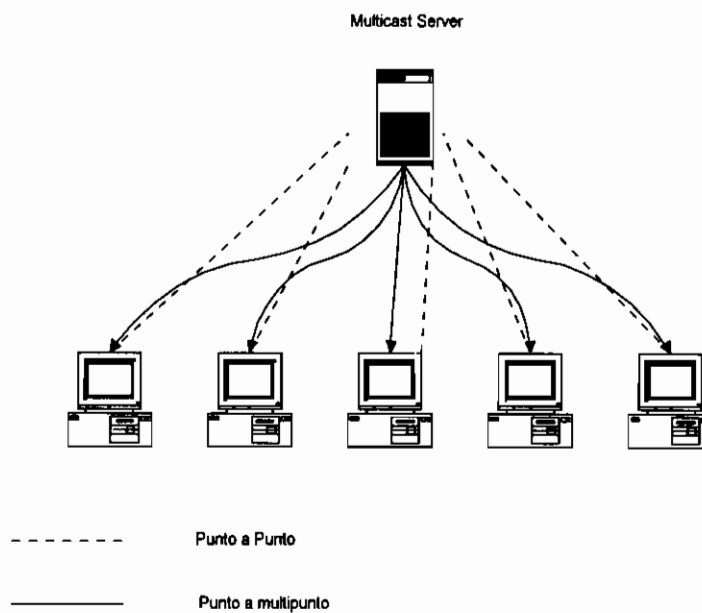


Fig 1.26 Server Multicast

1.8.8 Servicios de Conexión

El servicio de circuito virtual permanente ATM, como se muestra en la figura 1.27, opera tal como un servicio *Frame Relay*, en la que una conexión virtual de malla, una malla parcial, o estrella es administrativamente establecida a través de la red ATM entre los ruteadores. El servicio ATM PVC fue el foco original del Forum ATM.

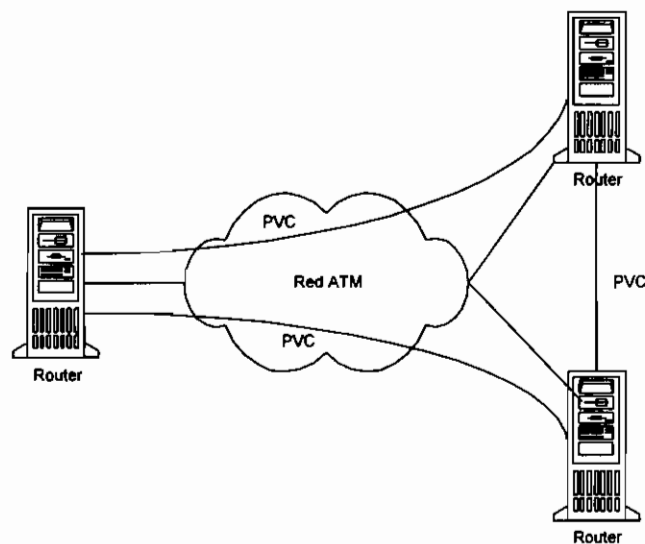


Fig 1.27 Servicio ATM PVC

Las ventajas del servicio ATM PVC incluyen una conexión ATM directa entre ruteadores y la simplicidad de la especificación e implementación subsecuente. Las desventajas constituyen su conectividad estática y gastos administrativos de provisionar conexiones virtuales manualmente.

1.8.9 Calidad de Servicio

Cuando una estación terminal ATM se conecta a una red ATM, esencialmente hace una especie de “contrato” con la red basada en parámetros de calidad de servicio (QOS). Este contrato especifica una cubierta o un intervalo que describe el flujo de tráfico. Especifica valores para el ancho de banda pico, el ancho de banda promedio y el tamaño de la entrada.

Es responsabilidad del equipo ATM cumplir esta cantidad de tráfico especificado en términos de acoplamiento o ajuste de tráfico. Esto es el uso de un “cuello de botella” para comprimir la cantidad de datos en la entrada, su velocidad en el límite pico y *jitter* parejo tal que el tráfico sea el especificado por el equipo ATM. Los conmutadores ATM tienen la opción de usar tráfico a manera de un semáforo (*traffic policing*) para hacer cumplir las especificaciones. Este conmutador puede mediar el flujo de tráfico actual y compararlo con la cantidad de tráfico acordado. Si encuentra que el tráfico está fuera de los parámetros permitidos, el conmutador puede setear el bit CLP de las celdas involucradas. Seteando este bit hace que la celda elegida sea descartada, lo cual significa que el conmutador o cualquier otro manipule la celda, es decir sea permitido descartar la celda durante períodos de congestión, como muestra la figura 1.28.

El control de congestión es una tarea primaria de los diseñadores ATM. Por ejemplo, descartando justo una celda que es parte de una trama FDDI puede resultar en retransmisiones de 93 celdas. La retransmisión puede incrementarse exponencialmente debido a que conmutadores rechazan celdas de diferentes paquetes resultando en retransmisiones de más paquetes, lo cual causa que más celdas sean descartadas.

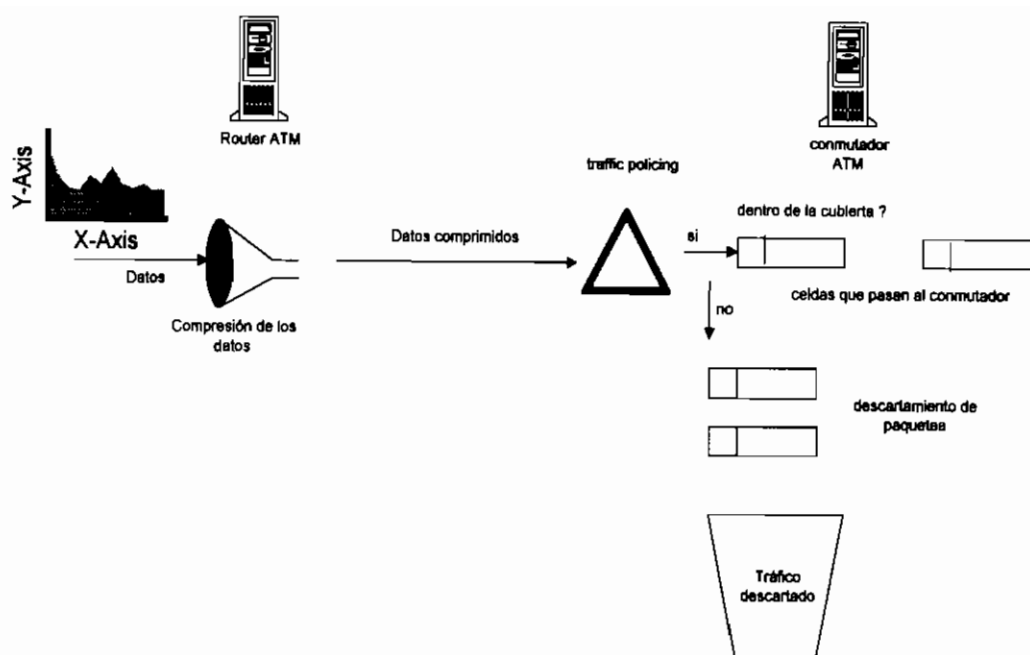


Fig 1.28 Compresión de datos y *traffic policing*

1.8.10 Señalización

Cuando un equipo ATM, tal como un *Router A* en la figura 1.29, desea establecer una conexión con otro equipo ATM tal como un *router B*, el *router A* envía un paquete de requerimiento a su conmutador ATM directo. Este requerimiento contiene la dirección ATM del punto ATM deseado (*Router B*), así como los parámetros de QOS requeridos para la conexión.

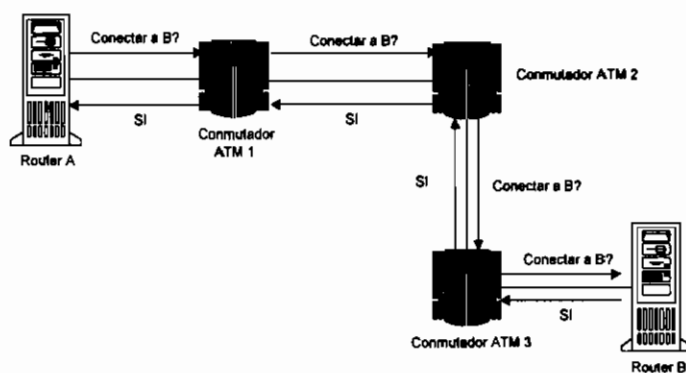


Fig 1.29 Señalización en la red

El paquete de señalización es reensamblado y examinado por el conmutador. Si el conmutador tiene en su tabla de conmutación una entrada o dirección para el *router* B, y puede acomodar la QOS requerida para la conexión, establece la conexión virtual del enlace de entrada y envía el requerimiento hacia el interfaz especificado en la tabla de conmutación para el ATM NSAP del router B.

Cada conmutador a través de todo el camino que recorren los paquetes de señalización al punto final, los reensambla, examina y envía hacia el siguiente conmutador si los parámetros de calidad de servicio pueden ser soportados mientras se configura la conexión virtual del paquete enviado. Si cualquier conmutador, a lo largo del camino, no puede establecer los parámetros de calidad de servicio, el requerimiento es rechazado, y un mensaje de rechazo es enviado al originador del requerimiento.

Cuando el paquete llega al punto final (*Router* B), es reensamblado y evaluado. Si el punto final puede soportar la QOS requerida, responde con un mensaje de aceptación. Como el mensaje de aceptación se propaga hacia el originador del requerimiento, los conmutadores establecen el circuito virtual.

El originador del requerimiento recibe este mensaje desde su conmutador así como el valor VPI/VCI que el originador debería usar para las celdas conectadas al punto final.

1.8.11 Análisis

ATM es una tecnología emergente, basada en celdas que vienen a unificar las redes separadas de aplicaciones de voz, datos y video. La consolidación de estas redes tiene el potencial de proveer significantes beneficios económicos. Este servicio tiene disponibilidad para velocidades en el rango desde 1.544 Mbps (T1) hasta 155 Mbps (OC-3), con proporciones disponibles bajo los 64 Kbps y sobre los 622 Mbps. Ultimamente ATM se espera llegue al rango de los Gbps.

1.8.11.1 Aplicaciones

ATM está siendo usado por grandes organizaciones con requerimientos en ancho de banda sustanciales para aplicaciones tales como interconexión de LANs, multimedia, videoconferencia e imágenes.

1.8.11.2 Ventajas

ATM tiene el potencial de proveer una conexión transparente entre redes LAN y WAN, eliminando de este modo la distinción entre las dos. En términos de escalabilidad y versatilidad con respecto a aplicaciones que soportan estas redes, ATM es sin igual.

1.8.11.3 Desventajas

ATM es una tecnología emergente, es decir que todos los estándares no están desarrollados todavía. La carencia de una aplicación interfaz de programación ATM (API) inhibe el desarrollo de aplicaciones específicas ATM que utilicen las capacidades potenciales de esta tecnología. En redes WAN estas aplicaciones faltan por madurar, con usuarios limitados a adoptar tempranamente requerimientos de gran ancho de banda.

Muchos ofrecen servicios con un mínimo de 45 Mbps, lo cual está más allá del alcance de los requerimientos de muchos usuarios, aunque algunas portadoras están respondiendo a esta situación mediante el servicio de 1.544 Mbps.

El despliegue del servicio es más complicado que otras alternativas, desde una variedad de parámetros que deben ser definidos para optimizar el “*performance*” de la red.

1.8.11.4 Futuro

Mientras hay una indiscutible cantidad de tráfico de datos asociado con ATM. ATM disfruta de un nivel inaudito de soporte desde una gama ancha de segmentos en la

industria, incluyendo transportadores, vendedores y usuarios, como los miembros del Forum de ATM. Habrá un crecimiento en cuanto tiene que ver a redes WAN hasta madurar los estándares de estas redes y tener aplicaciones emergentes en ATM.

CAPITULO II

ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DE INTERCONECTIVIDAD EN REDES WAN

2.1 MODEMS

El modem es un equipo de interconectividad que convierte información digital en analógica mediante modulación en el terminal transmisor, y con la demodulación transforma la información analógica en información digital en el terminal receptor.

La necesidad de comunicarse entre sitios distantes conlleva al uso de redes telefónicas existentes para la transmisión de datos. Las líneas telefónicas fueron diseñadas para transmitir información analógica, mientras que los computadores y sus equipos trabajan en forma digital (pulsos). También, con el propósito de usar un medio analógico, se necesita un convertidor entre los dos sistemas. Este convertidor es el MODEM, el cual realiza la modulación y demodulación de los datos transmitidos. Acepta pulsos seriales binarios de un equipo, modula alguna propiedad (amplitud, fase o frecuencia) de una señal analógica para enviar la señal en un medio analógico; en recepción realiza el proceso inverso, permitiendo que la información analógica llegue como pulsos digitales al computador o equipo terminal de datos.

Los modems en un principio fueron usados principalmente para comunicarse entre terminales de datos (*Data Terminals*) y el computador principal (*Host Computer*). Más tarde, el uso de los modems se extendió para comunicar computadores y terminales. Esto requirió más velocidad y por tanto un incremento desde 300 bps hasta 56 Kbps hoy en día. Actualmente, la transmisión compromete técnicas de compresión de datos, que incrementan la proporción de bits por segundo, y técnicas de detección de errores y corrección de errores para mayor integridad de los sistemas.

Para usar modems de varios tipos y de diferentes fabricantes, se han desarrollado interfaces estándar mediante las organizaciones que rigen las comunicaciones. Estos modems actualmente son usados para diferentes funciones. Se desempeñan en sistemas de texto y de correo de voz, así como facsímiles; pudiendo estar conectados o integrados a redes celulares, en las que mediante computadores portátiles permiten enviar datos

desde cualquier lugar. En el futuro podrían llevar hacia nuevas aplicaciones, en las que las velocidades no se espera se incrementen mucho sobre los 56 Kbps de hoy en día.

2.1.1 Clasificación de los modems

Los modems pueden ser clasificados de acuerdo a las siguientes características:

- Rango

Short Haul

Voice Grade (VG)

Wideband

- Tipo de Línea

Conmutada o *Dial-up*

Dedicada (*Leased*)

- Modo de operación

Simplex

Half Duplex

Full Duplex

- Sincronización

Asincrónica

Sincrónica

- Tipo de modulación

ASK

FSK

PSK

QAM

- Velocidad de datos

2.1.2 Según el Rango

Short Haul

Los *short haul* modems son soluciones de poco costo para sistemas de rango pequeño (hasta 15 Km), los cuales usan líneas privadas y no forman parte de los sistemas públicos. Los *short haul* modems, también pueden ser usados, si la longitud de terminal a terminal de la conexión directa es mayor que 15 Km, siempre y cuando ambos terminales de la línea sean abastecidos por la misma oficina central en el sistema telefónico. Estas líneas son llamadas “*local loops*”. Los modems son sensibles a la distancia, porque la atenuación de la señal ocurre cuando ésta atraviesa la línea. La velocidad de transmisión debe ser aminorada para asegurar una transmisión consistente y libre de errores en distancias grandes.

Los *short haul* modems son más baratos que otros modems por dos razones:

- 1.- No incluye un circuito para corregir las diferencias entre la frecuencia de portadora del demodulador y la frecuencia del modulador.
- 2.- Generalmente no incluye un circuito para reducir/corregir el ruido, lo cual no es mucho problema sobre distancias cortas.

Hay dos tipos principales de *short haul* modems:

1.- Modems analógicos, usando un método de modulación simple, sin aparatos sofisticados para control de errores o ecualizadores. Estos modems usualmente operan en un máximo de 9600 bps, pero hay algunos que soportan mayores velocidades (hasta 64 Kbps).

2.- Los controladores de línea (*line drivers*) incrementan la velocidad de la señal digital, que se envía al canal de transmisión sin transmitir la señal portadora como los modems convencionales. Los controladores de línea son muy baratos y pequeños y se conectan mediante un conector RS-232 al equipo terminal.

Voice Grade (VG)

Los modems *voice grade* son usados para destinos no limitados, con velocidades moderadas hasta altas velocidades.

Estos modems son caros y su mantenimiento y operación sofisticados. Los canales de comunicación son las líneas dedicadas y conmutadas.

La comunicación de usuario a usuario puede ser mediante línea dedicada o línea conmutada *dial up*. El enlace para la conexión es el mismo para los dos casos, la única diferencia es que para algunas alteraciones (particularmente atenuación y retardo), una línea dedicada garantiza conocer sus especificaciones, mientras que una conexión de *dial-up* sólo puede ser descrita estadísticamente.

Wideband

Los modems *wideband* (banda ancha) son usados en líneas de multiplexación telefónicas muy grandes, en enlaces computador-computador.

Estos modems pueden ser utilizados para enviar señales de datos a grandes velocidades.

2.1.3 Según el tipo de línea

Dedicada

Las líneas dedicadas (usualmente 4 hilos) son para el uso exclusivo de modems de línea dedicada en conexiones punto-punto o multipunto. Si el medio es una red telefónica, sus características de transmisión son usualmente garantizadas al conocer sus especificaciones, pero si el enlace incluye cualquier transmisión de radio, la calidad puede ser variable como la de una línea conmutada.

Dial-up

Los modems *dial-up* pueden establecer conexiones punto-punto en una PSTN mediante alguna combinación de discado manual o automático. La calidad del circuito no es garantizada debido a que una línea telefónica siempre está propensa a interferencias, lo cual disminuye la calidad del circuito y por tanto introduce errores en la transmisión. Los enlaces *dial-up* se establecen siempre a dos hilos, ya que utilizar cuatro hilos para una transmisión telefónica es muy cara.

Las líneas de cuatro hilos utilizan un par para transmisión y otro par para recepción, en el que las señales en las dos direcciones son totalmente separadas. Esta separación puede ser mantenida solamente si los cuatro hilos de la configuración es sostenida desde el transmisor hacia el receptor.

2.1.4 Modo de Operación

Simplex

Este término significa que las señales pueden pasar a través del canal en una sola dirección. Un modem remoto para un sistema de telemetría podría ser de modo *simplex* y de una línea a dos hilos con un amplificador unidireccional.

Half Duplex

Half Duplex significa que las señales pueden pasar en cualquier dirección pero no ambas simultáneamente. Un canal telefónico a menudo incluye un supresor de eco, permitiendo la transmisión en solamente una dirección, esto interpreta el canal *half-duplex*. Los supresores de eco son muy lentos siendo reemplazados por los canceladores de eco, los cuales son teóricamente aparatos *full-duplex*.

Cuando un modem es conectado a una línea de dos hilos, su impedancia de salida no puede ser igualada exactamente por la impedancia de entrada de la línea, y alguna parte de su señal transmitida (usualmente distorsionada) siempre será reflejada. Por esta razón los receptores *half-duplex* son deshabilitados cuando su transmisor local está en operación.

Full Duplex

En este caso las señales pueden pasar en cualquier dirección simultáneamente. La operación *full-duplex* en una línea a dos hilos requiere la habilidad de separar una señal recibida de la reflexión de una señal transmitida. Esto es acompañado por cualquier FDM (*Frequency Division Multiplexing*) en el que las señales en las dos direcciones ocupan diferente banda de frecuencia y están separadas mediante filtros, o canceladores de eco.

El término *full-duplex* implica que el modem puede transmitir y recibir simultáneamente a su máxima velocidad. Los modems que proveen una menor velocidad en el canal inverso son algunas veces llamados *split-speed* o modems asimétricos.

Supresor de eco y cancelador de eco

En la unión entre el lado local que usualmente es un circuito a dos hilos, y la troncal, que es un circuito a cuatro hilos, puede ocurrir eco. El efecto del eco es por ejemplo que

una persona hablando por teléfono escucha sus propias palabras después de un corto retardo. Los estudios han mostrado que psicológicamente esto molesta y confunde a la persona. Para eliminar este problema del eco, los supresores son instalados en las líneas a distancias mayores que los 2000 km (en distancias cortas el eco es tan rápido que pasa desapercibido). Un supresor de eco es un aparato que detecta las señales provenientes de un terminal de la conexión y suprime todas las señales que llegan del otro camino. El aparato compara los niveles de sus puertos de entrada y decide, por ejemplo si el otro terminal está comunicándose, inserta un atenuador en el camino de retorno (eco) y viceversa.

Los supresores de eco tiene muchas propiedades que no son deseables para la comunicación de datos. Impiden una transmisión de datos *full-duplex*. Para reducir estos problemas, cuando los supresores de eco detectan un tono específico, se da un *shutdown* y permanecen en ese estado tan largo como esté la portadora presente. Este estado se produce usualmente durante el *handshaking* inicial en el que un modem transmite un tono de respuesta a 2100 Hz (estándar CCITT) o 2225 Hz (estándar Bell 103).

Los supresores están lentamente siendo reemplazados por los canceladores de eco, los cuales permiten asegurar el intercambio de información y posibilitan que cualquiera de los equipos DCE's asuman el control de la conexión.

2.1.5 Según el modo de Sincronización

Modems asincrónicos

Muchos de los modems que operan en bajas y moderadas velocidades, hasta los 1800 bps, son asincrónicos. Estos modems operan con modulación FSK y usan dos frecuencias para transmisión y otras dos para recepción. Pueden ser conectados en opciones diferentes medios de comunicación:

- Usando un interfaz a 2 hilos o 4 hilos

- Usando líneas conmutadas o líneas dedicadas
- Usando un interfaz de llamada mediante *dial-up*.

Operando a 2 hilos, la operación *full-duplex* puede llevarse a cabo mediante la división del canal en dos subcanales.

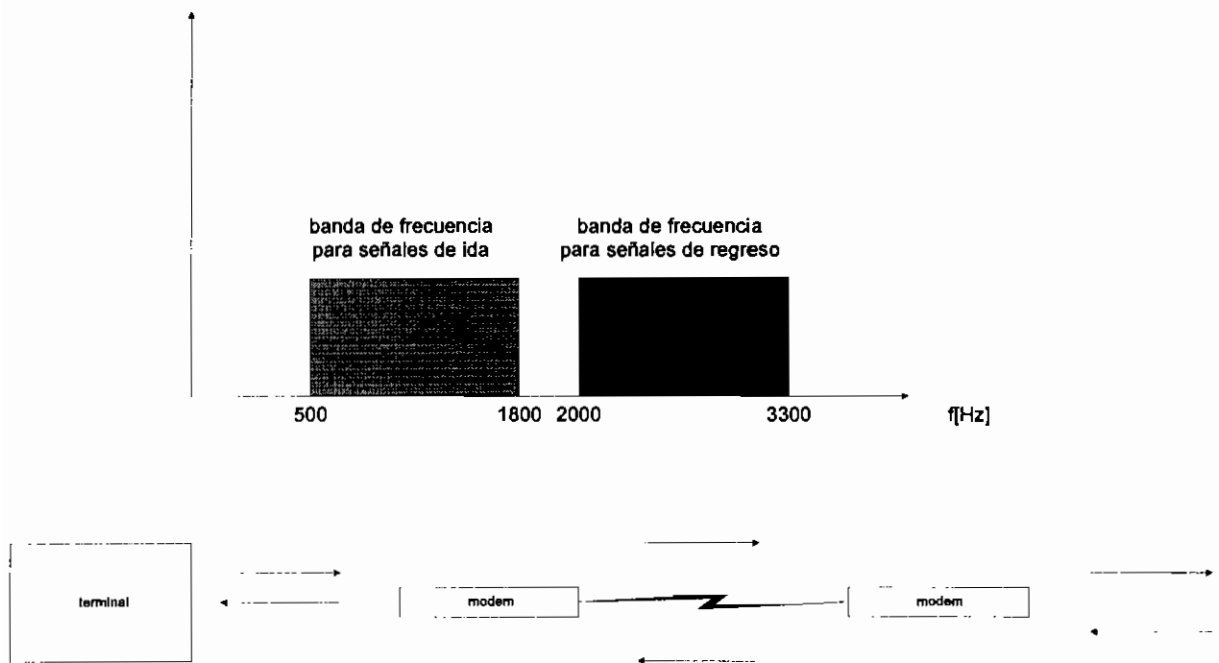


Fig 2.1 Operación de un modem asincrónico en una línea a 2 hilos

Los datos asincrónicos no están acompañados de reloj, y los modems de transmisión y recepción conocen solamente la velocidad nominal. Estos datos están agrupados en bloques muy cortos con tramas de bits (bits de inicio-parada). El código más común usado en esta transmisión es el código de siete bits ASCII con paridad.

Modems Sincrónicos

Los modems sincrónicos operan en el dominio del audio, a velocidades de hasta 56000 bps en las líneas de audio, las cuales son usadas en sistemas telefónicos (usando datos sincrónicos). Los métodos de modulación usual son la modulación de fase y fase

integrada con amplitud (a velocidades mayores a 4800 bps). En modems sincrónicos se usan los ecualizadores, debido al *offset* que introducen las líneas telefónicas. Estos ecualizadores pueden ser clasificados en tres grupos principales:

1.- Fijo/estadístico.- estos ecualizadores compensan la señal de acuerdo al promedio de atenuación conocida en cada frecuencia. Usualmente operan en bajas velocidades en una línea de *dial-up*

2.- Ajuste manual.- estos ecualizadores pueden ser sintonizados a las características óptimas de una línea dada. Deben ser re-sintonizados cuando la línea es reemplazada y de manera periódica.

3.- Ecualizador Automático.- estos ecualizadores son sintonizados automáticamente cuando la conexión se establece. Dependiendo de la calidad de la línea en un momento específico, en un proceso de cerca de 15 a 25ms, después de la primera sintonización, el ecualizador chequea la línea continuamente y se ajusta a las condiciones de cambio, también el modem opera a cada momento en las condiciones óptimas.

Los modems sincrónicos operan de la misma manera que los modems asincrónicos. Sin embargo, los modems sincrónicos operan en altas velocidades y debido al incremento en los requerimientos de velocidad muchas innovaciones son implementadas en este tipo de modems. Los protocolos que manejan estos modems son el BISYNC, SDLC, HDLC, entre otros.

2.1.6 Según el tipo de modulación

Los canales de comunicación tales como las líneas telefónicas son usualmente medios analógicos. En el caso de las líneas telefónicas el ancho de banda está en el rango de 300 Hz a 3300 Hz.

Si las señales digitales fueran transmitidas en medios analógicos las ondas cuadradas de la señal digital serían distorsionadas por el medio analógico.

El receptor que recibe estas señales distorsionadas no podrá interpretar debidamente las señales entrantes. Estas señales digitales deben ser convertidas en señales analógicas moduladas para que los canales de comunicación puedan llevar la información de un lugar a otro sin perjudicar la naturaleza de la señal. Existen los siguientes tipos de modulación en los modems:

- Modulación de Amplitud (ASK)
- Modulación de Amplitud en cuadratura (QAM)
- Modulación de Frecuencia (FSK)
- Modulación de fase continua (CPM)
- Modulación de fase (PSK)
- Modulación codificada de Trellis (TCM)

Estándares y protocolos

La comunicación entre dos equipos sólo puede darse cuando el interfaz entre ellos está definido. Para los modems, los estándares definen las técnicas a usarse para modulación, corrección de errores, compresión de datos y otros atributos, existiendo algunas organizaciones para el desarrollo de los estándares de interfaces. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Organización de Estándares Internacionales (ISO) son los principales organismos que dictan los estándares en las comunicaciones.

Los estándares fueron desarrollados durante años y publicados en cinco series de recomendaciones. En los Estados Unidos el estándar primario estableció la ANSI. Sus comités, preocupados con el procesamiento de la información y comunicación de datos desarrollaron algunos estándares que murieron con los estándares de Jure. Existen también estándares de Facto que fueron desarrollados por un fabricante específico, usando nuevas características en sus productos, mientras los estándares de Jure no eran

definidos todavía por sus comités. Cuando las definiciones fueron adaptadas por otros fabricantes para compatibilidad llegaron los estándares de Facto. Algunos ejemplos de estándares de Facto son: el estándar Bell-100 establecido por los sistemas Bell con sus modems de series 100 y 200; Bell Dataphone 103 de 300 bps fue introducido al mercado en 1958 y fue el primer modem usado para transferir datos sobre líneas telefónicas. Manejaba el lenguaje de comandos “AT” inventado por Hayes y usado universalmente. Este lenguaje de comandos permite establecer la operación del modem de una manera sencilla, tal como el discado de un número telefónico.

Los protocolos MNP definen la corrección de errores y esquemas de compresión de datos. A continuación se tiene los estándares ITU (anteriormente CCITT):

Estándar	Fecha	velocidad (bps)	Tipo de Canal	PSTN/privada	Modulación
V.21	1964	200	FDX	PSTN	FSK
V.22	1980	1200	FDX(FDM)	PSTN	PSK
V.22 bis	1984	2400	FDX(FDM)	PSTN	QAM
V.23	1964	1200	HDX(FDM)	PSTN	FSK
V.26	1968	2400	HDX	privada	PSK
V.26 bis	1972	2400	HDX	PSTN	PSK
V.26 ter	1984	2400	FDX(EC)	PSTN	PSK
V.27	1972	4800	HDX	privada	PSK
V.27 bis	1976	4800	HDX	privada	PSK
V.27 ter	1976	4800	HDX	PSTN	PSK
V.29	1976	9600	HDX	Privada	QAM
V.32	1984	9600	FDX(EC)	PSTN	TCM
V.32 bis	1991	14400	FDX (EC)	PSTN	TCM
V.32 ter		19200	FDX (EC)	PSTN	TCM
V.34(v. fast)	1994	28800	FDX (EC)	PSTN	TCM

Cuadro 2.1 Estándares ITU para modems telefónicos

FDM significa multiplexación por división de frecuencia

EC significa cancelador de eco

La compresión de datos implica diferentes métodos tales como el código Huffman. La principal característica de los protocolos de compresión es que ellos toman los datos a ser transferidos, los comprimen y los transfieren al segundo modem. El segundo modem debe hacer el trabajo opuesto. Los algoritmos de compresión de datos son similares al de los programas de compresión tales como ARC, ZIP, ARJ. Ellos se localizan en la ROM y comprimen los datos en tiempo real. La compresión depende de la característica de los datos, es decir por ejemplo un archivo .EXE o .COM puede ser comprimido hasta un 40-50%. Los archivos de texto se comprimen en un 100%.

Los principales protocolos usados en la transferencia de archivos son: XMODEM, YMODEM, ZMODEM. El protocolo XMODEM divide los datos en bloques. Cada bloque contiene un número de secuencia del bloque, 128 bytes de datos y 4 bytes de *checksum*. El protocolo en el otro lado es sincronizado mediante el chequeo de número de secuencia del bloque transferido y entonces calcula el *checksum* de 128 bytes de datos y compara con el *checksum* transferido. En caso de error pide reenvío del mismo bloque nuevamente.

En el protocolo YMODEM, cada bloque contiene 1024 bytes. El tamaño del *checksum* es de 4 bytes, siendo más rápido que el protocolo XMODEM. En el protocolo ZMODEM existen muchas ventajas principales. El tamaño del bloque varía de 16 a 1024 bytes. El protocolo dinámicamente encuentra el tamaño óptimo del bloque para el archivo a ser transferido en la línea telefónica. Comienza con un bloque de datos de 1 KB. Lo reduce automáticamente en el caso de que la línea esté ruidosa o agranda el tamaño del bloque cuando la línea está libre de ruido. Asimismo en caso de error el bloque es retransmitido nuevamente. Este protocolo ajusta el tamaño del bloque a la calidad de la línea y combina las mejores características en cada lado de la transmisión. El tamaño del *checksum* es de 8 bytes (CRC/32), por eso es un auténtico protocolo de corrección de errores.

La conexión de dos modems involucra un proceso de *handshaking* en la transmisión y recepción de las señales que coordinan la conexión (*training*). El modem que realiza la

llamada primero trata de conectarse a la máxima velocidad (o al mejor esquema de compresión de datos o corrección de errores). Si el modem que es llamado no regresa la señal que maneja aquel protocolo, el modem que realiza la llamada disminuye su velocidad o baja a un esquema menos efectivo y trata de conectarse de nuevo. Este ciclo continúa hasta encontrar un punto de conexión óptimo para que los dos modems puedan transmitir eficientemente los datos.

En esta primera parte de los equipos de interconectividad se analizará las características principales de los modems V.34.

2.1.7 Características principales de los modems V.34

Los modems pueden ser programados mediante los comandos de configuración AT¹ desde una PC o mediante programación directa mediante menús que vienen incorporados a los modems, en los que se puede realizar cualquiera de las siguientes formas para enlazarlos:

- Modo de respuesta Asincrónica y Sincrónica
- Modo de discado Asincrónico y Sincrónico
- Operación de línea dedicada con restauración del enlace mediante discado automático.

Para el modo de discado automático los modems tienen incorporados interfaces de llamada automática en su programación denominada ACU (*Automatic Calling Unit*). Para auto-llamada sincrónica se incorpora las características del CCITT V.25 bis que también se puede usar con un DTE asincrónico. Mediante la opción de comandos AT o mediante V.25 bis ACU, se puede almacenar, discar o cambiar cualquier número telefónico en el modem. Mediante la configuración AT ACU del modem local se puede configurar un modem remoto y de esta manera también leer el *status* del modem remoto y recibir un resumen de su configuración a través de un terminal.

¹ En el Anexo A se presenta una lista de comandos AT que manejan los modems.

El operador de la red puede configurar, monitorear y controlar la operación de ambos modems (local y remoto). Bajo este esquema los modems que se encuentran conectados *polean* continuamente para recoger información y realizar un chequeo continuo del *status* del enlace. El tráfico de red, incluyendo alarmas, comandos, eventos y *poleo* son transportados a los modems remotos usando un canal en el cual el usuario no desorganice el tráfico de datos y no consuma ancho de banda.

Para aplicaciones críticas de líneas dedicadas se requiere un *backup*, en el que si la línea dedicada falla, el modem pueda realizar un re-enrutamiento automático del tráfico de datos a través de la red telefónica pública conmutada (PSTN) sobre una línea a dos hilos. Esta línea conmutada garantiza que los datos se guardarán cuando la línea dedicada falla, minimizando el tiempo en que la red está fuera de servicio. Los modems V.34 incluyen la característica de comprobación de la calidad de la línea que optimize el *performance* en cada conexión mediante la elección automática del ancho de banda óptimo, frecuencia de portadora y velocidad de datos.

En V.34 las características de modulación son las siguientes:

Data Rate: 2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 12.0, 14.4, 16.8, 19.2, 21.6, 24.0, 26.4 y 28.8 Kbps.

Frecuencias de portadora: 1600 Hz, 1646 Hz, 1800 Hz, 1829 Hz, 1920 Hz, 1959 Hz, y 2000 Hz.

La modulación V.34 es un estándar de modulación codificada de Trellis de 4 dimensiones usando precodificación y esquemas de pre-énfasis. A su vez estos modems proveen corrección de errores y compresión de datos de acuerdo con las recomendaciones V.42 y V.42 bis. Con V.42, los modems automáticamente negocian para determinar ya sea el nivel 4 del protocolo MNP o procedimiento de acceso al enlace para modems con corrección de errores LAPM (*Link Access Procedure Modems*). Dependiendo del esquema de corrección de errores negociado, los modems usan el nivel 5 MNP o compresión de datos V.42 bis. También los modems V.34 permiten ver el *status* instantáneo de las señales EIA del modem y la calidad del

circuito, así como un resumen de la configuración del modem. El modem continuamente optimiza su velocidad de transmisión con las modulaciones V.34, V.32 bis, V.32 (codificada y no codificada) y modulación V.22 bis. Mediante monitoreo constante de la señal de calidad (SQ) el modem se adapta a la velocidad de transmisión óptima que permita las condiciones de la línea, asegurando máxima eficiencia en la transportación de datos. Un modem puede ser configurado de 3 maneras:

- 1.- Desde un panel frontal que viene incorporado al modem en un display de cristal líquido.
- 2.- Desde el sistema de manejo de la red.
- 3.- Desde una unidad de llamada automática AT (ACU), si el modem está conectado a un terminal asincrónico sin software o a una PC “corriendo” un programa de comunicaciones.

LED	NOMBRE	DESCRIPCION
TD	Transmit Data	Se enciende cuando el modem acepta datos a ser transmitidos desde el terminal local.
RD	Receive Data	Se enciende cuando el modem pasa datos recibidos al terminal local.
IR/OH	Ring Indicator/Off Hook	Se enciende cuando una llamada está timbrando. También se enciende cuando el modem está conectado a una línea de discado.
CD	Data carrier detect	Cuando el modem local está recibiendo una señal portadora (definida por la modulación usada) desde el modem remoto o cuando desde el panel frontal se plantea que el modem mantenga en “High” esta señal.
TR	Data terminal Ready	Se enciende cuando se detecta una señal DTR de un terminal conectado al sistema.
RC/NC	Remote control/network control.	Se enciende para indicar que el modem está bajo configuración remota. Se enciende cuando el modem está bajo control de un sistema de manejo de red.

Cuadro 2.2 Descripción de la función de los leds de un modem

En todo modem externo existen por lo menos 6 leds que representan el *status* de las señales del interfaz DTE. Si se presenta un problema en la comunicación, estos leds ayudan a identificar el tipo de problema. Estos leds se presentan en el cuadro 2.2. Los modems pueden ser programados en su totalidad mediante el *set* de comandos AT que se mencionó anteriormente. Estos comandos definen cómo el modem está configurado, cómo realizará las llamadas y qué operaciones de prueba realizará. Los comandos AT permiten configurar y operar cercanamente todas las opciones del modem y sus características desde un teclado de un PC o desde un terminal asincrónico. El modem provee un interfaz V.24, a través del cual enviará y recibirá los datos de los respectivos DTE's como se muestra en la figura 2.2.

2.1.7.1 Explicación de los términos

Transmitted Data.- Datos digitales transmitidos desde el terminal local hacia el modem remoto.

Receive Data.- Datos demodulados que se reciben en el lado local desde el modem remoto.

Request to Send. (RTS).- Enviado desde el terminal local hacia el modem local para indicar que está listo para transmitir datos.

Clear to Send. (CTS).- Pasa desde el modem local al terminal local cuando el puerto de datos está listo para transmitir datos. Ocurre en respuesta al RTS.

Data Set Ready. (DSR).- Indica que el modem local está listo para transmitir y recibir datos.

Carrier Detect.- Pasa desde el modem local al DTE local cuando una señal portadora aceptable es recibida por el modem.

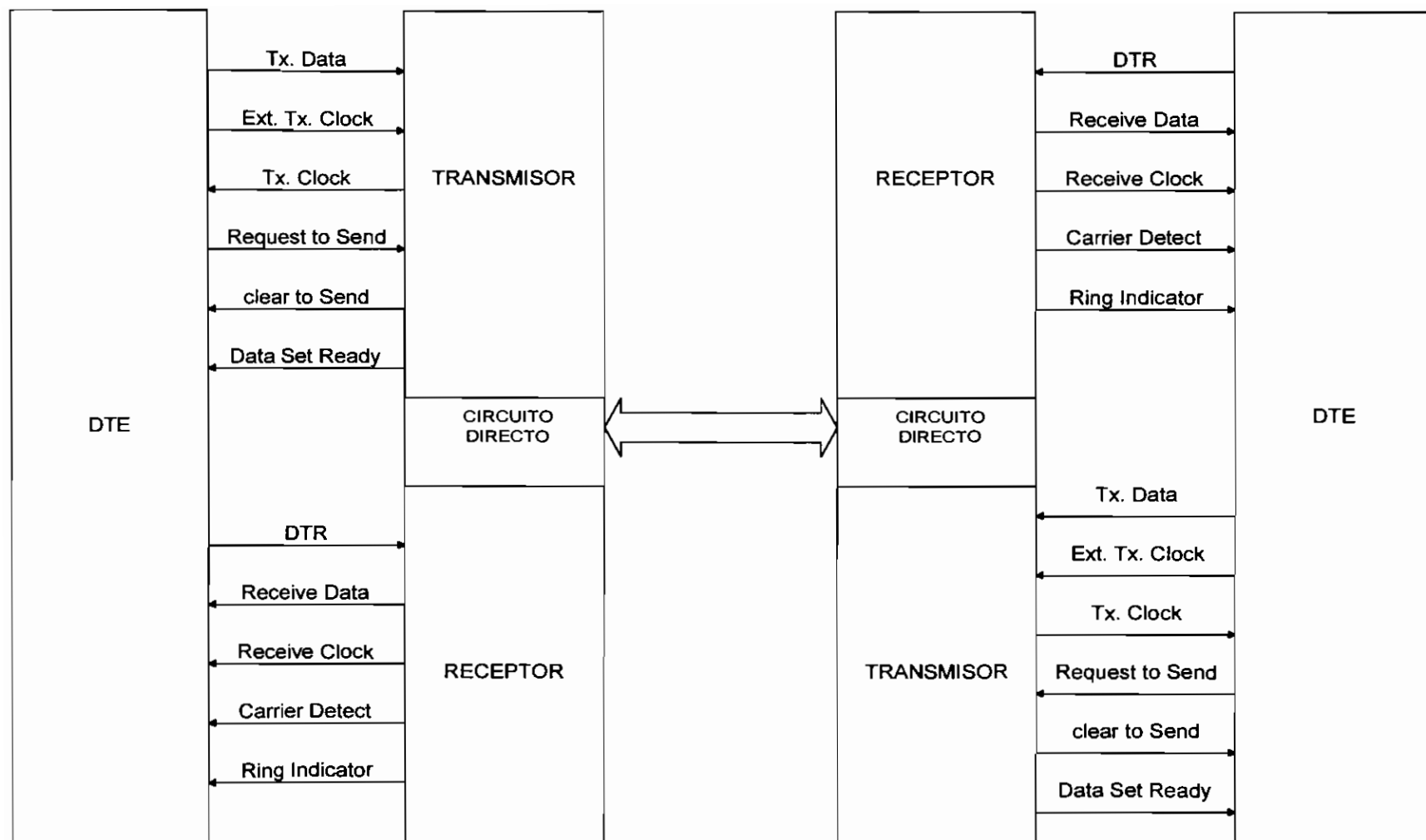


Fig 2.2 Esquema de señales de un modem para la transmisión y recepción de datos

Data Terminal Ready (DTR).- hay dos configuraciones:

108.1: enviado por el DTE, esta señal obliga a que el modem se conecte a una línea telefónica.

108.2: enviado por el DTE y permite que el modem se conecte a una línea telefónica en caso de caída del enlace principal.

Tx. clock.- El modem local envía un reloj generado internamente al terminal local para sincronizar los datos transmitidos.

Receive clock.- Señal de reloj extraída de la portadora que se recibe. El modem local transmite esta señal al DTE para sincronizar los datos recibidos.

Ext. Tx. clock.- Señal de reloj generada por algunos DTE sincrónicos que proveen reloj al modem local.

Ring Indicator.- Señal que pasa desde el modem local al terminal local. Solamente ayuda a indicar una llamada que ingresa al modem.

2.1.8 Configuración de Modems

Para configurar un modem se deben realizar algunos pasos dependiendo del tipo de aplicación a usarse. Cabe mencionar que cuando dos modems tratan de establecer el *handshaking* siendo uno de ellos el que llama y el otro el que responde, hay que configurar los modems de tal manera que uno de ellos origine la llamada (*Normal Originate*) y el otro sea el que responda (*Forced Answer*).

De esta manera se pueden tener los casos que se mencionan a continuación:

CASO 1:

- 1.- *Dial-up* asincrónico usando los comandos de llamada automática AT.
- 2.- Aplicaciones sincrónicas de auto-respuesta, sin comandos AT
- 3.- Enlaces sincrónicos hacia un sitio local.
- 4.- Aplicaciones asincrónicas de auto-respuesta, sin comandos AT
- 5.- Enlace mediante línea dedicada con restauración por línea conmutada, sin comandos AT.

CASO 2: con compresión de datos

- 1.- Aplicaciones asincrónicas *dial-up* mediante comandos AT
- 2.- Aplicaciones sincrónicas con restauración por línea conmutada .
- 3.- Aplicación sincrónica *dial* solamente.
- 4.- Aplicaciones sincrónicas con línea dedicada con restauración por línea conmutada, sin comandos AT.

Para el CASO 1 se tiene lo siguiente:

1.- El modem se comunica sobre una línea conmutada usando un formato de datos asincrónico. Esta opción es apropiada para uso en el hogar u oficina, cuando se planea marcar a través de una computadora, minicomputadora, etc. Mediante esto se debe utilizar el conjunto de comandos AT para comunicarse con el modem y configurarlo para que realice las tareas que se quiera haga el modem.

Mediante los comandos AT a través de un computador personal, el modem utiliza el interfaz RS-232 para el control de las señales, lo cual hace que se deba utilizar el cable apropiado para la conexión entre el modem y el computador, éste puede ser un cable serial V.24 de 9/25 pines cuya configuración sería la indicada en el cuadro 2.3:

Computador	Interfaz de modem
1	1
2	3
3	2
4	8
5	7
6	20
7	4
8	5
9	22

Cuadro 2.3 Configuración del cable DB-9 a DB-25

En el comienzo de cada conexión, el modem negocia con el modem remoto para conectarse a la más alta velocidad de datos de acuerdo con el tipo de modulación usada, lo cual se logra cuando se tiene una señal de calidad óptima (SQ).

2.- En esta opción se configura el modem para satisfacer las necesidades de una aplicación sincrónica. El modem está configurado para contestar las llamadas automáticamente. Cuando el DTR está levantado (en alto), el DTE local puede controlar esta señal. Esto permite que el DTE local use las transiciones del DTR para conectar el modem al sitio remoto en el comienzo de la transmisión y desconectarlo al final de la transmisión. El DTR debe estar siempre activo (*high*).

3.- En este caso el modem remoto es el que origina la llamada mediante su unidad de llamada automática usando el protocolo V.25 bis. El DTR está configurado de tal forma que la unidad ACU V.25 bis pueda manipular la señal del DTR.

4.- De la misma manera el modem está configurado para contestar automáticamente las llamadas cuando el DTR está siempre activo, caso contrario no responderá a ninguna llamada.

5.- En este caso el modem opera sobre una línea dedicada, la que en el caso de dar falla, el modem automáticamente restaura la conexión sobre una línea de *dial backup* y regresa a su condición de línea dedicada después de un cierto tiempo transcurrido, en el que chequea si esta línea a vuelto a su condición normal.

En el CASO 2 se tiene:

1.- El mismo caso que el anterior.

2.- En esta opción y dado que es una transmisión sincrónica, se debe configurar el tipo de reloj que va a manejar el modem, que en este caso debe ser reloj externo de acuerdo al que provee la red por medio de un DSU/CSU (sección 2.2 de este capítulo) . Con esta opción la configuración del DSU debe estar en reloj interno. El modem local y remoto son configurados para operar con compresión de datos usando el protocolo LAPM para corrección de errores y V.42 bis para compresión.

3.-En esta opción el modem trabaja mediante una línea conmutada y es el que provee el reloj a la red (*Clock=internal*). Como en el caso anterior los modems trabajan con compresión de datos y corrección de errores.

El modem origina la llamada con la opción V.25 bis de su unidad de llamada automática ACU. El DTR configurado en 108.1 determina la conexión del modem a la línea telefónica en transiciones *off-on*, es decir si el modem detecta una llamada entrante, ésta es conectada. Si el modem no detecta ninguna llamada entrante y se tiene habilitada la opción de *dial*, el modem disca el número especificado. Si este comando está deshabilitado, el modem hace referencia a la modulación. Si está configurado para contestar, el modem va hacia *off-hook* y envía un tono como respuesta de regreso. En una transición *on-off*, el modem se desconecta de la línea telefónica y si el DTR está en bajo el modem no dará respuesta automática. Las transiciones del DTR gobiernan el modo de respuesta del modem y la desconexión de las llamadas.

Si se desea manejar la opción V.25 bis para manipular la señal DTR, se configura el DTR a 108.2.

4.- En esta opción el modem utiliza una línea dedicada con característica de restauración, es decir que si la línea dedicada falla el modem automáticamente restaura la conexión sobre una línea de *backup*, la que después de cierto margen de tiempo regresa a la condición original. Se debe configurar el modem seleccionando a una velocidad con la cual se comunicará con el DTE. Además en esta opción el modem se configura para que opere con compresión de datos. Resumiendo los items anteriores, se puede decir que un modem debe ser configurado considerando los siguientes parámetros:

- 1.- Tipo de línea
- 2.- Tipo de enlace (Sincrónico, Asincrónico)
- 3.- Modulación
- 4.- Máxima velocidad (*Max Rate*)
- 5.- Mínima velocidad para mantener el enlace (*Min Rate*)
- 6.- Modo de respuesta (*Originate* o *Forced Answer*).
- 7.- Reloj (Interno, externo, recibir)
- 8.- Retransmisiones
- 9.- Modo de restauración del enlace.
- 10.- Corrección de errores
- 11.- Compresión de datos
- 12.- Manejar con comandos AT o sin ellos.
- 13.- Velocidad con la que van a negociar el modem con el DTE.
- 14.- Control de flujo
- 15.- Configuración de señales (DTR, RTS, CTS, retardo RTS/CTS, DCD, DSR).
- 16.- Niveles de transmisión de los modems.

A continuación se da algunos ejemplos de enlaces para visualizar mejor la manera de configurar el modem:

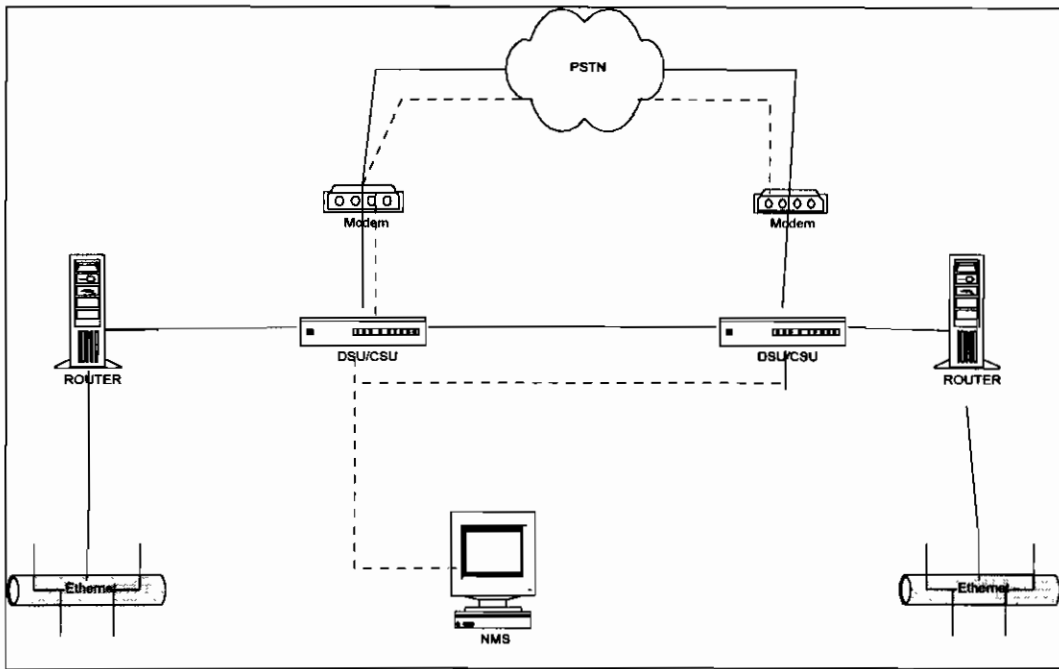


Fig 2.3 Enlace digital punto-punto con modo de restauración a través de una línea analógica

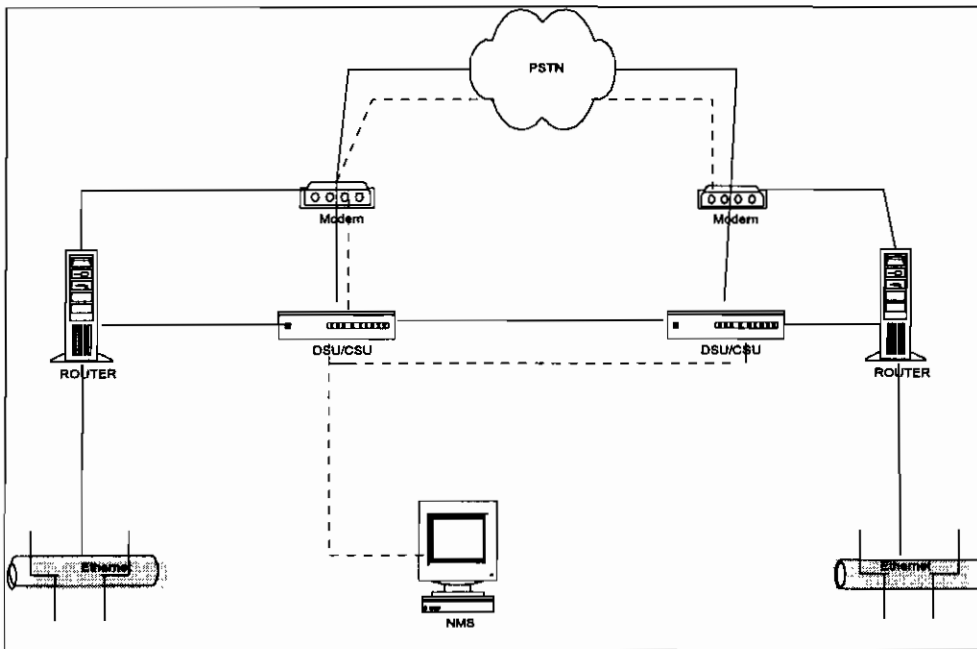


Fig 2.4 Bandwidth on Demand

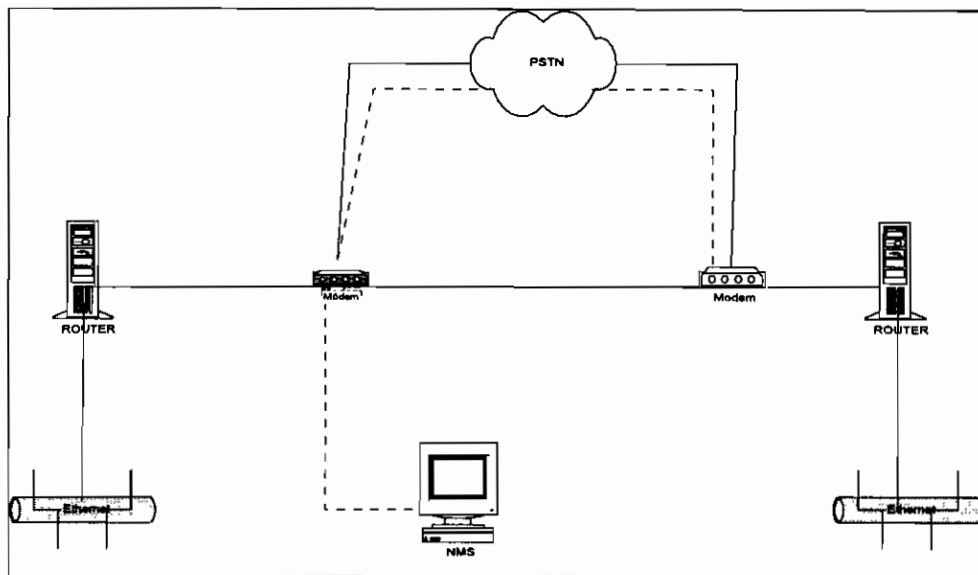


Fig 2.5 Aplicación punto – punto mediante línea privada con opción de discado para la restauración del enlace

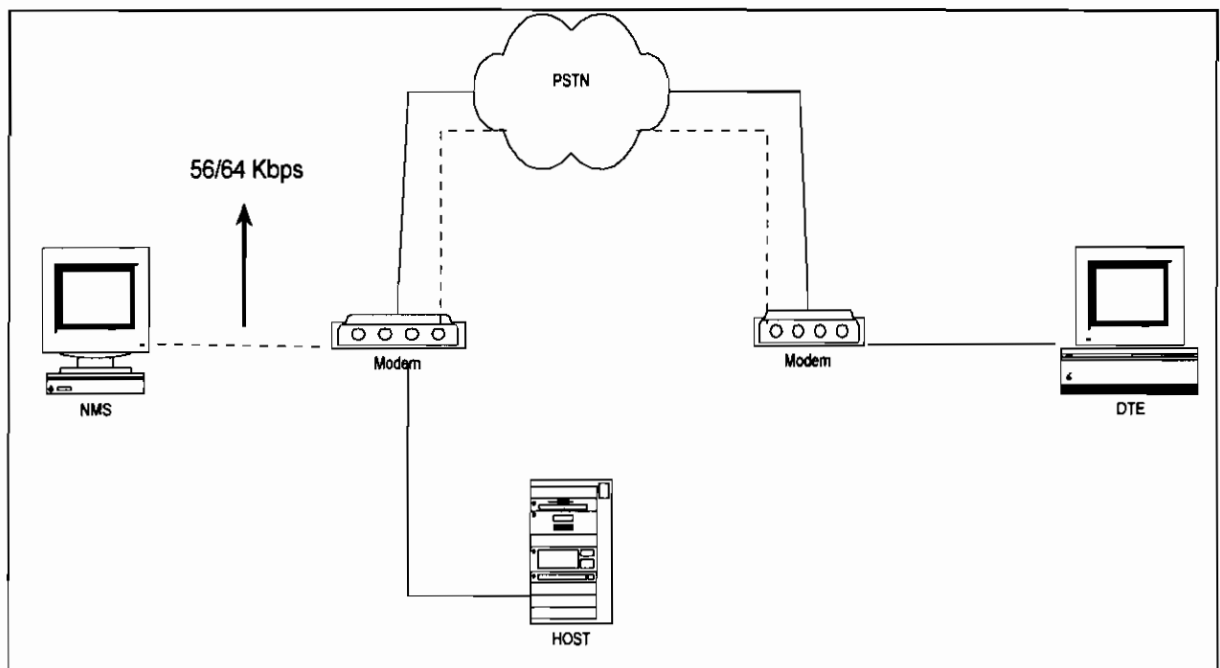


Fig 2.6 Aplicación punto – punto utilizando una línea conmutada

Explicación

Figura 2.3

En el caso presentado es muy importante considerar quien va a suministrar el reloj al sistema. Para la red dada, el DSU/CSU es el indicado para suministrar este reloj, es decir el modem debe estar configurado con reloj externo, mientras que el DSU/CSU debe estar configurado en reloj interno, de tal manera que cuando se da esto, el modem recibe el reloj del DSU/CSU y transmite datos provenientes del ruteador que también está gobernado por este reloj.

Además el DTE, que viene a ser el ruteador, debe estar configurado para una velocidad constante como la provista por la red (56/64 Kbps). Con estos datos, el modem puede ser configurado de la siguiente manera:

- 1.- Operación con *dial* o con línea dedicada
- 2.- Modulación V.34
- 3.- *Max Rate* = 28.8 Kbps
- 4.- *Min Rate* = 9600 bps
- 5.- Modem local: *Originate* ; Modem Remoto: *Answer*
- 6.- Reloj: Externo
- 7.- Retransmisiones: High BER
- 8.- Restaurar Dial/Línea dedicada: Manual
- 9.- Corrección de errores: V.42
- 10.-Compresión habilitada
- 11.- No comandos AT
- 12.- Velocidad DTE-DCE= 56/64 Kbps
- 13.- Flujo= XON/XOFF
- 14.- DTR: High
 - RTS: Normal
 - CTS: Normal

Retardo CTS/RTS: 0ms

DCD: Normal

DSR: Normal

Figura 2.4

Frecuentemente se requiere una demanda de ancho de banda para soportar las cargas pico que ocurren esporádicamente (a esto se denomina el “*bandwidth on demand*”), debido a transferencias de archivos grandes o períodos picos de acceso a la red. La figura 2.4 ilustra un enlace punto-punto mediante un DSU/CSU conectando dos ruteadores sobre una red digital. En adición a los DSU/CSUs, los modems son conectados directamente a los ruteadores. Cuando ocurren los períodos pico, el ruteador puede ser configurado para decir al modem que establezca una conexión vía *dial up* a través de una PSTN. Conforme disminuye esta demanda, la comunicación *dial* se corta y la transmisión de datos continúa a través del enlace digital, minimizando de esta manera costos de operación mientras se mantiene la red bajo períodos de utilización pico.

En este caso el modem debe configurarse como reloj interno para que en el momento de realizar la conexión por *dial backup* provea el reloj al ruteador y éste transmita los datos. Además la configuración de llamada debe ser automática, es decir que el modem debe estar habilitado en V.25 bis ACU y el DTR configurado en 108.1

Figura 2.5

Asimismo para este enlace el modem provee el reloj a la red (reloj interno) de tal manera que transmitan siempre los dos ruteadores. Además debe estar habilitada la opción de que si la línea dedicada falla entonces se realice el dial automático (DTR=108.2)

Figura 2.6

Esta es una aplicación típica de línea conmutada, en la que un terminal remoto realiza la llamada a un *host* de tal manera que el usuario pueda realizar transferencia de archivos. Alternadamente, el DTE y el *host* pueden ser equipos tales como PADs, ruteadores, puentes, etc. En este tipo de conexión los modems son usados para conectividad *dial-up* remota.

Esto es muy usado por usuarios que desean cargar o descargar datos sobre una PSTN cuando sea necesario.

2.2 DSU/CSU

Un DSU/CSU (*Data Service Unit/Channel Service Unit*) es un equipo de interconectividad que permite la unión de múltiples DTEs sobre el circuito digital, permitiendo un ahorro substancial en líneas dedicadas y modems, ya que a la vez sus canales digitales pueden ser multiplexados. El CSU se conecta en los terminales del canal de cada línea T1 o DDS. El CSU puede ser un equipo separado o puede combinarse con un DSU como un equipo de función dual. La portadora requiere una unidad CSU/DSU en cualquier circunstancia donde se trabaje con servicios de alta velocidad tales como los T1/E1, T1 fraccional o una línea DDS² de 56K/64K.

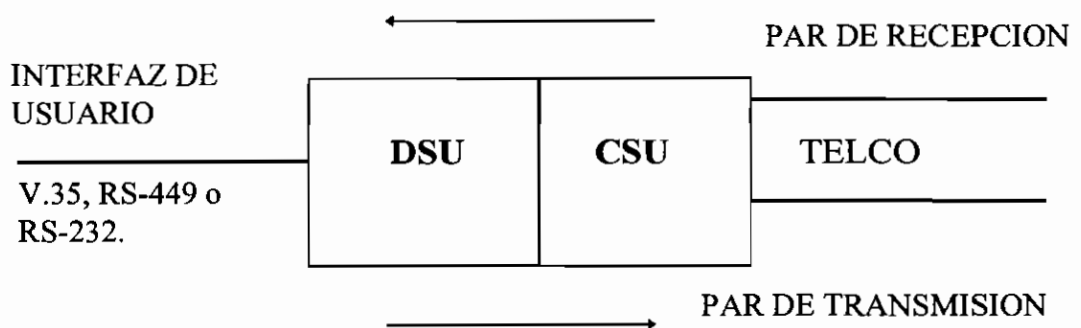


Fig 2.7 Esquema de un equipo DSU/CSU

² DDS = *Digital Data Service*

Ya que el CSU/DSU puede manejar altas velocidades tales como un T1/E1, entonces para que pueda actuar como un multiplexor, el CSU/DSU debe tener más de un puerto de usuario (*user port*), pudiendo multiplexar los *slots* de tiempo DS-0 entre los puertos en múltiplos de 64K o 56K. Se puede disponer para aplicaciones de voz, DSX, DS1 o un circuito T1/E1:

DSX:

- Provee un circuito en formato a dos pares (transmisión y recepción) para la conexión a un sistema PBX.
- Debe haber una distancia de 655 pies máximo del DSU/CSU.

DS1:

- Provee un circuito a dos pares para la conexión a un sistema PBX.
- Permite mayor distancia desde el DSU/CSU al PBX (mayor a 6000 pies).

El CSU tiene 3 funciones principales:

- 1.- Protección de la línea T1 y el equipo de picos de corriente y otros tipos de interferencia eléctrica así como el mantenimiento íntegro de la señal de datos.
- 2.- Almacenamiento de las estadísticas.
- 3.- Capacidades para iniciar *Loopbacks* en el par transmisión-recepción.

La función del DSU es la de suministrar reloj a cada puerto de usuario. El DSU toma las señales de datos entrantes (RS-449, RS-232 o V.35) y las convierte en la forma adecuada para transmitir sobre la línea o canal Telco provisto.

Esta conversión manipula la señal de entrada dentro del código de línea especificado y formato de la trama.

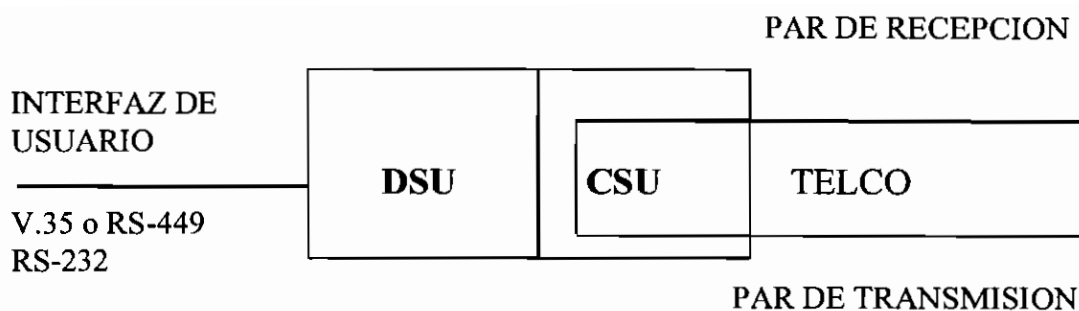


Fig 2.8 CSU iniciando un Loopback

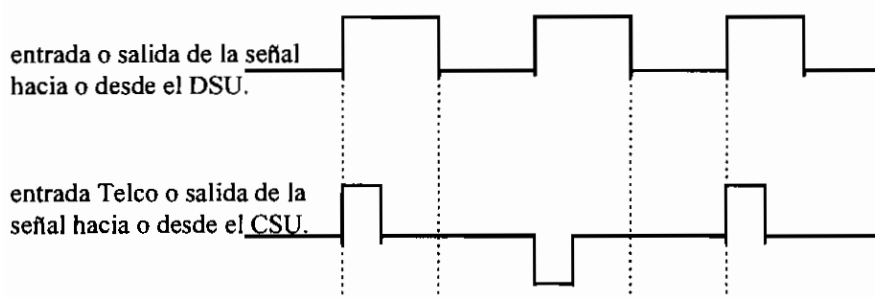


Fig 2.9 Formato de las señales del DSU y CSU

El DSU/CSU ha sido diseñado para conectarse a una red digital tanto en transmisión sincrónica que puede soportar velocidades hasta los 64 Kbps, y en transmisión asincrónica hasta los 19.2 Kbps. Los DSU/CSU's pueden disponer de un expansor de ancho de banda para compresión de datos como en los modems; y trabaja en transmisiones punto-punto con tramas sincrónicas tales como HDLC/SDLC sobre un circuito dedicado de hasta 256 Kbps. Asimismo como en los modems estos equipos de interconectividad permiten realizar *test* de diagnóstico tanto en las unidades locales como en las remotas.

2.2.1 Circuitos DDS

Un DDS es un circuito de línea dedicada a 4 hilos capaz de transmitir y recibir datos a velocidades sobre los 56 Kbps y 64 Kbps CC (*Clear Channel*) o canal exclusivo. Este método de acceso también permite una portadora T1. Existen 3 tipos de DDS:

Línea dedicada: Línea de comunicaciones provista exclusivamente para una única organización. Este enlace se establece punto a punto.

Switched 56: Una línea de comunicaciones a 56 Kbps que es establecida en las redes públicas de datos (PSTN).

Sistema DDS Multipunto: Un sistema multipunto es aquella relación de maestro/esclavo entre los DSU/CSU's. Uno de ellos es configurado como maestro, el cual será el encargado de direccionar los paquetes hacia el DSU/CSU esclavo, uno a la vez (Ver figura 2.22).

Los DSU/CSU pueden operar con servicios DDS tipo I y DDS tipo II con canal secundario (DDS I y DDS-II SC) en velocidades de hasta 56 Kbps en "switched 56" (SW 56) y 64 Kbps (64 K CC) en *clear channel* o redes dedicada exclusivamente al usuario.

DDS-I : DDS-I (incluyendo un T1 fraccional con DDS o acceso digital genérico) soporta configuraciones punto-punto y multipunto para todos los rangos de operación.

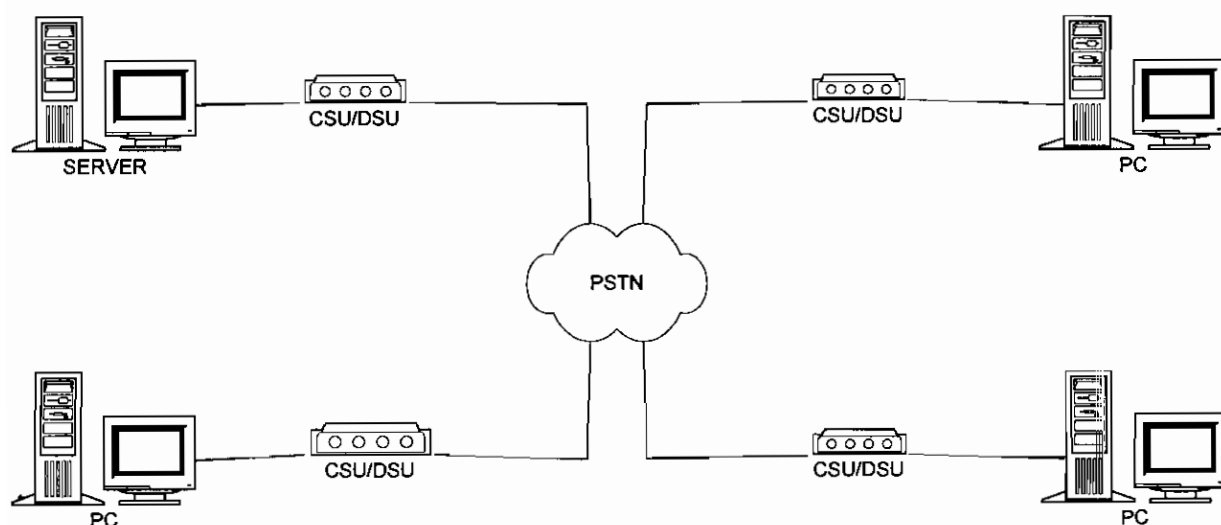


Fig 2.10 Red Switched 56

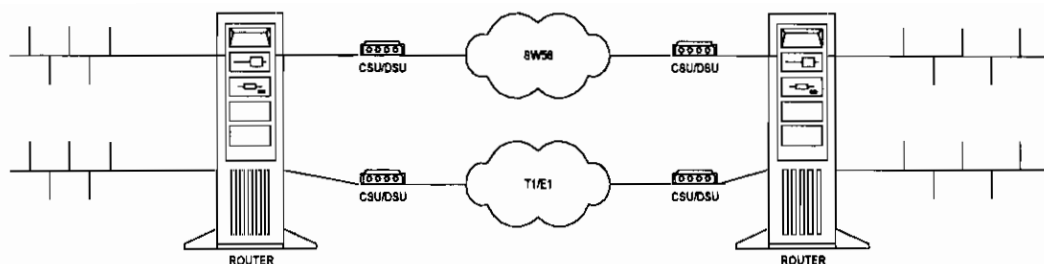


Fig 2.11 Red Conmutada SW 56 con Backup a través de una red T1/E1

DDS-II SC: El circuito de acceso local provee ancho de banda en un canal secundario, en adición a la velocidad seleccionada para manejo y control de la red. Soporta operación en configuraciones multipunto a 2.4, 4.8, 9.6 y 19.2 Kbps y en operación punto-punto a 56 Kbps.

64 Kbps CC: El servicio 64 K CC, el DSU/CSU puede pasar datos en circuitos punto a punto para una velocidad de línea o puerto de 64 Kbps. Con circuitos dedicados el DSU/CSU puede proporcionar un mayor ancho de banda, que incluye manejo de red en configuraciones punto-punto y con compresión de datos el DSU/CSU puede llegar a alcanzar velocidades de 256 Kbps.

Con compresión de datos el DSU/CSU:

- Permite transmisión punto-punto de protocolos sincrónicos tales como HDLC/SDLC.
- Provee transferencia de archivos y tiempos de respuesta mucho más rápidos.
- Usa compresión de datos mediante el algoritmo CCITT-V.42 bis con detección y corrección de errores.
- Provee una automática “anti-expansión”, es decir no incrementa el ancho de banda que se produce por la compresión de los datos, para mantener un alto *throughput* de los datos que no pueden ser comprimidos.
- Provee un camino de migración en aplicaciones de gran ancho de banda.

- Soporta aplicaciones de redes LAN-LAN, obviando la necesidad de redes paralelas.
- Ofrece compresión de datos en circuitos conmutados analógicos o digitales en modo de restauración del enlace externo.
- Permiten abaratar los costos de red dando óptima confiabilidad para ambientes de red HDLC/SDLC tales como SNA, multiplexores estadísticos y ruteadores.

Cabe mencionar que en nuestro país todavía no se tiene los servicios DDS en lo que respecta a redes públicas SW56.

2.2.2 Características Principales

Los puertos DTE de estos equipos pueden ser uno o varios, los cuales se los puede configurar como canales TDM, en el que uno o más puertos comparten el ancho de banda del canal TDM. Además puede operar como canal *sharing* al mismo tiempo o separadamente, soportando velocidades desde 1.2 a 56 Kbps (dependiendo de la línea y modo de operación). Cada puerto multiplexado puede ser un *buffer* de datos de entrada para acomodar los diferentes relojes (interno y externo) y puede usar interfaces RS-232 o V.35.

El DSU/CSU soporta una variedad de capacidades, puede operar como multiplexor multipunto con modo DDS-I en velocidades de 9.6, 19.2 y 56 Kbps. Como multiplexor multipunto puede proveer lo siguiente:

- Operación multicanal de aplicaciones múltiples en un circuito multipunto.
- Un canal para manejo de red sobre circuitos multipunto tipo DDS-I, en el que sobre un canal de 56 Kbps el DSU/CSU puede operar a 55.2 Kbps o hasta 48 Kbps para DTEs que requieren un velocidad de reloj estándar. Permite la consolidación de múltiples líneas dedicadas en sitios sobre un circuito multipunto dando de esta manera ahorro. Por ejemplo, 5 circuitos punto-punto de 9.6 Kbps cada uno terminando en localidades remotas, pueden consolidarse en un circuito multipunto de 56 Kbps.

En el DSU/CSU se puede realizar la restauración del enlace tanto interna (integral) como externa cuando la línea primaria falla, de manera manual o automática.

La restauración integral puede usarse en una línea analógica o digital. Con esta característica, después de que la transmisión retorna a la línea primaria, el DSU puede dejar en *stand-by* la conexión, y si es necesario retornar la transmisión a la línea, eliminando de esta manera la necesidad de rellamada y reestablecimiento de la conexión.

Se puede realizar la restauración del enlace sobre una red digital telefónica conmutada (PSTN) o restauración analógica (mediante un modem externo) o mediante restauración digital sobre un circuito DDS o SW 56 para restaurar automáticamente la transmisión de datos a velocidades de hasta 56 Kbps en países que provean un servicio de 56 Kbps sobre una red conmutada pública.

La restauración externa se puede realizar a través de un modem que se encontrará conectado a un puerto del DSU/CSU para que la información se re-enrute por este nuevo puerto.

Los canales del DSU permiten conversión de asincrónico a sincrónico operando con longitudes de caracter y paridad de 6,7,8 o 9 bits.

Las pruebas de diagnóstico en los DSUs permiten evaluar lo siguiente:

- Alimentación
- BER
- Terminal *Loopback*
- Digital *Loopback*
- *Loopback* remoto
- Chequeo del DSU
- *Loopback* local

- Test de inicio del DSU mediante *Loopback*
- Test de inicio del CSU mediante *Loopback*

2.2.3 Conexión Básica del DSU/CSU

Los DSU/CSUs pueden transmitir datos sobre una línea de restauración utilizando una línea simple con las características de un modem V.32/V.32 bis, o SW 56 a 56 Kbps.

El DSU/CSU debe cumplir con los siguientes requerimientos para su conexión:

- Línea primaria
- Línea de restauración del enlace (integral o externa)
- DTE
- Sistema de manejo de la red (opcional)

La figura 2.12 muestra este tipo de conexión:

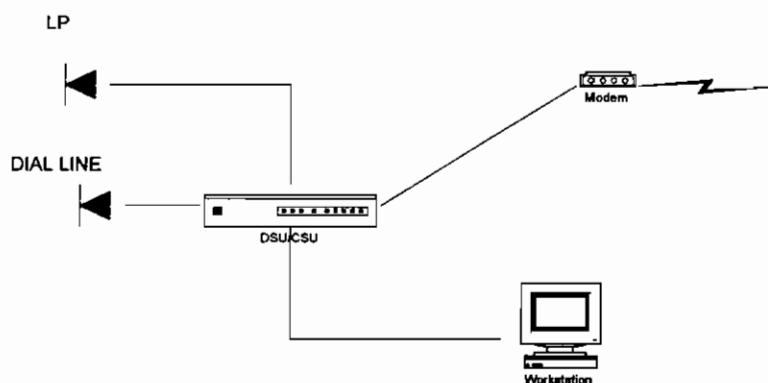


Fig 2.12 Conexión Básica del DSU/CSU

En condiciones de restauración el DSU/CSU puede operar sobre una línea alternativa cuando la primaria falla y se restaura ésta con las siguientes opciones:

Restauración integral en una línea sencilla (analógica), en el cual el DSU/CSU establece una conexión *dial* a través de la red telefónica conmutada. Es decir el DSU/CSU hace

las veces de modem, teniendo por tanto una restauración interna del enlace de datos a menor velocidad. Ver figura 2.13.

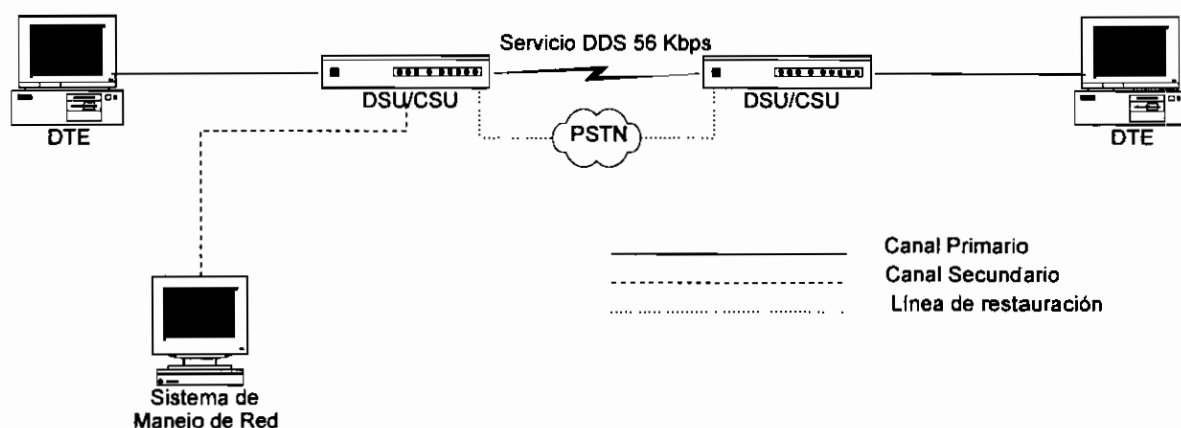


Fig 2.13 Restauración del DSU/CSU a través de una PSTN

- Restauración integral SW-56, en el que el DSU/CSU establece una conexión dial a través del respectivo puerto con SW-56 a través de un proveedor SW56. Para realizar esto el DSU/CSU utiliza los servicios DDS para poder conseguir los 56 Kbps requeridos. Ver figura 2.14

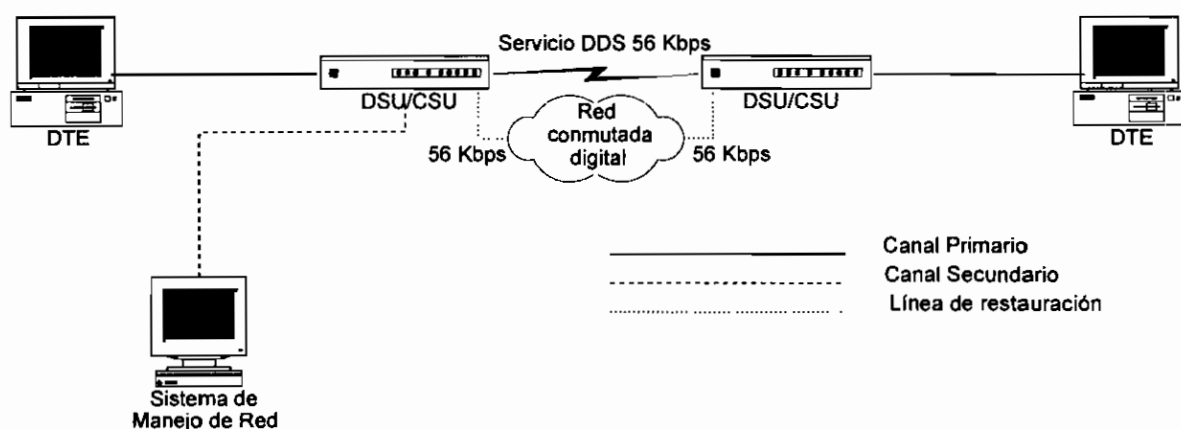


Fig 2.14 Restauración a través de una red conmutada digital SW56

- Restauración externa mediante la cual con un equipo externo (modem) los datos se enrutan por otro puerto del DSU/CSU como se muestra en la figura 2.15.

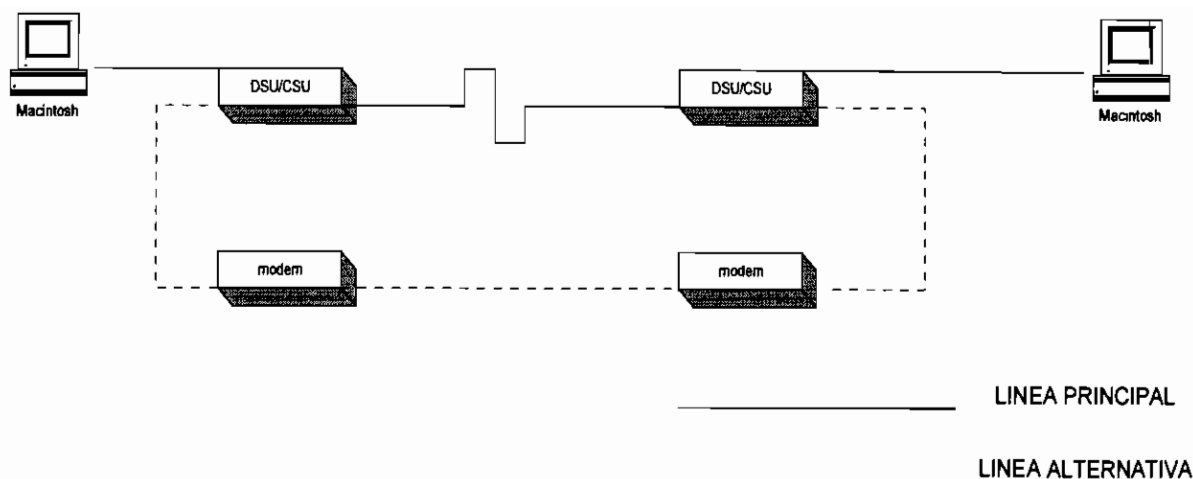


Fig 2.15 Restauración externa del enlace de datos

En la figura 2.16 las diferentes conexiones de DTEs en los puertos del DSU/CSU se pueden hacer utilizando cables de tipo DB-25 o para interfaz V.35 (cable de 34 pines denominado Winchester); además se los puede conectar en cascada para conexión a un sistema de manejo de la red.

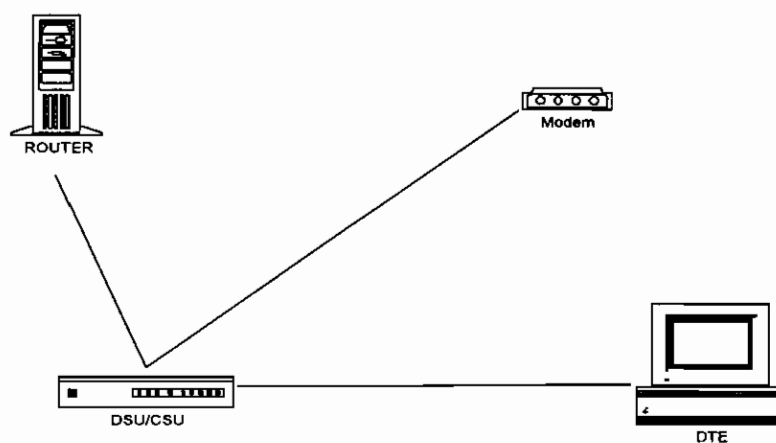


Fig 2.16 Conexión del DSU/CSU a DTE's

2.2.4 Configuración del DSU/CSU

Un DSU/CSU puede ser configurado tomando en cuenta los siguientes aspectos:

1.- Características del DSU

2.- Puertos

3.- Control de la red

El DSU en sí mismo puede ser configurado de la siguiente manera:

- a) Se especifican los parámetros de configuración del interfaz primario. Es decir en operación DDS-1; DDS2 o 64k CC.
- b) Velocidad, dependiendo del modo de operación utilizado (desde 2.4; 56K o 64K). Al utilizar la opción 64K CC el DSU/CSU sólo opera a esa velocidad por cuanto es un canal exclusivo que no comparte con ningún otro puerto el ancho de banda.
- c) En configuraciones multipunto se puede asignar lo siguiente:
 - Un puerto DTE a un canal TDM
 - Múltiples puertos DTE a un canal TDM (cuando múltiples puertos DTE forman parte de un canal TDM, se conoce como canal “*sharing*”). Figura 2.17
- d) Reloj, que puede ser el de la red, interno o externo. Cuando está configurado el reloj para la red, éste es derivado del que recibe de la señal de datos. También es conocido este reloj como *Loopback* o “*Receive clock*”; esta opción se usa cuando se tiene transmisión digital DDS.

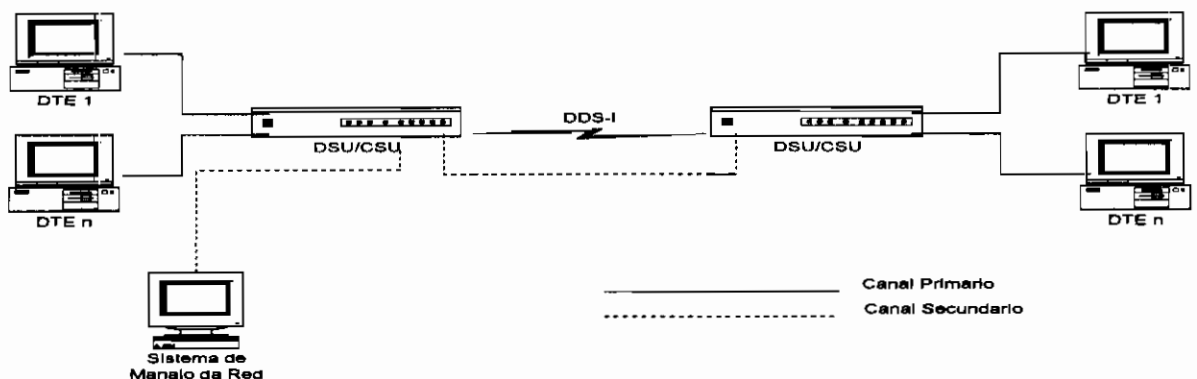


Fig 2.17 TDM punto a punto con DDS-I

En reloj interno, el DSU/CSU utiliza un oscilador para suministrar el reloj y en reloj externo se configura para utilizar el reloj proveniente del DTE, el cual no es muy recomendable cuando se utiliza transmisión digital DDS.

Como se había mencionado anteriormente, *Frame Relay* es un método de transporte de datos a alta velocidad que es usado para conectar económicamente usuarios dispersos en diferentes localidades. El DSU/CSU es transparente a la red *Frame Relay*, no altera las direcciones de información contenidas en los paquetes de las tramas, convierte las señales provenientes del DTE en formato TELCO para su transmisión a través de la línea. En el otro terminal el DSU/CSU recibe esta señal y la regresa a su estado anterior, la cual pasa al FRAD (*Frame Relay Access Device*) para finalmente éste entregar la información al PC de la LAN. La figura 2.18 presenta este tipo de transmisión.

2.2.4 Configuración del Puerto

El o los puertos del DTE deben ser configurados dependiendo del tipo de necesidad en la transmisión de datos; se debe tener en cuenta lo siguiente:

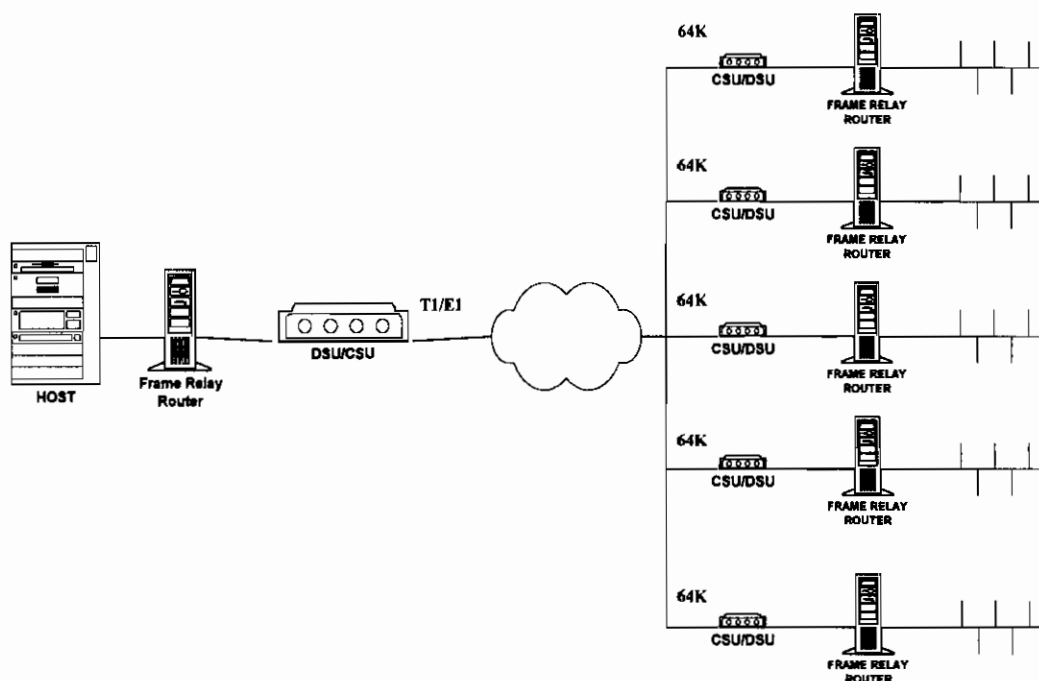


Fig 2.18 Conexión DSU/CSU a través de una red *Frame Relay*

- Se especifica la señal de control DSR, CTS para determinar el *status* del sistema solamente en uno de los dos equipos (local o remoto), pero nunca en los dos a la vez porque causa que la transmisión se detenga. Cuando se está “corriendo” un *test loopback* esta señal debe estar deshabilitada y debe ser controlada por el respectivo puerto.

- Se configura el DTE especificando el tipo de servicio a utilizar, sea éste cualquiera de los tipos de circuitos DDS o a través de un canal exclusivo punto a punto de 64 Kbps.

El nivel de control y manejo de la red está determinado por:

- Servicios de tipo digital, que puede ser DDS-I, DDS-II SC o 64 K CC.
- Modo de manejo de la red
- Configuración del circuito (punto-punto o multipunto, simple o múltiple)

El modo de manejo de la red puede ser determinado mediante un canal secundario derivado o mediante un canal normal.

Para el tipo de servicio DDS-I hay tres modos primarios de manejo y control de la red, a saber:

- Normal o *Main Channel*
- Canal secundario derivado (*Bitsteal*)
- Canal secundario derivado (Multiplexado)

En modo normal el manejo y control de la red es transmitido sobre la misma línea principal, en cambio en el modo canal secundario derivado, el control de la red es transmitido mediante el método denominado “bitstealing” o mediante multiplexación sobre una pequeña parte del ancho de banda total, permitiendo que los datos no sean interrumpidos durante el control de la red, siendo por tanto menor la velocidad real de los datos. Estas características se muestran en las figuras 2.19, 2.20 y 2.21.

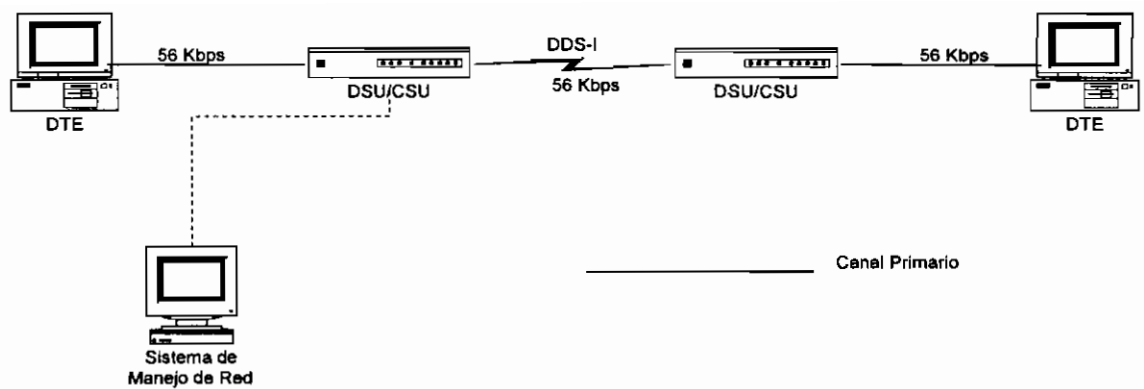


Fig 2.19 DDS-I con modo normal

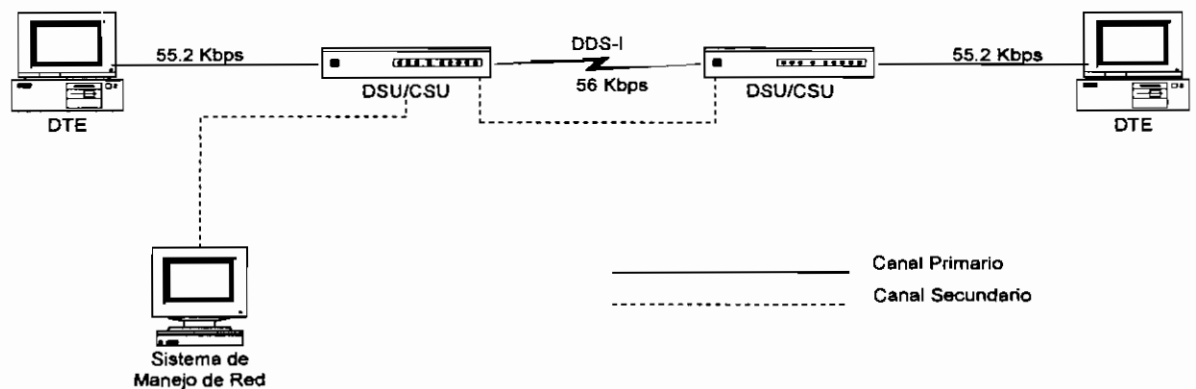


Fig 2.20 DDS-I con modo *Bitsteal*

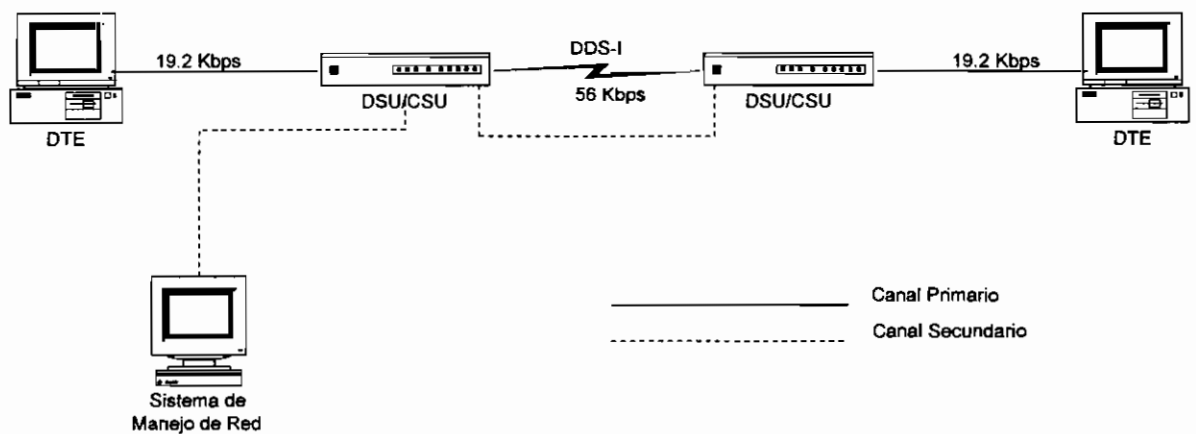


Fig 2.21 DDS-I con modo de multiplexado

DDS-II funciona de manera similar que DDS-I, con la diferencia de que en el canal derivado, el ancho de banda que resta este, ahora se añade un adicional, de tal manera que la velocidad total del circuito no se ve afectado cuando se realiza monitoreo en la

red. En ciertos DSU/CSUs esta multiplexación divide en dos canales TDM al canal DTE y al canal de control de red, lo cual permite mantener la velocidad especificada.

En las características de multiplexación el DSU/CSU se lo puede configurar como el equipo principal de multiplexado en configuraciones multipunto (*Master Device Multipoint Multiplexing*) o mediante *bitstealing* (*Master Device Multipoint Multiplexing Bitstealing*) o como esclavo o “Slave” (*Multipoint Slave Device Multiplexing*) o *Bitstealing*.

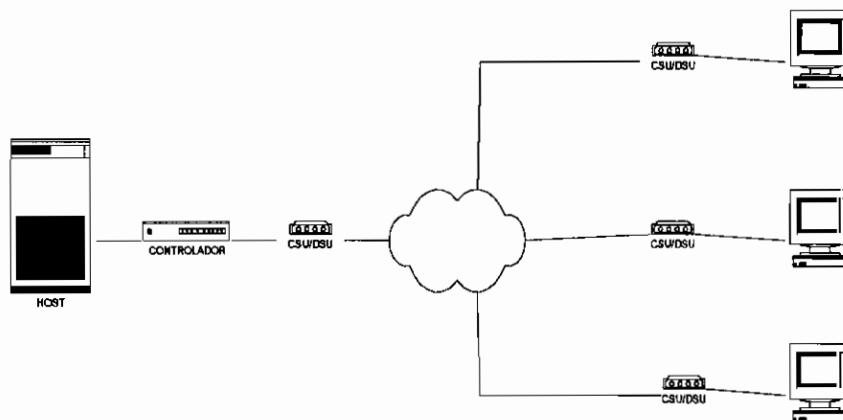


Fig 2.22 Red Multipunto Master/Slave

Además en el puerto debe configurarse el tipo de reloj:

- Sincrónico interno
- Sincrónico externo
- Asincrónico (se especifica los bits de datos más el bit de paridad).

Señales de control:

- RTS: (Normal, High)

En normal el DTE controla la secuencia de *handshaking* RTS/CTS. Cuando el DTE levanta la señal RTS, la unidad local levanta el CTS y se transmiten datos desde el

puerto DTE hacia la línea DDS. Cuando el DTE no levanta la señal RTS entonces la unidad local no levanta el CTS y envía como respuesta canal libre a la línea.

En cambio cuando la señal está permanentemente levantada siempre se va a tener transmisión de datos. Si el DTE no posee esta señal el DSU/CSU puede usar esta opción para transmitir.

- DCD: (Normal o High)

En normal se levanta esta señal solamente cuando el equipo detecta datos del otro lado. No levanta esta señal cuando la línea está libre o se cae la línea o en general se tienen reporte de alarmas del equipo. En *High* esta señal está continuamente levantada detecte o no datos incluso si la línea está caída.

- DTR: El DSU/CSU monitorea esta señal del DTE que generalmente se lo setea en normal cuando se tiene habilitada la opción del circuito 140 para el control de esta señal. El circuito 140 se lo usa cuando se va a iniciar un *test de Loopback* remoto por parte del DSU/CSU y no debe habilitarse cuando el control de las señales está como normal.

- DSR: Este parámetro especifica cómo el DSU/CSU controla la salida al DTE en el puerto especificado, esta señal debe controlar el DSU/CSU; asimismo esta señal puede estar continuamente levantada.

- CTS: El DSU/CSU controla esta señal de dos maneras:

- Normal: la señal CTS le informa al DTE que el equipo está listo para enviar datos. El retardo entre la recepción del RTS y la generación del CTS es controlado por el respectivo retardo RTS/CTS del puerto como se observa en el cuadro 2.3.

- RTS: En RTS la señal CTS está forzada a seguir al RTS.

El retardo entre estas dos señales se puede dar en la siguiente tabla:

Velocidad del puerto (bps)	Mínimo retardo RTS/CTS (ms)
Bajo 7200	0
7200	150
9600	150
12000	150
14400-56000	75

Cuadro 2.3 Retardo de las señales RTS/CTS

Además el puerto debe tener un interfaz para el medio de transmisión que puede ser:

- EIA232
- V.35
- RS232

Se recomienda un interfaz V.35 para velocidades sobre los 19.2 Kbps.

2.3 MULTIPLEXORES

Los multiplexores, comúnmente conocidos como MUX, son elementos de interconectividad en redes de tipo LAN y WAN. Concentran múltiples datos RS232 asincrónicos en velocidades de hasta 19200 bps en una corriente de datos sincrónica con interfaces RS232 o V.35, operando desde 2400 bps hasta 64 Kbps. En general todos los multiplexores tienen idénticas características de operación que incluyen puertos de terminales independientes tanto en velocidad como en el formato del carácter, industria estándar y mecanismos de control de flujo específicos, control remoto, diagnósticos y seguridad.

Los MUX han sido diseñados para operar en configuraciones punto-punto *full duplex* y usan el mismo acuse de recibo en el protocolo de control de errores en la corriente de

datos concentrada. Los miembros de esta familia difieren en el número de puertos asincrónicos (generalmente de 4 a 8), unidades (*standalone* o de tarjeta), conectores de los puertos asincrónicos y equipos de transmisión integral tales como un modem o DSU/CSU.

Todos los multiplexores pueden ser usados con combinadores para poder expandir el número de puertos y equipos DTE que serán conectados a la red.

Un MUX puede ser conectado directamente a un equipo de comunicación de datos (típicamente un modem o un DSU/CSU) o a un MUX combinador para implementar un multiplexor con el número requerido de puertos de terminal.

2.3.1 Configuración del MUX

Así como en el resto de equipos de interconectividad en el MUX se configuran los siguientes parámetros:

1.- Para cada uno de los puertos:

Velocidad del puerto

Longitud del caracter

Paridad

Bits de parada

Control de flujo

Señales de control: CTS, DCD, DTR

2.- Dirección del Mux. En este parámetro es necesario especificar una dirección del mux cuando se trabaja con 2 o más multiplexores para incrementar el número de terminales DTE que serán conectados.

3.- En el puerto de modem se debe especificar:

- Si se trabaja con modem o DSU/CSU
- Si se trabaja con mux combinador.

En las figuras 2.23, 2.24 y 2.25 se explica de mejor manera la forma de configurar el mux al conectar los terminales DTE.

En el caso de la figura 2.23 no existe dirección de mux debido a que sólo se utiliza un solo multiplexor para realizar la conexión pero si se utiliza más de un mux combinador se debe especificar la dirección de cada uno de los mux conectados al combinador para que este dato sea enviado a través del modem y se envíe a la misma dirección remota como en el caso de la figura 2.25.



Fig 2.23 Conexión de dos multiplexores. Configuración sencilla

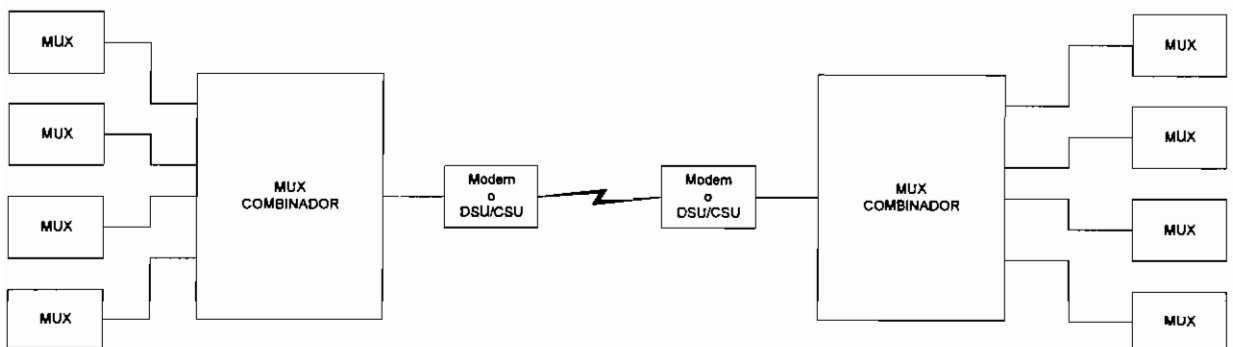


Fig 2.24 Conexión de dos mux combinadores

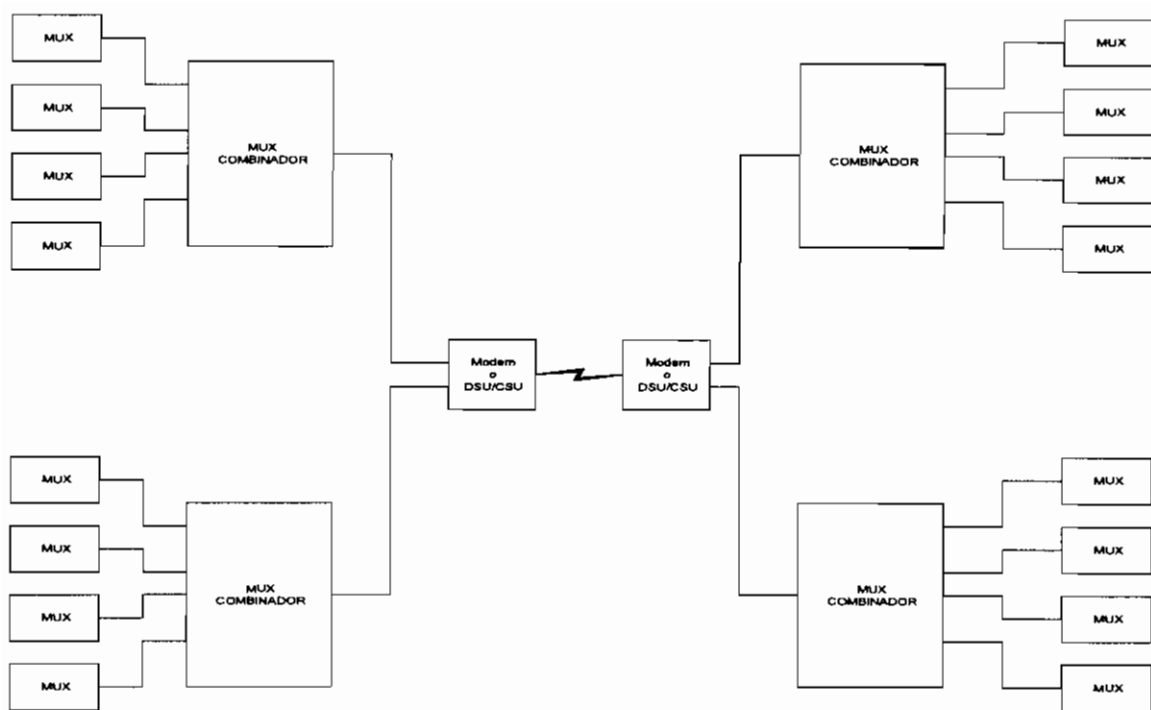


Fig 2.25 Combinación de multiplexores mediante mux combinador

La figura 2.26 ilustra la configuración típica de un sistema multiplexor. La unidad local tiene muchos tipos de DTEs conectados a él. La unidad remota tiene el correspondiente sistema de DTEs.

Los equipos deben ser conectados con cable cruzado de MUX a modem o viceversa ya que son equipos DCE-DCE y desde el MUX hacia los DTEs cable tipo punto-punto sincrónico debido a que la conversión es de tipo sincrónica.

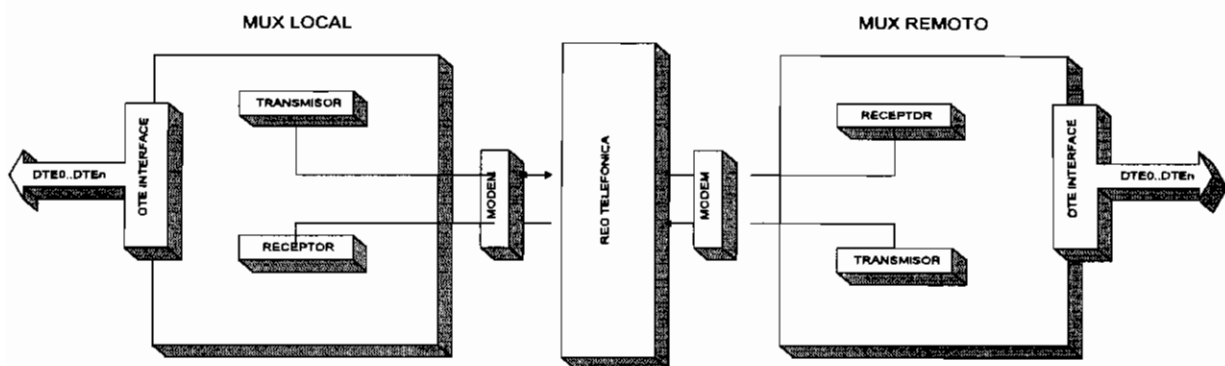


Fig 2.26 Configuración típica de un multiplexor

2.3.2 Test de Loopback

Este *test* verifica que el terminal local está transmitiendo y recibiendo correctamente, y que los datos desde el terminal pasen apropiadamente a través de los multiplexores, modems y la red al otro DTE en el lado del multiplexor. Es posible también realizar un *loop* por cada uno de los puertos del MUX como se ilustra en la figura 2.27.

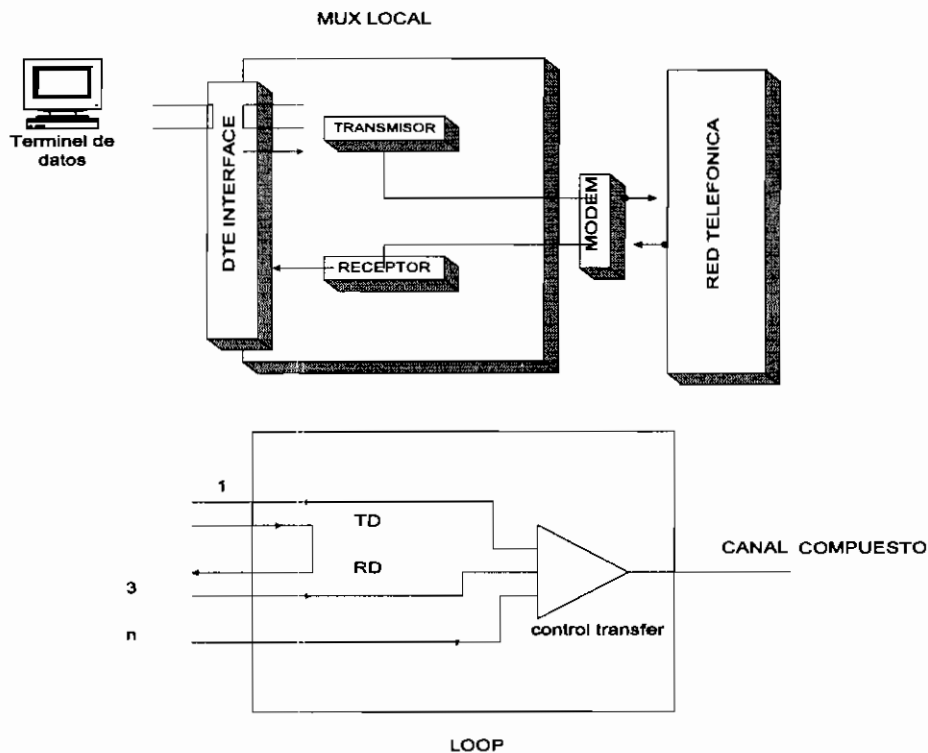


Fig 2.27 Prueba de *loop* en uno de los puertos del multiplexor

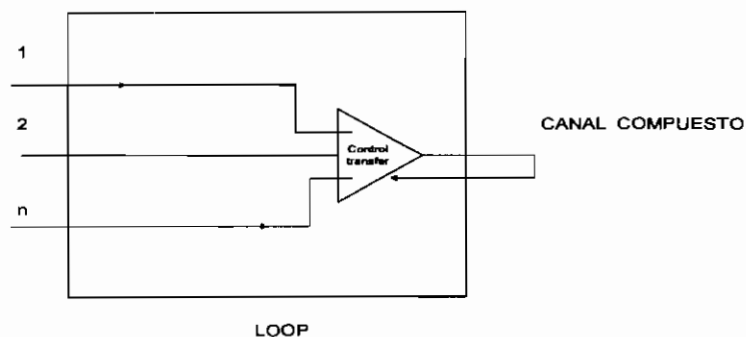


Fig 2.28 Prueba de *loop* en el canal compuesto

2.4 SHARINGS - PUENTES DIGITALES

2.4.1 SHARINGS

Un *Sharing* es un elemento de interconectividad diseñado para permitir una variada combinación de cierto número de modems o terminales de datos (DTEs) con el fin de compartir el ancho de banda de la red. Su uso puede simplificar y/o expandir un sistema de comunicaciones de datos, mediante la disminución del número de puertos, modems y líneas de transmisión requeridas a futuro en una red ya existente y de ancho de banda determinado. El uso de un *sharing* resulta en un significativo ahorro en *hardware*.

Un *sharing* puede operar a velocidades de hasta 19200 bps en ambos modos de transmisión (sincrónico y asincrónico). Para transmisión sincrónica, la señal de reloj puede ser provista o derivada del propio interfaz común o canal de entrada o de un reloj interno.

Los modems y equipos DTE pueden ser colocados hasta 50 pies (según las especificaciones del CCITT, recomendación V.24) de la unidad *sharing*. Esto permite una separación máxima de hasta 100 pies entre el equipo común y los equipos distribuidos. La máxima separación puede ser extendida hasta 500 pies usando cables RS-232 de baja capacitancia.

2.4.1.1 Configuraciones del *Sharing*

El *sharing* puede ser usado en una amplia variedad de configuraciones en el sistema de red. En aplicaciones típicas es usada para compartir un modem común con los equipos terminales, tal como se indica en la figura 2.29. El *sharing* puede también acomodar cualquier combinación de modems o DTEs cuando un terminal es el equipo común.

2.4.1.2 Características principales del *sharing*

1.- **Anti-streaming.**- Cada canal del *sharing* incorpora un *timer* para prevenir que un equipo distribuido ocupe el canal un excesivo tiempo.

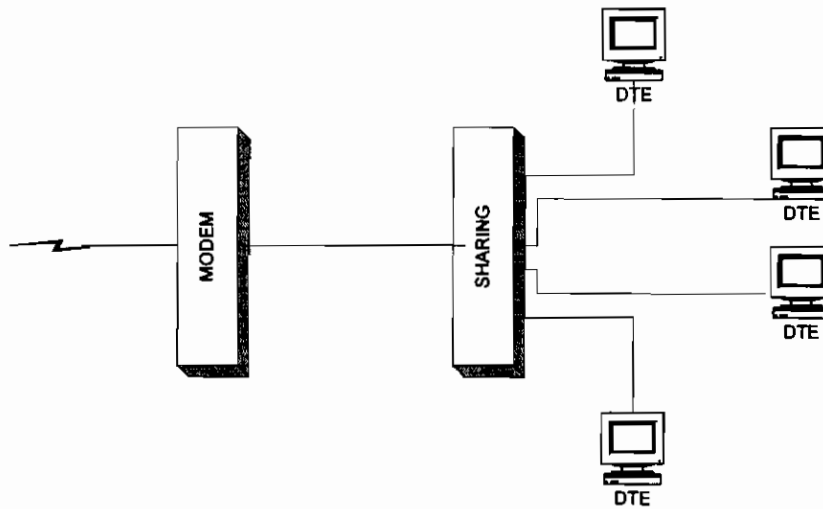


Fig 2.29 Sharing como modem compartido

Este *timer* puede ser deshabilitado o seleccionado por una duración de 30 segundos o 5 minutos. Cuando se encuentra habilitado, el *timer* es activado cuando un módem distribuido levanta la portadora (DCD) o cuando el terminal distribuido levanta el RTS. Si estas señales se ponen en bajo antes de que el tiempo transcurra, aquel canal se reinicializa. Sin embargo, si las dos señales (DCD y RTS) no se ponen en bajo antes de que el tiempo expire, el *timer anti-streaming* automáticamente deshabilita la comunicación en aquel canal.

El canal deshabilitado no puede establecer comunicación nuevamente hasta que tenga levantado las señales DCD y RTS. Esto permite a los otros canales acceder al equipo común que reparte la información.

2.- **Retardo RTS/CTS.**- Un tiempo de retardo entre las señales RTS/CTS se provee cuando el *sharing* interconecta un terminal de datos (DTE) a un equipo terminal de

datos distribuido. Cuando el DTE levanta la señal RTS, el *sharing* puede levantar el CTS inmediatamente o proveer un retardo de 5, 50, 150 o 200 ms.

3.- Reloj de transmisión común.- En operaciones sincrónicas, el *sharing* requiere de una señal de reloj común. Esta señal puede ser derivada de cualquier equipo sea el común o el distribuido.

Si no existe una señal externa de reloj, es posible disponer del reloj interno del *sharing*.

4.- Señales restringidas.- Ciertamente las señales EIA son internamente protegidas de interferencia. Estas señales incluyen CTS, TD (*Transmit Data*), RC (*Receiver Clock*). Los datos transmitidos de un canal distribuido son retardados hasta que el equipo común o modem levante el CTS, sin permitir que se transfiera datos hasta que el modem esté listo para recibir información.

De otra forma, la portadora previene de interferencias causadas por otros modems manteniendo una señal continua RC.

5.- Expansión del sistema.- El *sharing* provee un sistema de expansión teóricamente ilimitado usando configuraciones en cascada.

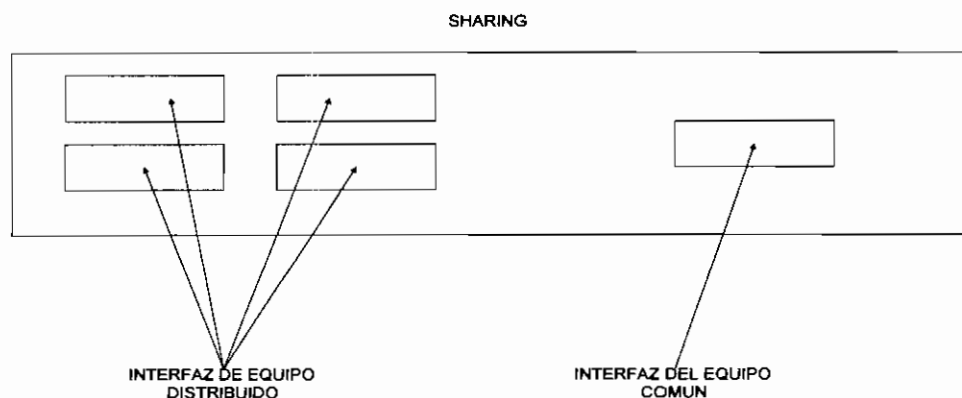


Fig 2.30 Esquema de un *sharing*

2.4.1.3 Descripción del interfaz EIA/CCITT

PIN #	NOMBRE	DIRECCION		CIRCUITO		DESCRIPCION
		HACIA DTE	HACIA DCE	EIA	CCITT	
1	FG			AA	101	<i>Frame Ground</i>
2	TD		*	BA	103	<i>transmitted data</i>
3	RD	*		BB	104	<i>Receive data</i>
4	RTS		*	CA	105	<i>Request to send</i>
5	CTS	*		CB	106	<i>clear to send</i>
6	DSR	*		CC	107	<i>data set ready</i>
7	SG			AB	102	<i>signal ground</i>
8	DCD	*		CF	109	<i>data carrier detect</i>
15	TC	*		DB	114	<i>transmit clock</i>
17	RC	*		DD	115	<i>receiver clock</i>
20	DTR		*	CD	108.2	<i>data terminal ready</i>
24	(TC)		*	DA	113	<i>external transmitter clock.</i>

Cuadro 2.4 Descripción de las señales del interfaz que utiliza el *sharing*

A continuación se presenta algunas configuraciones del *sharing*; en éstas cada sigla tiene el siguiente significado:

T - Terminal de datos

M - Modem o DSU

T/M - Terminal o Modem

A - Cable de interfaz estándar EIA/CCITT (punto-punto)

B - Cable cruzado.

El *buffer* de datos permite un interfaz directo entre el puerto común y la parte sincrónica de los datos que tienen iguales velocidades y solamente se tiene para la transmisión de datos desde el canal distribuido hasta el puerto común.

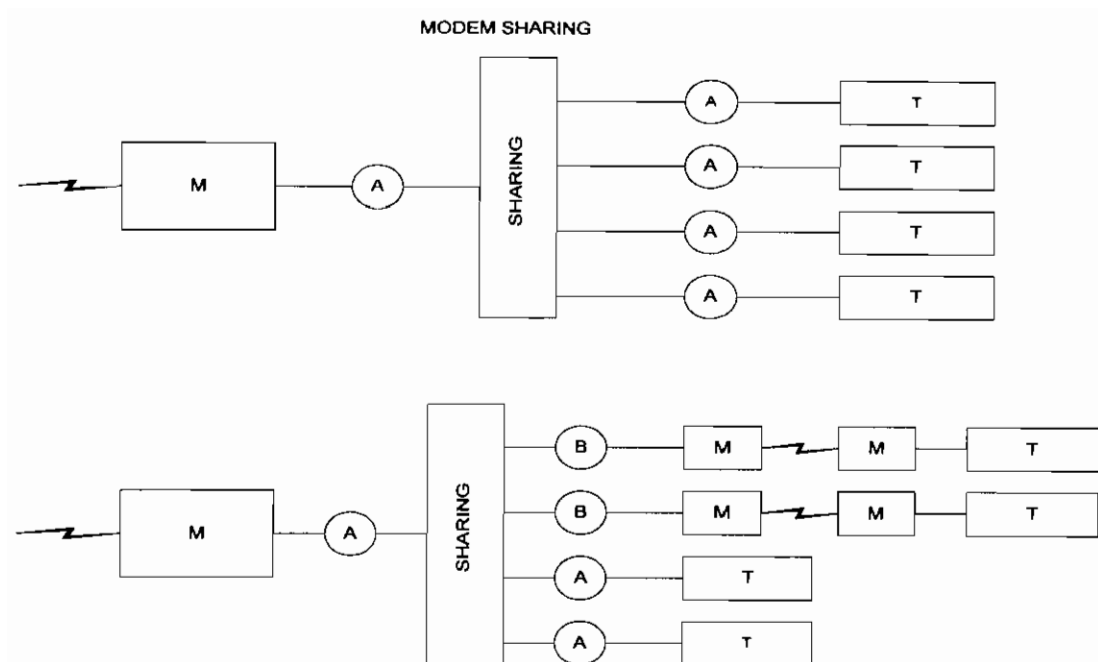


Fig 2.31 Configuración de un *sharing* en la utilización de modems o terminales

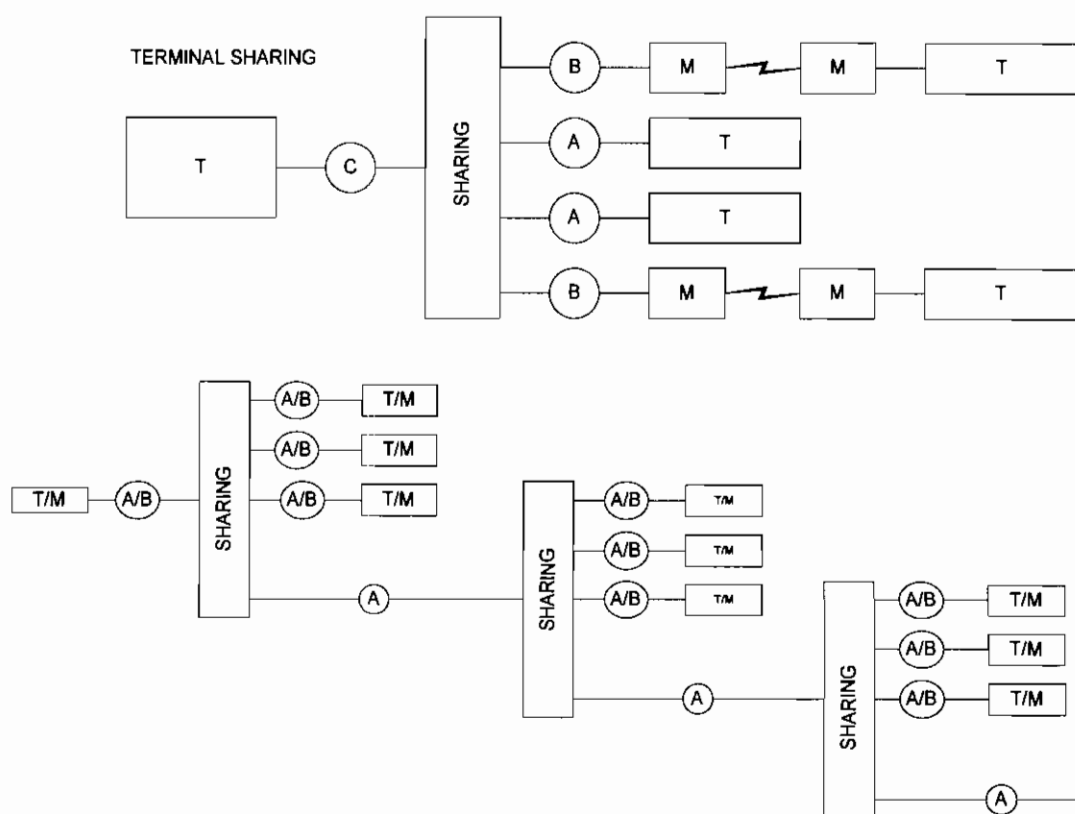


Fig 2.32 Configuración en cascada de *sharings*

2.4.2 PUENTES DIGITALES

Los puentes digitales tienen básicamente el mismo concepto de un *sharing*, con la diferencia de que cada subcanal es individualmente configurable sea como un Equipo Terminal de Datos (DTE) o como un DCE.

Los datos recibidos en el canal principal son transmitidos simultáneamente a los subcanales.

Las señales DSR y DCD son enviadas a todos los subcanales DTE, y DTR y RTS hacia todos los subcanales DCE.

2.4.2.1 Características de los Puentes Digitales

1.- Contención del subcanal: La contención de un subcanal del puente es una característica en la cual el subcanal hace uso del canal principal para enviar datos hacia un CPU, controlador u otro equipo terminal de datos. Si más de un subcanal intenta ganar acceso al canal principal al mismo tiempo, el puente digital selecciona uno de ellos y bloquea al resto de subcanales. La contención del subcanal reduce la pérdida de datos durante condiciones de falla en la red. Es posible seleccionar dos modos de contención, a saber: Contención de datos (*Data contention*) o contención por señal de control (*Control signal contention*).

En el modo de contención de datos, los equipos conectados a los subcanales acceden al canal principal mediante el envío de datos (empezando con bit de inicio). El subcanal seleccionado es desconectado del canal principal después que 16 bits marca consecutivos han sido detectados.

En el segundo modo de contención, los equipos conectados a los subcanales acceden a los datos mediante el control de la señal RTS si el equipo es DTE, o mediante el DCD si el equipo es un DCE. El puente digital retornará el CTS al equipo DTE seleccionado. El

subcanal seleccionado es desconectado del canal principal cuando el RTS o el DCD son puestos en “bajo” por el equipo conectado al subcanal.

2.- Buffer sincrónico de datos: En operaciones sincrónicas, el puente digital usa un *buffer* interno para enviar a su debido tiempo los datos contenidos del subcanal al reloj del canal principal. Para permitir un servicio ininterrumpido este *buffer* compensa las diferencias de fase entre el subcanal y el reloj del canal principal y puede absorber el *jitter* y las diferencias en frecuencia. Sin el *buffer* las diferencias en fase, frecuencia y la presencia de *Jitter* podría causar la pérdida de sincronismo entre el subcanal y el canal principal.

3.- Anti-Streaming: El *anti-streaming* protege la red de obstrucciones venidas de uno de los subcanales con falla. Si uno de los subcanales permanece activo más tiempo que el *timeout* del *anti-streaming* (normalmente 25 seg) automáticamente es desconectado del canal principal. Los puentes digitales así como los *sharings* son usados en redes multipunto hechas mediante un controlador que *polee* hacia varios terminales. El controlador inserta direcciones a los terminales y éstos deben ser habilitados para responder a sus propias direcciones.

El puente digital decidirá si dos o más terminales intentan transmitir simultáneamente. Es importante considerar que un puente digital puede transmitir en cualquiera de los dos modos de transmisión (asincrónico o sincrónico), para esto todos los equipos deberán estar configurados en el mismo formato de transmisión.

Todos los equipos deben operar a la misma velocidad de transmisión. Cuando el canal principal es conectado a un equipo DCE, los relojes de transmisión y recepción pueden ser diferentes, pero todos los equipos tendrán relojes comunes de transmisión y recepción.

De este modo el puente digital puede funcionar de las formas que se muestran a continuación:

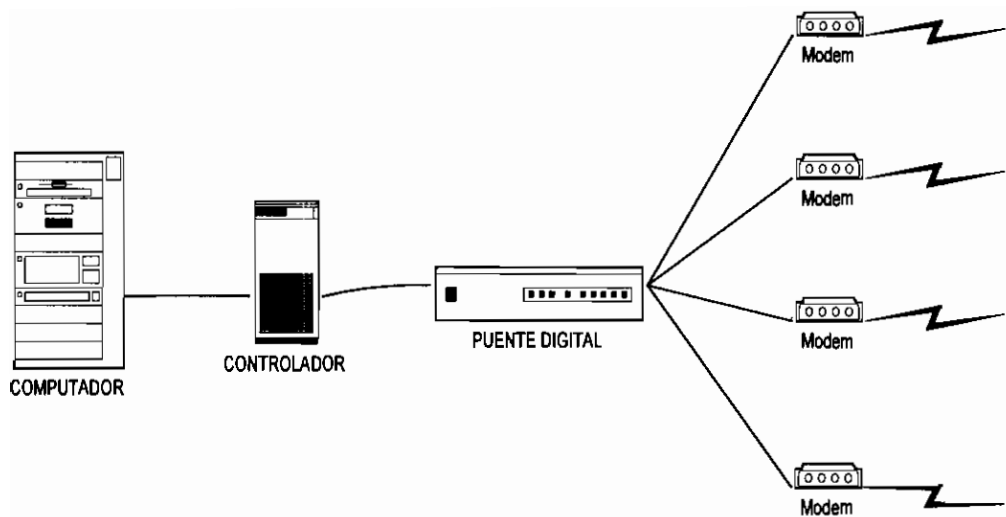


Fig 2.33 Puente digital en modo “Port Sharing”

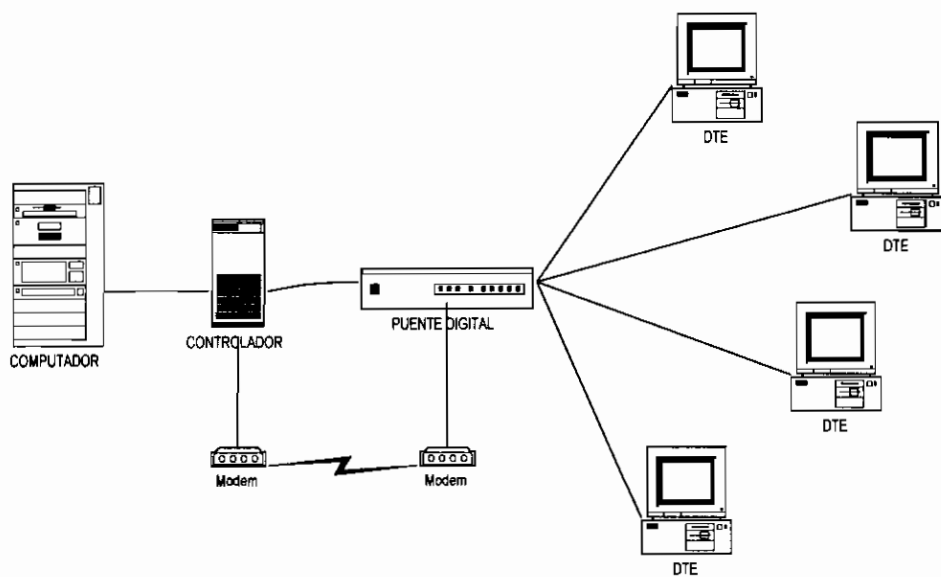


Fig 2.34 Puente digital en modo “Modem Sharing”

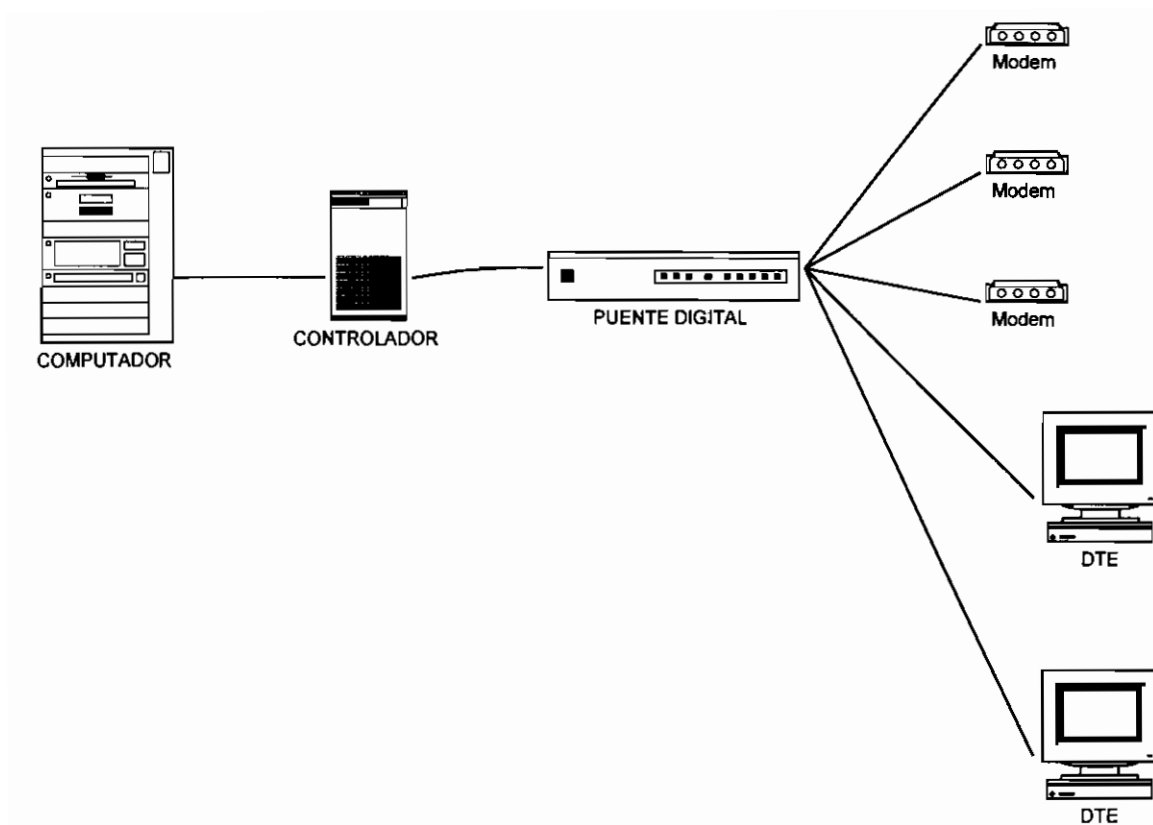


Fig 2.35 Puente digital configurado para terminales co-localizados

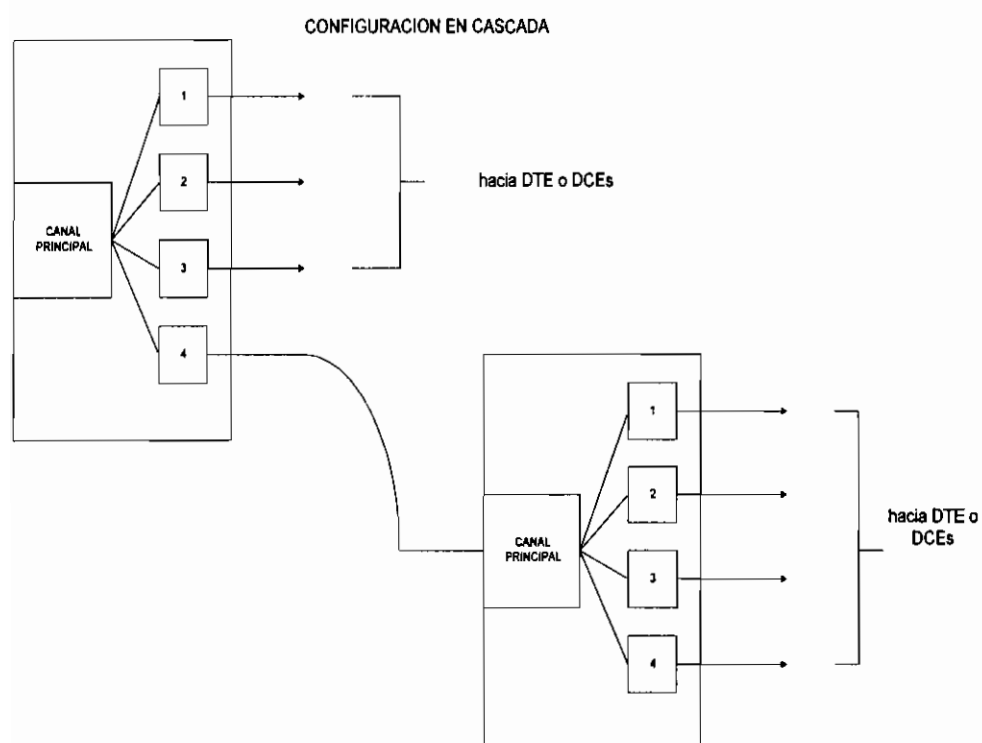


Fig 2.36 Configuración directa en cascada de puentes digitales

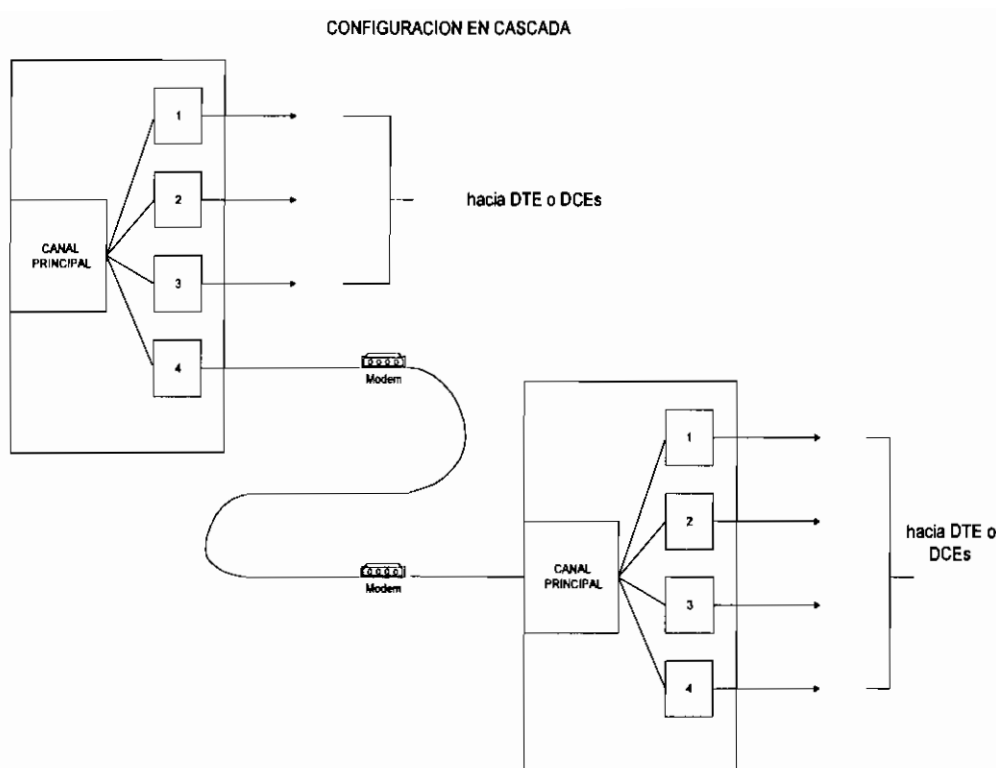


Fig 2.37 Configuración remota (mediante modems) en cascada de dos puentes digitales

En el puente digital se puede configurar el reloj de las siguientes maneras:

- 1.- Referencia de reloj externa con canal principal DTE
- 2.- Referencia de reloj externa con canal principal DCE
- 3.- Referencia de reloj interna con canal principal DTE
- 4.- Referencia de reloj interna con canal principal DCE
- 5.- Fuente de reloj en un subcanal.

Las referencias de reloj mencionadas se pueden mostrar gráficamente en las figuras 2.38 a 2.43.

En la figura 2.38 la fuente de reloj es suministrada por un DTE, en la cual tanto el reloj de transmisión como el de recepción son los mismos, y es transmitido íntegramente al

DTE conectado en el subcanal A, en tanto que para el DCE viene como reloj externo. El canal principal del puente debe estar configurado como reloj externo para recibir el del DTE. Los relojes de transmisión, recepción y reloj externo se expresan en los pines 15, 17 y 24 respectivamente del conector V.24

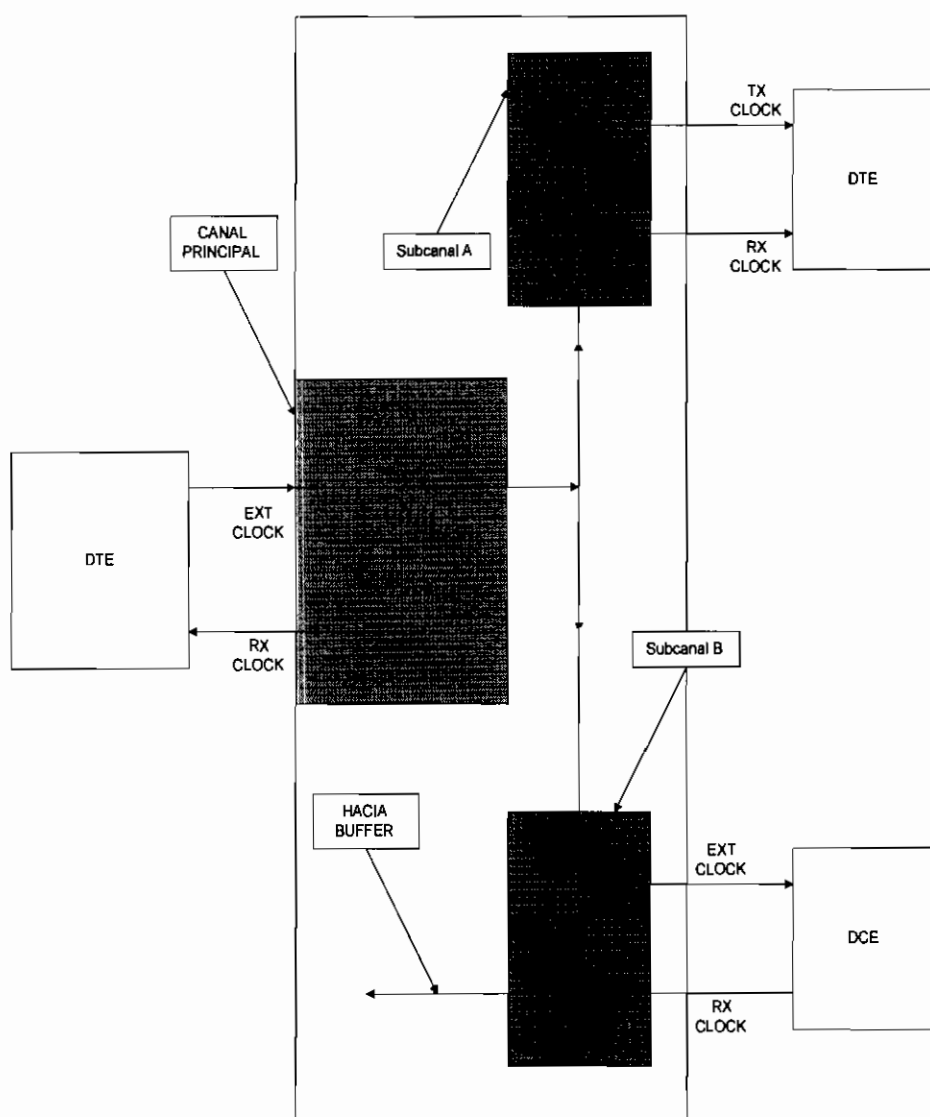


Fig 2.38 Referencia de reloj externa con canal principal DTE

En la figura 2.39 la fuente de reloj es ahora un DCE, en el que el reloj de transmisión del DCE es transmitido al DTE del subcanal A, en tanto que el reloj de recepción es transmitido como reloj externo al DCE del subcanal B.

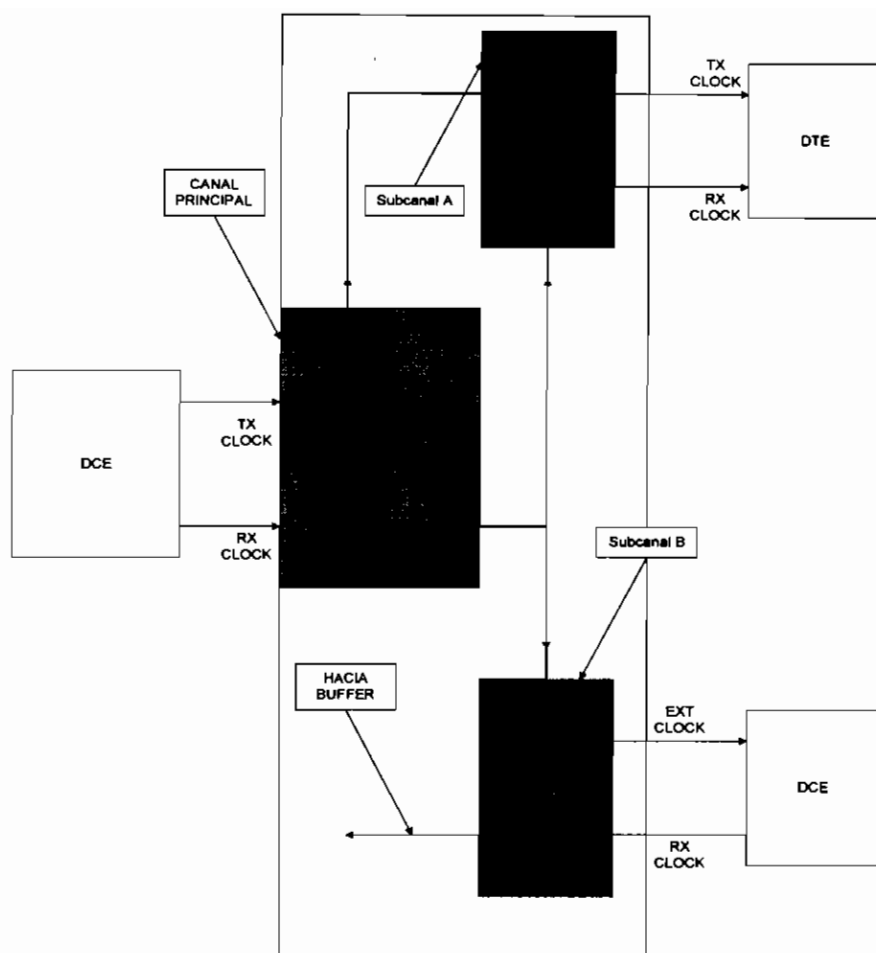


Fig 2.39 Referencia de reloj externa con canal principal DCE

Existe una diferencia substancial con la figura 2.38 en la que el reloj era el mismo tanto para transmisión como para recepción, ahora es utilizado de distinta manera como se observa en la figura 2.39.

Para la figura 2.40 ya no es ningún elemento externo el que suministra el reloj al puente digital, sino que es el mismo puente el que va a dar el reloj a los equipos que se conecten a él.

El puente digital se configura con reloj interno y tiene una configuración parecida a la de la figura 2.43, con la diferencia de que el reloj del canal principal no debe ser

configurado como externo, configurándose de la misma forma para los subcanales respectivos.

En la fig 2.41 el reloj interno generado por el puente es el reloj de transmisión para el DTE del subcanal A y es reloj externo para el DCE del canal principal; en tanto que el reloj de recepción se convierte en reloj externo para el DCE del subcanal B.

En las figuras 2.42 y 2.43 respectivamente, el puente digital toma el reloj de recepción (RX *clock*) del DCE en el subcanal 1, y lo transmite al DCE del canal principal que lo toma como reloj externo; al DTE del subcanal A que se observa claramente será el reloj de transmisión de los datos y al DCE del subcanal B que también lo toma como reloj externo para que éste pueda transmitir sus datos.

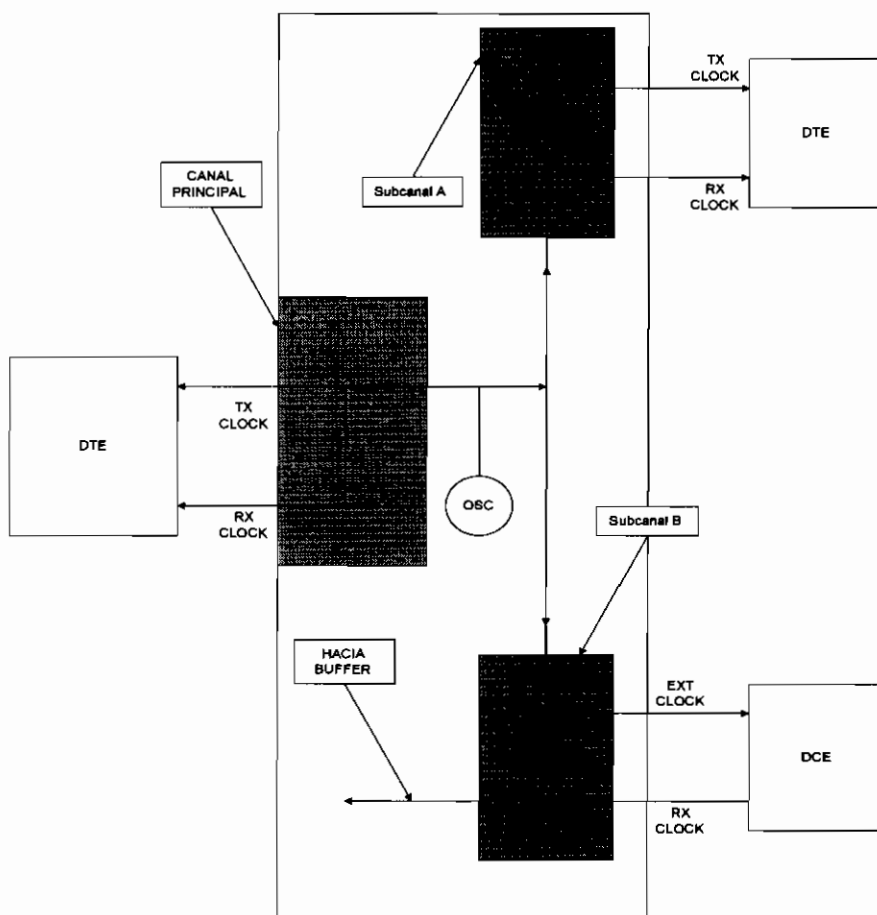


Fig 2.40 Referencia de reloj interna con canal principal DTE

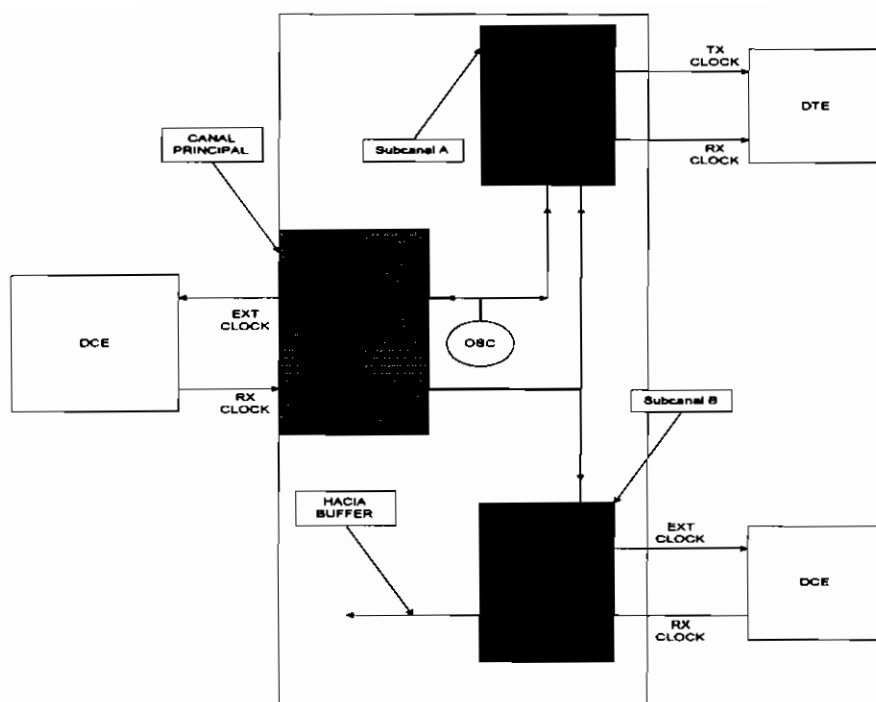


Fig 2.41 Referencia de reloj interno con canal principal DCE

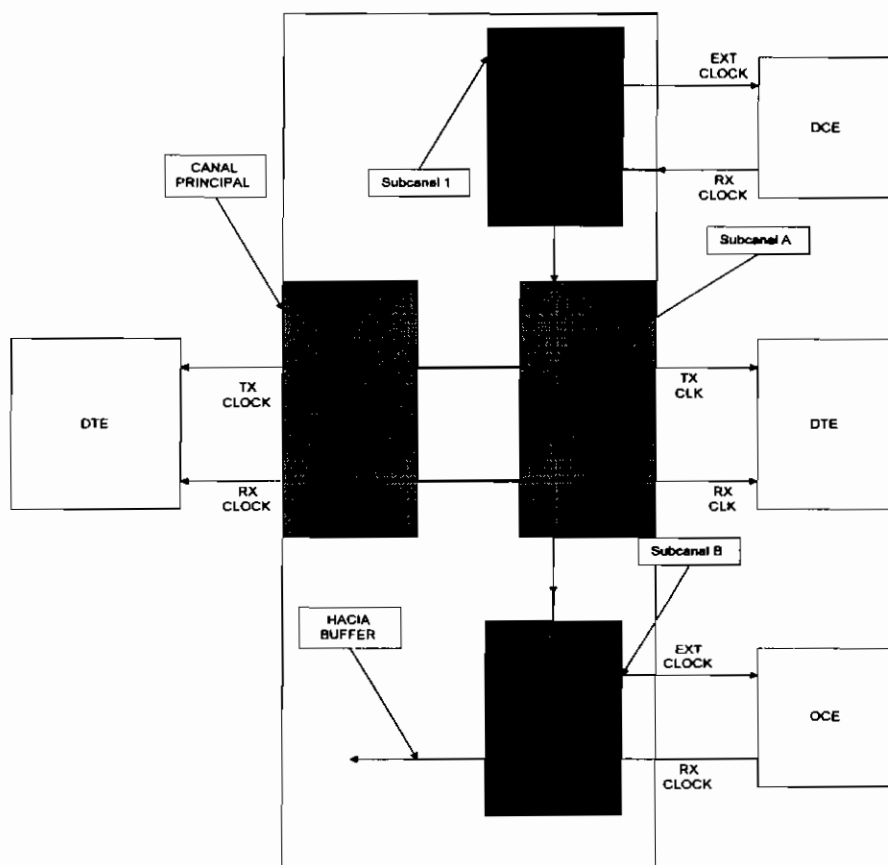


Fig 2.42 Referencia de reloj en el subcanal 1 DCE con canal principal DTE

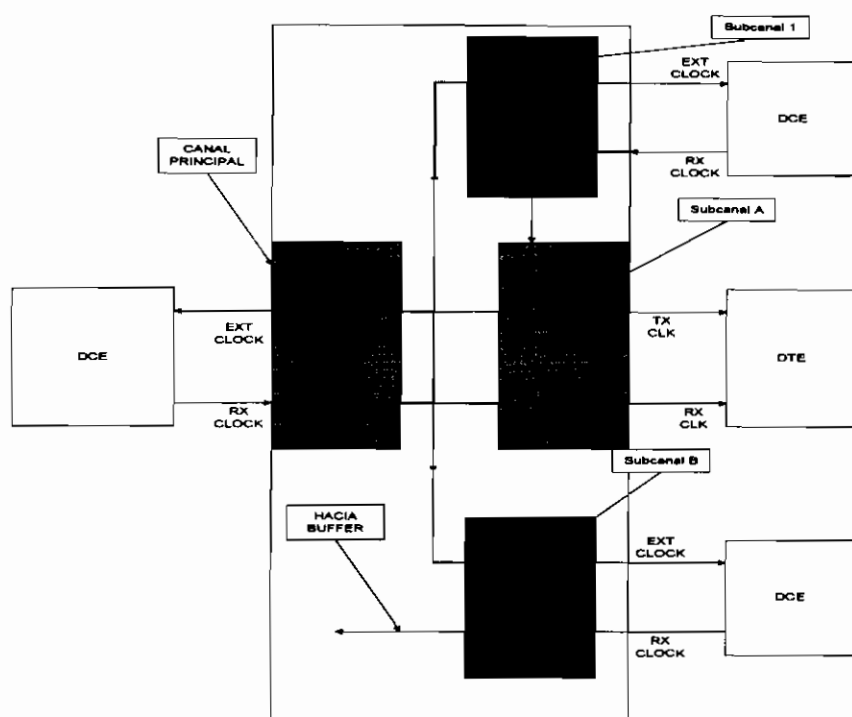


Fig 2.43 Referencia de reloj en subcanal 1 DCE con canal principal DCE

2.5 PADS³

Los PADS (*Packet Assembler/Disassembler*) son elementos de interconectividad en redes WAN, que permiten concentrar y rutear datos en un ambiente X.25 o *Frame Relay*. Un PAD consta de algunos canales asincrónicos que se conectan a un solo enlace sincrónico.

Cabe mencionar que los equipos de interconectividad actuales pueden funcionar tanto como PAD's y como FRAD's. Como PAD ensambla los datos provenientes de los canales asincrónicos en paquetes X.25. Los datos concentrados en paquetes son transferidos al canal sincrónico X.25. Los paquetes recibidos de éste son desensamblados nuevamente en formato asincrónico y son ruteados al canal de destino.

Cuando el equipo opera como FRAD, este equipo tiene la capacidad de ensamblar de asincrónico a *Frame Relay* o de asincrónico a X.25 encapsulado sobre *Frame Relay*.

³ El análisis de este equipo se lo realiza en base al PAD APD-8

Además este equipo puede ser configurado para operar con formato asincrónico permitiendo de esta manera la conexión de equipos asincrónicos al enlace de datos. De acuerdo a las figuras 2.44 y 2.45 se pueden tener las siguientes aplicaciones:

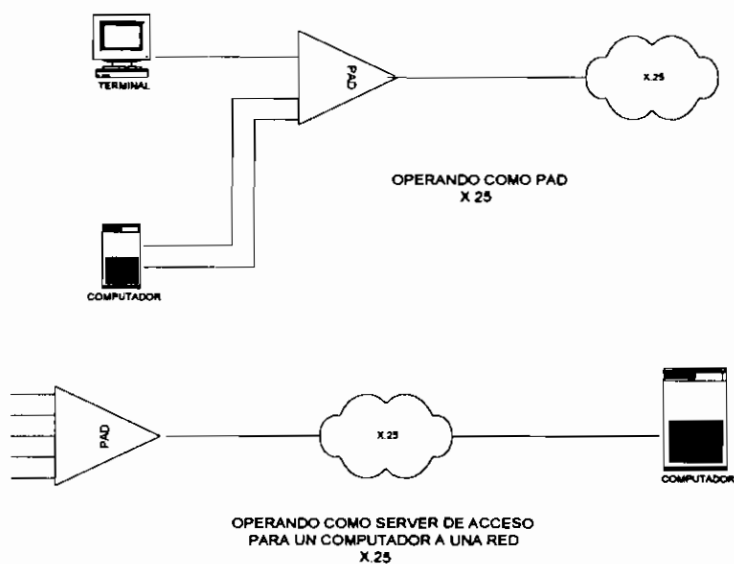


Fig 2.44 Aplicaciones de un PAD en ambiente X.25

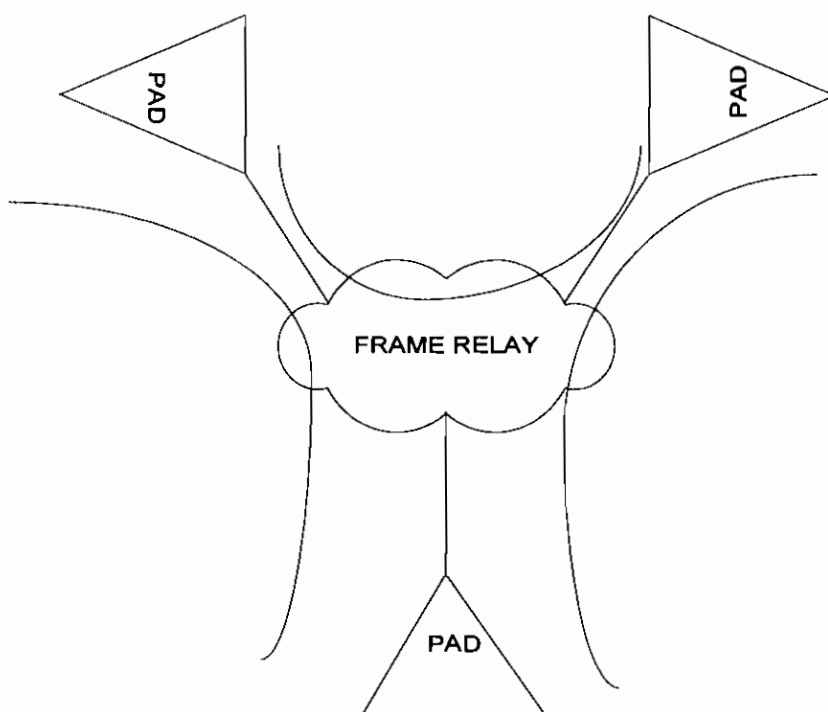


Fig 2.45 Implementación de SVC's X.25 sobre PVC's Frame Relay para formatos asincrónicos

2.5.1 Características X.25

El interfaz del PAD puede operar en formato sincrónico en velocidades de hasta 2 Mbps. Este interfaz puede ser DTE o DCE y la velocidad de los datos es determinada por el reloj externo. Puede tener los siguientes tipos de interfaces: RS-232/V.24, X.21, V.35, RS530 y V.36/RS-422.

El tamaño del paquete es configurable y el rango de la ventana es seleccionable desde 1 hasta 7 (módulo 8) o desde 1 hasta 127 (módulo 128). Además un PAD puede manejar Circuitos virtuales SVC y PVCs en protocolos LAPB para CCITT recomendación X.25 y puede actuar como DTE o DCE con respecto a las capas 2 y 3.

2.5.2 Características FRAD

Cuando el equipo es configurado como un FRAD puede convertir los datos asincrónicos en paquetes X.25 y concentrarlos sobre el enlace *Frame Relay* o directamente “correr” estos datos sobre el enlace *Frame Relay*.

Un PAD puede tener un *buffer* dinámico de datos de acuerdo con los canales y las condiciones de tráfico. Como se dijo en un principio el canal de datos es asincrónico y su formato puede ser configurable. El control de flujo se puede dar de las dos maneras: *software* y *hardware*.

Todos los canales PAD dividen el enlace común X.25, en el que cada canal puede soportar múltiples sesiones independientes seleccionadas por el usuario. Esto quiere decir que cualquier usuario conectado a uno de los canales del PAD puede al mismo tiempo manejar muchas llamadas independientes de paquetes conmutados, mediante el establecimiento de varios circuitos virtuales llevados por diferentes canales lógicos. Se puede tener los siguientes métodos de llamada independientes del canal seleccionado:

- Iniciación de llamada manual, en la que el usuario provee toda la información requerida para configurar la llamada mediante los comandos X.28.
- Iniciación de llamada por Mnemónico, en la que el usuario necesita solamente ingresar un mnemónico (conocido como “*call id*”). El canal entonces recupera la información de configuración guardada en la memoria; con esto se reduce significativamente la cantidad de información que manualmente fue ingresada.
- Iniciación de llamada automática (*Autocall*), la llamada es iniciada automáticamente cuando el equipo es activado de acuerdo con los parámetros configurados y guardados en memoria. La llamada puede completarse mediante comandos que el usuario defina y que son enviados una vez completada ésta. Se puede especificar el número de retransmisiones y el intervalo entre retransmisiones consecutivas.
- Uso de un circuito virtual permanente, la llamada es automáticamente establecida mediante la conmutación de la red X.25 de acuerdo con una llamada predefinida de destino.

Un PAD puede operarse bajo un control central de comandos, que pueden ser usados para configurar los parámetros individuales de cada canal PAD, determinar la configuración común del PAD, realizar estadísticas y monitoreo de los canales y realizar actividades de diagnóstico.

Los comandos pueden ser ingresados desde cualquier canal o directamente desde la red X.25. Las funciones de configuración provistas por un PAD permiten realizar las siguientes tareas:

- Configuración individual de cada canal
- Preparación de *profiles*⁴

⁴ Perfiles previamente realizadas para determinadas configuraciones de los equipos

- Preparación de *mnemónicos* para la secuencia de llamadas (*call Ids*)
- Preparación de secuencias de comandos X.28
- Preparación de identificación de usuarios en la red
- Definición de PVCs
- Definición de parámetros de configuración de la red X.25.
- Definición de parámetros de manejo del sistema
- Definición de ruteo de datos para el enlace *frame relay*.

Con respecto al enlace en sí, el PAD permite realizar lo siguiente:

- Definición de direcciones locales X.25
- Selección de capa 2 y capa 3 (DCE o DTE)
- Selección de varios LAPB (*timers* y parámetros)
- Selección de una ventana de *default* y tamaño de los paquetes.
- Definición de canales lógicos .

La configuración del sistema permite la:

- Definición de una identificación de PADS para el PAD local.
- Selección de un *prompt*
- Selección del *software* de control de flujo
- Definición de eventos tales como reporte de direcciones

Un PAD tiene la facilidad de permitir al administrador desplegar toda información detallada de la operación y performance de la red X.25 y mostrar instantáneamente el *status* del PAD, la utilización de la red X.25 y el *status* individual de cada canal. La información obtenida de las estadísticas permite que el administrador detecte anomalías en la transmisión, verifique la capacidad de la memoria y detecte errores en línea que ocurran en los canales. Esta información detalladamente consta en lo siguiente:

Sistema de datos:

- Identificación del PAD (*device ID*)
- Modo de programación X.25 (DTE o DCE)
- Tamaño de la memoria RAM
- Tamaño de la memoria no volátil (NOVRAM) y porcentaje de utilización

Status del sistema:

- Tamaño actual (número de caracteres por *buffer*) de los *buffer* de datos
- El número total de *buffers* de datos y el número de *buffers* libres

Status de la transmisión:

- Número total de tramas transmitidas y recibidas por capa 1
- El número total de tramas de información transmitidas y recibidas por capa 2
- El número total de tramas de información transmitidas y recibidas por capa 3 (X.25)
- *Status* del sincronismo y el número total de sincronismos perdidos

Status de los canales asincrónicos:

- Subdirección de cada canal
- Modo de operación del canal activo
- Status y control de flujo del canal (libre o enganchado)
- Número de canales lógicos usados por cada canal y la dirección alcanzada a través de cada canal lógico.
- El número de canales lógicos y sesiones activas
- Autollamada ID (mnemónico) configurado de cada canal

Estadísticas del protocolo LAPB:

- Número total de I, RR, RNR, REJ
- Número de transmisiones y recepciones erradas

- Estado del LAPB
- Tamaño de la trama

Estadísticas del enlace X.25:

- Número total de I⁵, borrados, *resets* y reinicios de los paquetes transmitidos y recibidos por capa 3
- Tamaño del paquete.

La figura 2.46 constituye una aplicación práctica de un PAD.

2.5.3 Configuración interna del PAD

En lo que respecta a la configuración interna, el PAD puede manejar en su tarjeta madre (*motherboard*) cuatro tipos de interfaces, a saber:

- V.24 (RS-232) para un DTE o DCE
- Interfaz V.35 DTE o DCE
- Interfaz V.36 (RS-530) para DTE
- Interfaz X.21 para DTE.

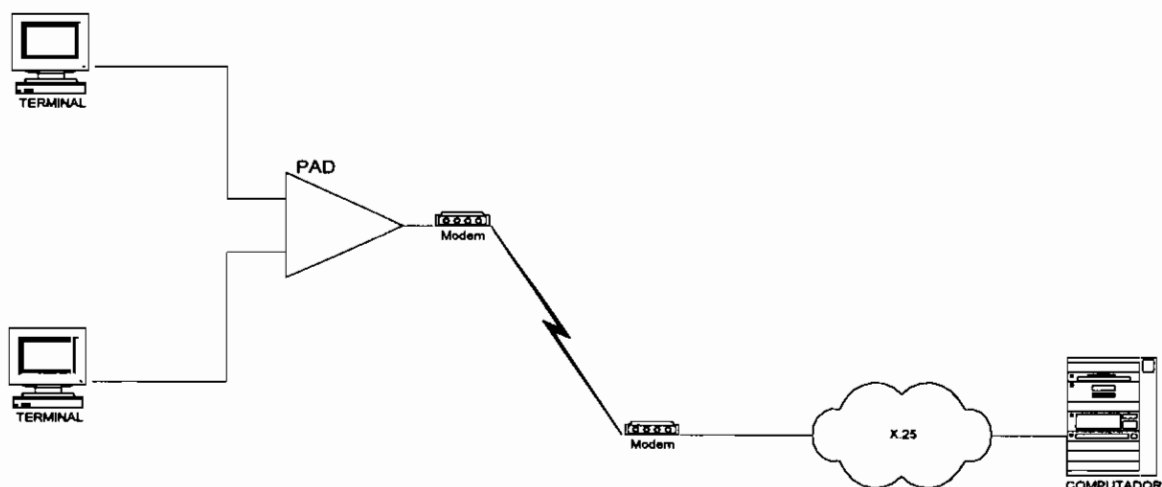


Fig 2.46 Aplicación práctica de un PAD

⁵ I = En el X.25, I son las tramas de información

Al igual que el modem, este equipo tiene en su estructura física leds que se encienden conforme al tráfico que circula por cada uno de los puertos, así como leds indicadores o de control, los cuales son:

- Led indicador de sincronismo
- Led indicador de errores
- Led indicador de “ fuera de secuencia “ (*overflow*)
- Led indicador de *test*

En el cuadro 2.5 se indica el tipo de led y su correspondiente función:

Led Indicador	Función
SYNC	Indica el <i>Status</i> de Sincronismo del PAD, si se encuentra encendido, entonces el PAD se encuentra sincronizado con el correspondiente X.25 DTE o DCE.
ERR	Cuando se enciende, indica mal funcionamiento del <i>hardware</i> que se detecta cuando el equipo se inicializa.
OVF	Se enciende cuando los <i>buffers</i> se encuentran totalmente llenos. Esta condición indica que uno de los DTE's conectados al PAD no responde a los comandos de control de flujo enviados por el PAD.
TEST	Se enciende cuando el PAD está realizando una función de diagnóstico.

Cuadro 2.5 Configuración de leds en el PAD

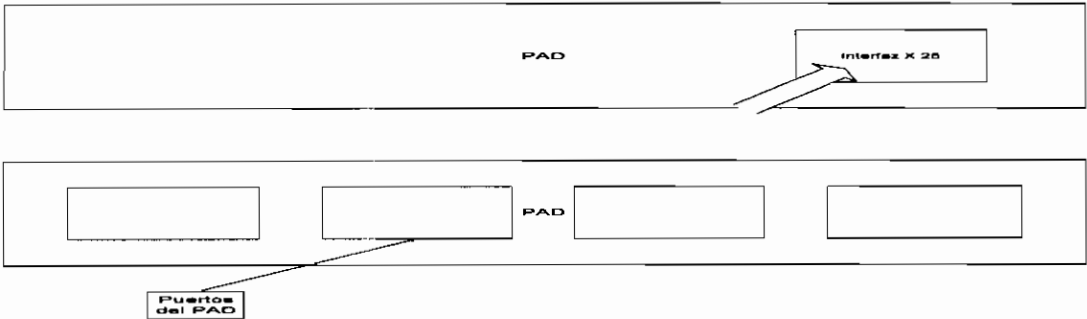


Fig 2.47 Panel Posterior y Frontal del PAD

3.1 INTRODUCCION

Un ruteador o *router* es un equipo para la interconectividad de redes WAN que se encarga de realizar el ruteo (*routing*) de los paquetes para llevarlos hacia sus lugares de destino.

Dentro del estudio de este capítulo se incluyen dos tipos de ruteadores (de las familias Motorola y Cisco), en los cuales solamente se realizará su estudio a nivel de capa 3, por cuanto interesa analizar cómo realiza el ruteo de los paquetes hacia los lugares destino. Dentro de este estudio se incluirá un análisis *Frame Relay* e IP para conocer de una manera más explícita cómo manejan tanto el 6520 como Cisco estos protocolos de comunicaciones.

I. ROUTER 6520¹

El *router* 6520 es un producto para la línea de transmisión de datos que proporciona soporte para varios tipos de protocolos mediante sus tarjetas procesadoras, las cuales manejan todo el módulo de operación del ruteador tal como interfaces, descargas de *software*, puertos asincrónicos, etc para el enrutamiento de la información.

El hardware del 6520 consiste de los siguientes componentes:

- Interfaces seriales.- soporta hasta 19 interfaces seriales. La tarjeta madre soporta hasta 5 interfaces, de los cuales dos son DIMs (*Data Interface Module*) de alta velocidad situados para soportar velocidades de hasta 384 Kbps. Los otros 3 interfaces están basados como EIA 232, uno de los cuales es un puerto de acceso dedicado denominado CTP (*Control terminal port*); estos puertos operan a velocidades de hasta 80 Kbps. Todos los puertos seriales pueden ser usados como puertos de interconectividad, esto quiere decir que pueden ser conectados

¹ www.mot.com/mims/isg. Documentación técnica del router 6520

directamente a una red WAN y operar bajo protocolos de red de área amplia (SDLC, X.25, *FRAME RELAY*, etc)

- Memoria.- La tarjeta madre incluye 4 Mbytes de DRAM y 4 Mbytes de memoria global utilizados para el *buffer* expandible hasta 8 Mbytes. La memoria almacenada es provista por 3 Mbytes de FLASH EPROM expandible hasta 6 Mbytes.

Debido a que éste es sólo un análisis para redes WAN, se limitará el *router* a un análisis dentro de este campo. Como se irá mencionando conforme avance el capítulo, el ruteador 6520 provee un puerto terminal de control e información detallada de la operación de la red (Estadísticas) con el manejo de cada protocolo. Provee un *broadcast*, es decir, mensajes que pueden ser enviados desde un punto hacia puntos seleccionados, prioridad de alarmas, soporte de protocolos de red WAN tales como:

- IP routing
- X.25
- SDLC
- FRI (*Frame Relay Interface*)

Además el *software* del *router* permite tener interoperabilidad de redes a través de encapsulamientos especiales tales como el RFC 1294 o el RCF 1490 en *Frame Relay*, evitando de esta manera tarjetas interfaces en los otros equipos.

De esta manera se puede constituir una verdadera nube de datos para interconectar diversos tipos de redes mediante estos ruteadores y constituir una gran red WAN.

3.2 MODOS DE OPERACIÓN

Una vez que un ruteador se encuentra en actividad en la red, se puede operar de 3 maneras:

- 1.- Modo CTP (*Control Terminal Port*) que permite acceder a los menús de configuración, monitoreo, y problemas locales y remotos en los nodos.
- 2.- Modo de comandos, que permite ingresar comandos para establecer una llamada o no.
- 3.- Modo de transferencia de datos, que permite transferir datos local y remotamente.

Para configurar un router 6520 se realiza la llamada al CTP del nodo. El nodo puede no tener un puerto físico designado como puerto terminal de control, pero al tener un módulo CTP, actuará como puerto terminal de control lógico. Esta llamada al nodo se la realiza mediante el comando “.ctp” que en adelante será el nombre del mnemónico para la dirección del nodo y su subdirección (98) la cual especificará el recurso accesado. Solamente un terminal puede actuar al mismo tiempo.

Cuando se realiza la llamada en el modo de comandos, es posible enviar comandos X.28 y realizar la llamada al nodo con el respectivo comando.

Cuando la llamada ha sido establecida, el terminal está en modo de datos y cuando finaliza la llamada retorna al modo de comandos.

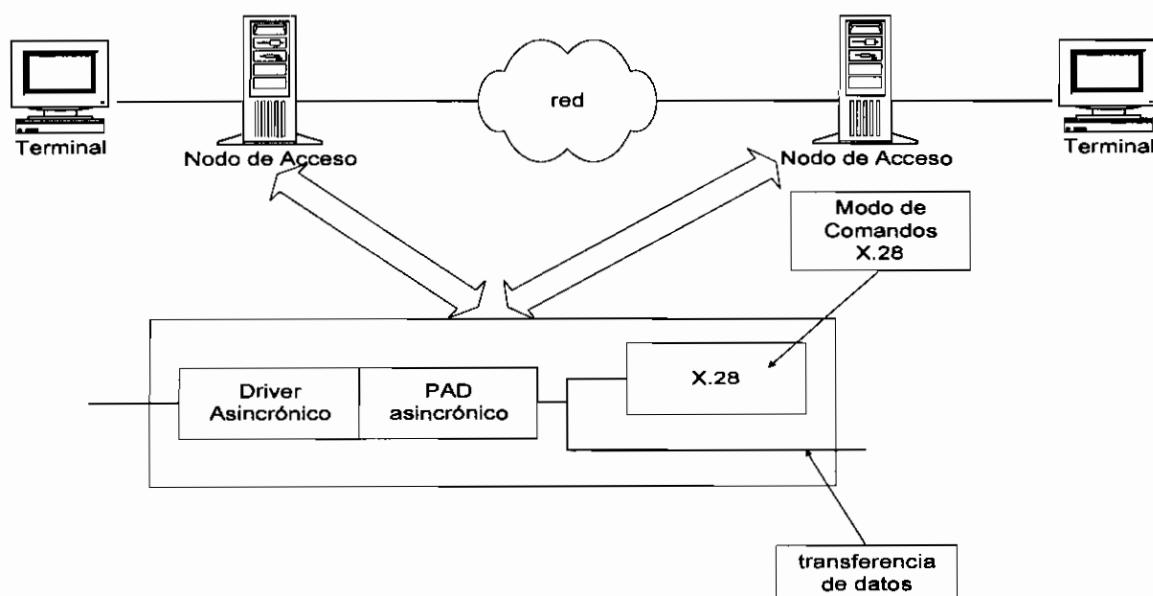


Fig 3.1 Modos de establecimiento de llamada en los nodos de una red

La transferencia de datos ocurre cuando un circuito virtual ha sido establecido entre dos puntos usando el envío de llamada y su respectivo proceso de aceptación de la llamada.

3.3 MENÚ PRINCIPAL DEL *ROUTER*

El ruteador tiene el siguiente menú principal para los distintos modos de operación:

```
Node: Nodename      Address: (blank)    Date:  2-MAY-1997   Time: 22:20:43
Menu: Main          Path: (Main)

 1. Logout
 2. Examine
 3. List
 4. Monitor
 5. Status/statistics
 6. Configure
 7. Boot
 8. Update System Parameters
 9. Copy/Insert Record
10. Delete Record
11. Port/Station/Channel Control
12. Diagnostics
13. Default Node
14. (reserved)
15. Configuration Save/Restore
16. Flash Memory
17. LAN Control Menu
18. DEBUG

#Enter Selection:
```

Cuadro 3.1 Menú principal del *Router* 6520

Es posible poner un puerto de *default* en el ruteador para configurar, monitorear y extraer estadísticas del nodo. El *software* de operación del nodo automáticamente le desconecta de su configuración si el usuario no ha ingresado ningún tipo de datos en el terminal de control después de un período de tiempo. Este tiempo se lo puede cambiar con el parámetro tiempo de desconexión del puerto de control en los parámetros principales del nodo (Configuración del Nodo). Cada submenú del menú principal del *router* tiene a su vez un listado de opciones que permiten configurar los distintos parámetros de red. Se accesa a cada submenú ingresando el número de selección que lo acompaña.

Como se observa en el cuadro 3.1, en el menú principal se tiene primero una cabecera principal identificando algunos parámetros del nodo.

3.4 CONEXIÓN REMOTA AL PUERTO TERMINAL DE CONTROL

Existe otra forma para conectarse al CTP del ruteador si éste se encuentra configurado y en operación. Se realiza la conexión realizando una llamada mediante el comando `xxxx98`, donde `xxxx` es la dirección de destino del nodo y `98` es la subdirección del puerto terminal de control del *router*. Si se encuentra conectado físicamente mediante un cable en el puerto 6, es posible conectarse localmente como se describió anteriormente mediante el comando `.ctp` e inmediatamente se desplegará el menú descrito. Además si este puerto ha sido configurado como puerto PAD no se podrá acceder al menú de configuración.

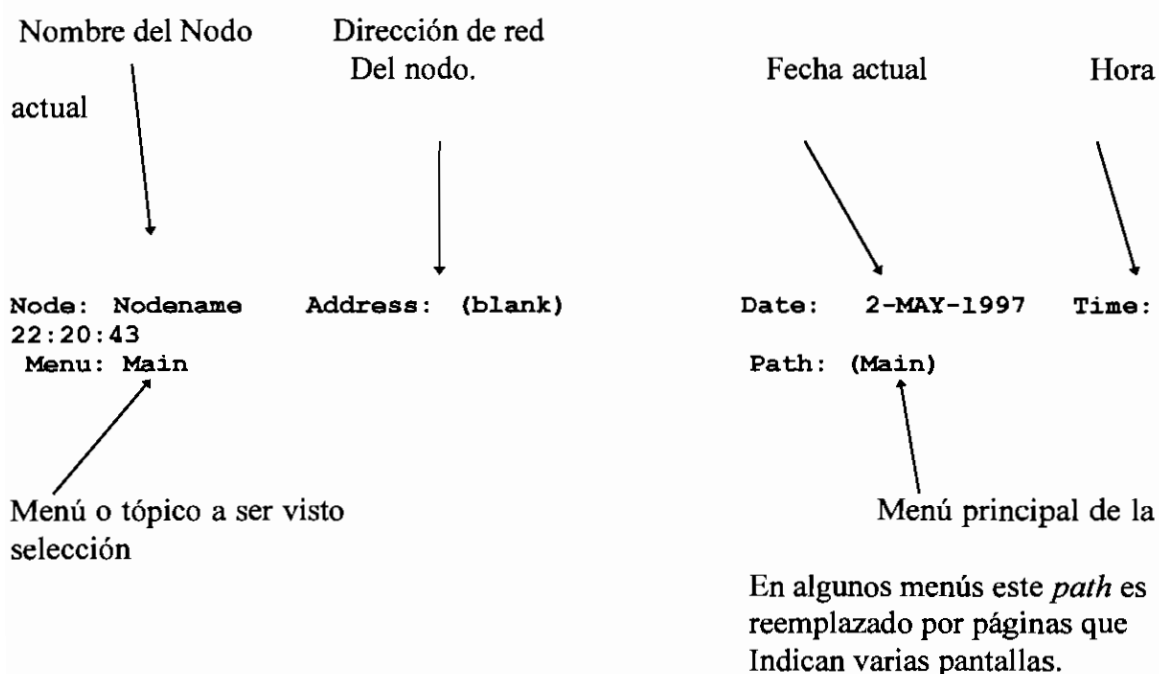


Fig 3.2 Cabecera del menú principal

3.5 MODOS DE REALIZAR UNA LLAMADA

El comando de llamada es un estándar que establece una llamada a otro puerto (en este punto el terminal deja el modo de comandos e ingresa al modo de datos). Se puede realizar una llamada a puertos locales o remotos físicos o lógicos. El comando de llamada es “*call*” que se lo puede abreviar como “*cal*”, “*ca*” o “*c*” como en el siguiente ejemplo:

C 20025

Este comando indica que se debe hacer una llamada al nodo 200 puerto 25. La figura 3.3 ilustra un modo de llamada de un nodo x a un nodo y.

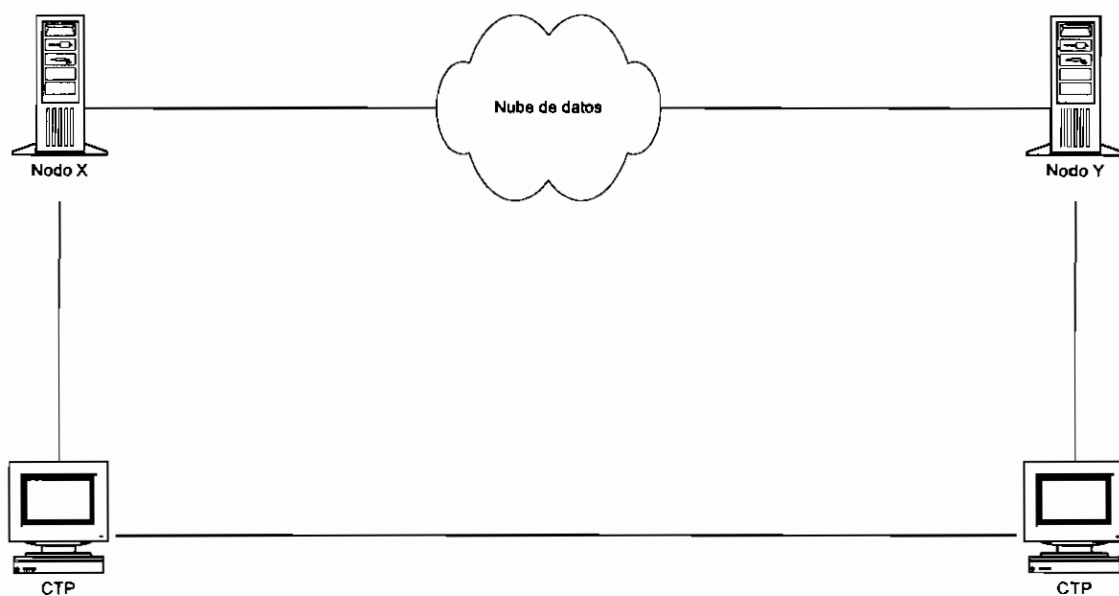


Fig. 3.3 Establecimiento de una llamada entre dos nodos

3.5.1 Inicio de la llamada: La figura 3.4 representa un diagrama del proceso de realización de una llamada en el ruteador.

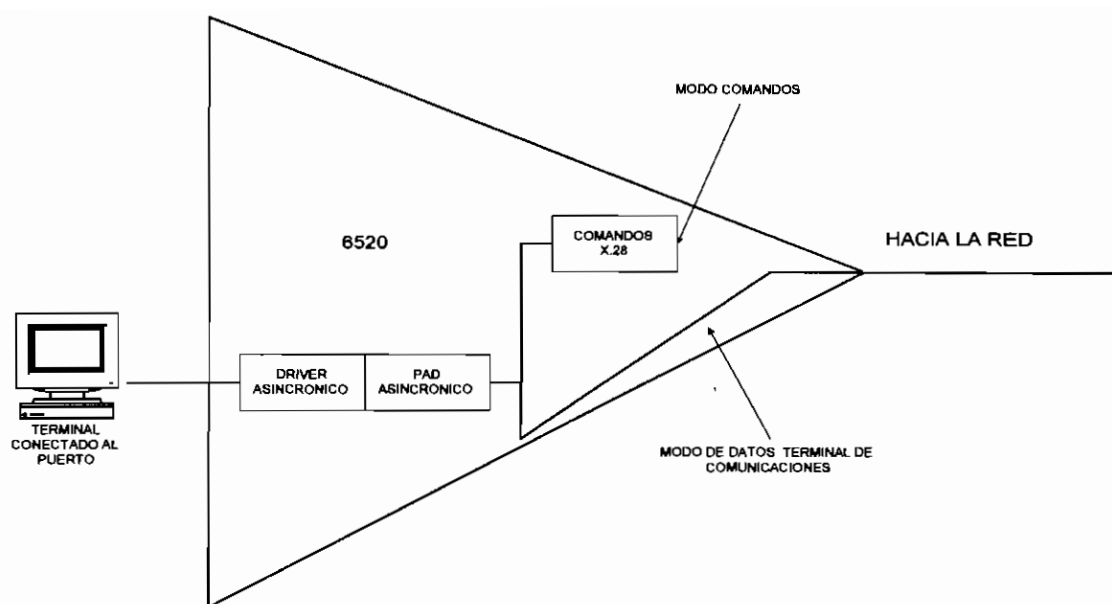


Fig. 3.4 Diagrama del proceso de una llamada

Las llamadas pueden ser iniciadas después que el terminal se ha conectado al puerto (a través de una conexión permanente o mediante conexión *dial-up*) y se comunica a través del modo de comandos X.28. Generalmente el ruteador tiene un tiempo de espera para realizar una llamada. Si este tiempo expira u ocurren tres intentos de llamada no válidas, el terminal se desconecta. Existen dos tipos de llamadas: las realizadas mediante un mnemónico o mediante autollamada.

Mediante un mnemónico las llamadas pueden realizarse mediante un nombre o código. Esta característica permite ingresar un código para realizar una determinada llamada reduciendo de esta forma la posibilidad de errores en la llamada, ya que no se tiene que ingresar una cadena larga de comandos. Para realizar una llamada usando un mnemónico, simplemente se ingresa el mnemónico configurado mediante el comando de llamada X.28, la dirección de red, la subdirección o *subaddress* o grupo, las facilidades de la llamada y los datos de usuario. Estos parámetros se los configura en el *Mnemonic Table Record* que consta de los siguientes puntos:

- Número de ingreso o *Entry Number* que debe ser diferente para cada mnemónico.
- Nombre del Mnemónico

- Parámetros de la llamada.

El mnemónico “CTP” está reservado para el puerto terminal de control que por *default* tiene la subdirección 98 en cada nodo. BCST está reservado como el mnemónico del módulo de *broadcast* cuya subdirección es 95.

Además se tendrá que configurar el *Router Selection Table* del nodo para colocar una llamada en el nodo local. La dirección a la que se realiza la llamada del campo parámetros de la llamada (*Call Parameter*) debe estar representada en esta tabla.

La autollamada o *Autocalling* es el proceso de inicio automático de una llamada a un destino predeterminado. Muchos parámetros deberían ser configurados específicamente para autollamada:

- *Call Control*
- *Autocall Mmenonic* (definido en la tabla de mnemónicos)
- *Autocall Timeout*
- Máximo número de atención de autollamadas.

La autollamada es iniciada en una de las siguientes formas:

- La llamada es iniciada cuando el terminal se conecta al puerto (*call control*=auto y *Conection Type* no es SIMP). Si la llamada falla, el puerto realiza un nuevo intento después de un cierto tiempo especificado en el parámetro *Autocall Timeout*. El parámetro “*Number of Autocall Tries* “ especifica el número de intentos para realizar una conexión.
- La llamada es iniciada cuando el terminal se conecta al puerto y se presiona <CR> (*Call Control*=AUTC). Si la llamada falla entonces se debe intentar otra vez.

Se puede configurar un puerto para autollamada, tal que ésta sea automáticamente ruteada mediante un mnemónico. Todo mnemónico que ingresa a la tabla de

mnemónicos debe tener su correspondiente ruta en la tabla de selección de rutas (*Route Selection Table*).

Es decir, el puerto que está iniciando la llamada debe ser configurado para realizar una autollamada, lo cual se realiza mediante la configuración del parámetro de control de la llamada (*call control*) en el *port record* del menú de configuración del ruteador. Esto se realiza mediante la configuración del parámetro *call control* a AUTO o AUTC. Con la configuración de AUTO la llamada será atendida una vez que el *handshake* de las señales EIA esté completa y en AUTC se atiende con el *handshake* completo y se ingresa <CR>.

El uso de un mnemónico es más importante en el caso de configuraciones SDLC que se explicará más adelante.

3.6 MENÚ DE ADMINISTRACIÓN DEL ROUTER

En los siguientes tópicos se explicará los comandos del terminal de control para realizar funciones en la administración de una red a los cuales se tiene acceso a través del menú principal:

- Copy/Insert Record
- Examine
- List
- Delete Record
- Address Blanking
- Configuration Save and Restore
- Configure
- Boot the node
- Default Node

3.6.1 Copy/Insert Record

Este comando permite copiar o insertar los parámetros de un registro a otro. Se realiza una copia en las siguientes circunstancias:

- Cuando se configura muchos puertos que tienen la misma forma o similar; para lo cual se editará los cambios que se necesite después que se ha realizado la copia.
- Cuando se configura idénticos *records*. Este comando (*copy*) elimina la posibilidad de errores cuando se ingresa datos repetidamente. En el menú del *router* se tiene las siguientes posibilidades:

```
Node: QUITO 1   Address: 1001   Date: 9-MAY-1997   Time: 22:31:53
Menu: Copy/Insert Record   Path: (Main.9)
```

1. Copy Port
2. Insert Calling Addr Translation
3. Copy PAD Profile
4. Copy master MX25 Station Record
5. Copy SDLC Station Record
6. Copy Special PAD Profile from PR
7. Copy/Insert Network Services
8. Insert Inbound Translation Entry
9. Insert Outbound Translation Entry
10. Copy FRI Station Record
11. Copy Internal DSD
12. Copy XDLC Station Record
13. Copy Bridge
14. Copy LAN Connection Table Entry
15. Insert Router Access Control Entry
16. Copy Router
17. Copy FRA Station Record
18. Insert OSPF Area Range
19. Insert OSPF Neighbor Parameters
20. Insert IPX Access Control Entry
21. LLC to SDLC Record Copy
22. Insert AppleTalk Zone Seed entry
23. Copy ISDN Channel Record

Cuadro 3.2 Menú Copy/Insert del Router

3.6.2.- Examine

Este comando permite examinar los parámetros que se han establecido para cada entrada en el *record*. Los parámetros mostrados por este comando son aquellos que están

configurados, no necesariamente aquellos que están “corriendo” después de reinicializar el nodo. El cuadro 3.3 muestra el menú *examine*.

Por ejemplo, si se desea examinar un parámetro del *router* (por ejemplo el puerto 1), del menú principal se elegirá *examine* y dentro de este se elegirá la opción 2 (*Port*). El sistema le pedirá qué puerto examinar y luego desplegará la información respecto de ese puerto.

```

Node: QUITO_1    Address: 1001    Date: 9-MAY-1997  Time: 22:30:00
Menu: Examine    Path: (Main.2)

1.  Node
2.  Port
3.  Examine Network Services
4.  Inbound Call Translation Table
5.  Outbound Call Translation Table
6.  PAD Prompt Table
7.  Calling Addr Translation Table
8.  BSC/DSP3270 Device Table
9.  NUI/Password Table
10. PAD Profile Table
11. Remote PAD Parameter Table
12. Master MX25 Stations
13. Node to node download
14. SVC Broadcast Output Table
15. PVC Broadcast Output Table
16. SDLC Stations
17. FRI Stations
18. Internal DSD Table
19. BSTD Station Table
20. XDLC Stations
21. Examine Bridge
22. Examine LAN Connections
23. Software Key Table
24. Examine Router
25. FRA Stations
26. LLC to SDLC Record
27. ISDN Channels
28. DORA Record
29. Network NUIC Record
30. Examine SNMP
31. TCP
32. Virtual Port Mapping Table
33. Examine SPFM Connection Table
34. SMDS Stations
35. ToW Table
36. VX Station

#Enter Selection:

```

Cuadro 3.3 Menú *Examine*

3.6.3 *List*

Este comando permite ver todos los parámetros configurados para todas las entradas del *record*. Este comando a su vez despliega una serie de comandos con los que se puede analizar cada uno de los parámetros de configuración del *router* como se observa en el cuadro 3.4:

```

Node: QUITO_1    Address: 1001    Date: 9-MAY-1997  Time: 22:30:18
Menu: List       Path: (Main.3)

1.  Node
2.  Port
3.  List Network Services
4.  Inbound Call Translation Table
19. BSTD Station Table
20. XDLC Stations
21. List Bridge
22. List LAN Connections

```

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 5. Outbound Call Translation Table | 23. Software Key Table |
| 6. PAD Prompt Table | 24. List Router |
| 7. Calling Addr Translation Table | 25. FRA Stations |
| 8. BSC/DSP3270 Device Table | 26. LLC to SDLC Records |
| 9. NUI/Password Table | 27. ISDN Channel |
| 10. PAD Profile Table | 28. DORA Record |
| 11. Remote PAD Parameter Table | 29. Dial Out Routing Table |
| 12. Master MX25 Stations | 30. List SNMP |
| 13. Node to node download | 31. Network NUIC Record |
| 14. SVC Broadcast Output Table | 32. TCP |
| 15. PVC Broadcast Output Table | 33. Virtual Port Mapping Table |
| 16. SDLC Stations | 34. List SPFM Connection Table |
| 17. FRI Stations | 35. SMDS Stations |
| 18. Internal DSD Table | 36. ToW Table |

#Enter Selection:

Cuadro 3.4 Menú *List*

3.6.4 Delete Record

Este comando permite borrar un *record* específico. Este comando despliega la siguiente pantalla de información:

```

Node: QUITO_1   Address: 1001   Date: 9-MAY-1997   Time: 22:31:59
Menu: Delete Record                                     Path: (Main.10)

1. Port
2. Delete Network Services
3. Inbound Call Translation Table
4. Outbound Call Translation Table
5. PAD Prompt Table
6. Software Key Table
7. Calling Addr Translation Table
8. NUI/Password Table
9. PAD Profile Table
10. Remote PAD Parameter Table
11. Node to node download
12. SVC Broadcast Output Table
13. PVC Broadcast Output Table
14. FRI Station Record
15. Internal DSD Table
16. Delete Bridge
17. LAN Connection Table
18. Delete Router
19. FRA Station Record
20. LLC to SDLC Record Delete
21. ISDN Channel Record
22. DORA Record
23. Network NUIC Record
24. TCP
25. Virtual Port Mapping Table
26. SPFM Connection Table Entry
27. SMDS Stations
28. ToW Table
29. VX Station
30. Delete SNMP
31. X.25 Profile

```

#Enter Selection:

Cuadro 3.5 Menú *Delete Record*

3.6.5 Configuration Save/Restore

Mediante este comando se puede guardar la configuración del *router* y posteriormente restaurarlo, es decir hacer un *backup* de la configuración. Este procedimiento se lo puede realizar mediante un programa de comunicaciones como el Procomm a través del protocolo Kermit o TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*).

Cuando se requiere restaurar la información de un *router* se siguen dos pasos:

- Pasar la información guardada en el disco hacia el ruteador.
- Realizar un *boot* del Nodo.

Este comando presenta la siguiente pantalla de información:

```
Node: QUITO_1    Address: 1001          Date:  9-MAY-1997   Time: 22:32:28
Menu: Configuration Save/Restore        Path: (Main.15)

1. KERMIT Save Configuration
2. KERMIT Restore Configuration
3. TFTP Save Configuration
4. TFTP Restore Configuration
```

Cuadro 3.6 Menú *Configuration Save/Restore*

3.6.6 Comando *Boot*

El comando *boot* permite implementar los parámetros de operación del *router* que se han guardado en memoria. El menú de este comando permite reinicializar todo el nodo o parte de él.

Se aplican las siguientes reglas :

- Un *boot* siempre interrumpe las comunicaciones en el nodo que está siendo “booteado”. Borra todas las llamadas que se realizan en él.

- Un *boot* es requerido para implementar cambios en los parámetros de operación.
- Un *boot* es requerido para implementar cambios que afectan la organización de la memoria. Por ejemplo el número de canales lógicos en un enlace X.25 o el número de puertos en un nodo.

En el cuadro 3.7 se observa la pantalla de información de este comando

```
Node: QUITO_1   Address: 1001   Date: 9-MAY-1997   Time: 22:31:41
Menu: Boot      Path: (Main.7)

 1. Port
 2. Master MX25 Station
 3. Table and Node Record
 4. Node (warm)
 5. Node (cold)
 6. Node (cold from alternate bank)
 7. SDLC Station
 8. FRI Station
 9. Internal DSD
10. XDLC Station
11. Bridge
12. Bridge Link
13. LLC LT Station
14. LLC LT WAN Parameters
15. LAN Connection
16. Router Events
17. Protocol Priority
18. FRA Station
19. LLC to SDLC Stations
20. ISDN Channel
21. Network NUIC Record
22. TCP boot
23. SPFM Connection Table Entry
24. SMDS Stations
25. ToW Table
26. VX Station
27. (reserved)
28. (reserved)
29. (reserved)
30. SNMP Agent boot
```

Cuadro 3.7 Menú *Boot*

3.6.7 Default Node

Este comando permite cambiar la configuración del nodo a sus parámetros originales (*default*).

En su ejecución únicamente se pregunta si se quiere o no proceder con el comando.

Default Node

```
WARNING: The current contents of configuration memory will be erased
and replaced by the system default configuration. If this step is
taken, the erased records cannot be recovered.
Proceed (y/n):
```

Cuadro 3.8 Menú *Default Node*

3.7 APLICACIONES

3.7.1 Redes Privadas X.25

En la figura 3.5 se tiene una configuración punto a punto X.25. Esta red consta de dos nodos que conectan 5 terminales a un host; estos nodos se comunican a través de una línea de alta velocidad a través de un par de modems o DSUs. Los terminales y los puertos del host se conectan al ruteador mediante cables tipo RS-232.

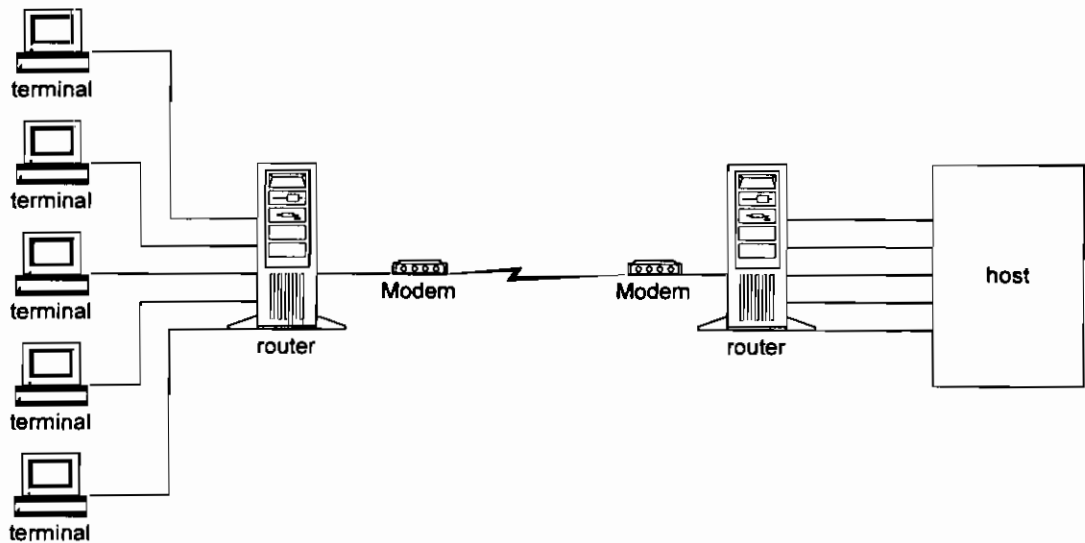


Fig 3.5 Configuración sencilla de una red X.25

3.7.2 Redes SDLC

La figura 3.6 ilustra una configuración de una red SDLC con equipo convencional sin utilizar nodos. Este tipo de configuración hace que el *poleo* sea manipulado por el controlador principal causando una sobrecarga innecesaria al procesamiento de la información, lo que no ocurre en la configuración de la figura 3.7, en la que si se utiliza nodos, lo cual trae algunas ventajas como son:

- Acceso a redes públicas de datos (PDN)
- Uso más eficiente del ancho de banda
- *Poleo* local en vez de que éste pase a través de la red incrementando el tiempo de respuesta.

La configuración que incluye nodos reduce la sobrecarga de procesamiento en el controlador principal incrementando el ancho de banda disponible para datos y potencialmente reduciendo el tiempo de respuesta.

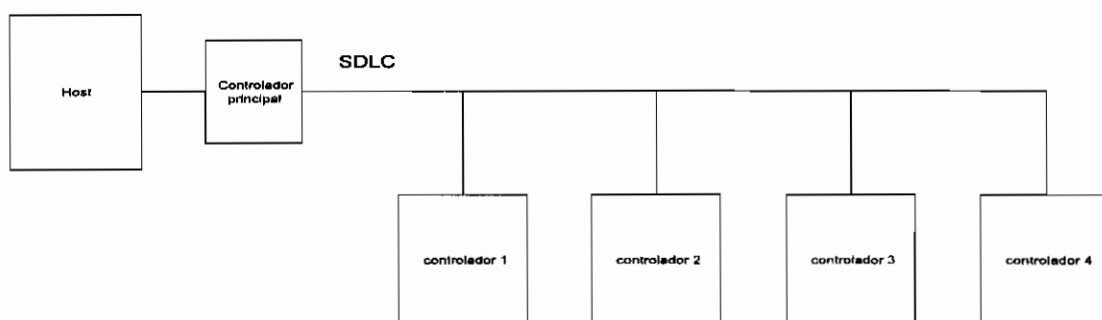


Fig. 3.6 Red SDLC sin nodos

3.7.3 Redes complejas

Muchas redes complejas pueden ser construídas mediante la utilización de nodos. La figura 3.8 ilustra una red que usa ruteadores para conectar muchos equipos tanto en redes públicas y privadas.

En este ejemplo se tiene dos configuraciones: los nodos 100, 101, 102 y la red mediante los nodos 301, 302, 303. En el ejemplo, computadores personales (PC's), *host* y centrales telefónicas son conectados directamente a los nodos, pero equipos compatibles tales como ATMs², impresoras, *plotters*, terminales asincrónicos, verificadoras de tarjetas, etc también pueden ser conectados a cada uno de los nodos. En la figura dada debe haber comunicación desde cualquier nodo hacia algún punto en particular. Por ejemplo se debe considerar cómo debería realizarse la llamada desde una PC para ingresar a la central telefónica del nodo 302.

² ATM = *Automatic Teller Machines*

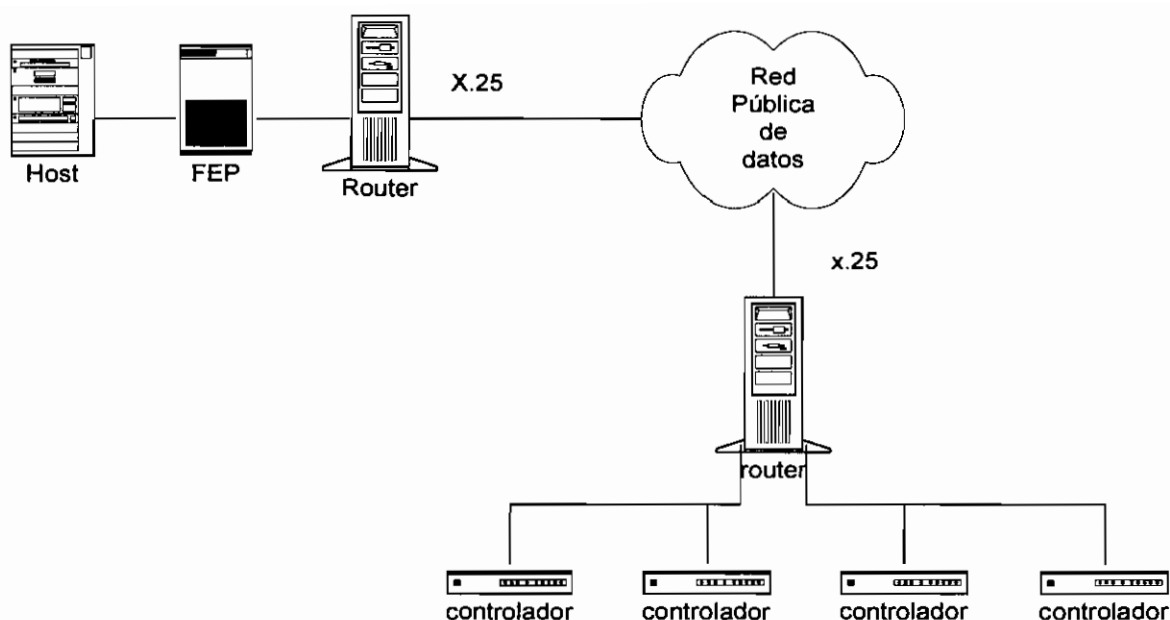


Fig 3.7 Red SDCL con nodos

Si la red hubiese sido configurada mediante equipo convencional, el equipo que realiza la llamada debería conocer la topología de la red y las direcciones de cada nodo, así como las direcciones de cada uno de los equipos al que desearía acceder. Por ejemplo para acceder desde una PC en el nodo 100 hacia la central telefónica del nodo 302, la PC debería conocer la topología de la red y las direcciones de cada nodo entre el PC y la central telefónica, así como la dirección de la central, no así con la utilización de ruteadores en el que el equipo que realiza esta llamada (lo podemos llamar, el “llamador”) ingresa solamente un mnemónico en el PC y la llamada se enruta automáticamente.

3.7.4 Procesamiento Múltiple

Un *router* puede incrementar su “*throughput*”³ mediante la adición de tarjetas procesadoras en los *slots* disponibles, tal es así, por ejemplo el incremento de tarjetas procesadoras para aumentar la cantidad de DTE’s a un enlace X.25 como ilustra la figura 3.9.

³ *Throughput* = se refiere a la capacidad de procesamiento del ruteador.

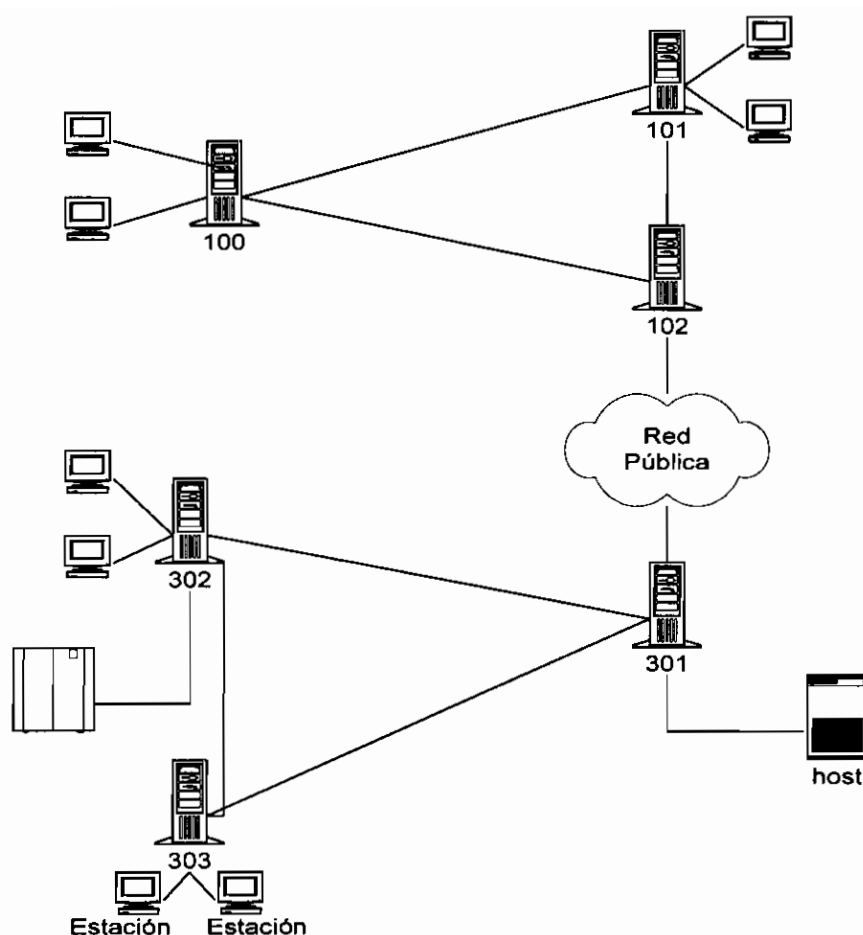


Fig. 3.8 Red de conmutación de paquetes

3.7.5 Broadcast

La característica *broadcast* permite que un mensaje sea enviado desde un *host* o terminal hacia puntos finales seleccionados en la red.

En la figura 3.10, los mensajes *broadcast* son enviados a tres usuarios, 1, 2 y 3. Un usuario recibe la información desde el *host* 1, otro desde el *host* 2 y el tercero de los *host* 1 y 2.



Una aplicación simple del broadcast podría ser mensajes enviados dentro de un nodo. La figura 3.11 ilustra una aplicación simple de un PVC donde el CPU conectado al puerto 5 puede realizar *broadcast* a los equipos conectados a los puertos 6 y 7.

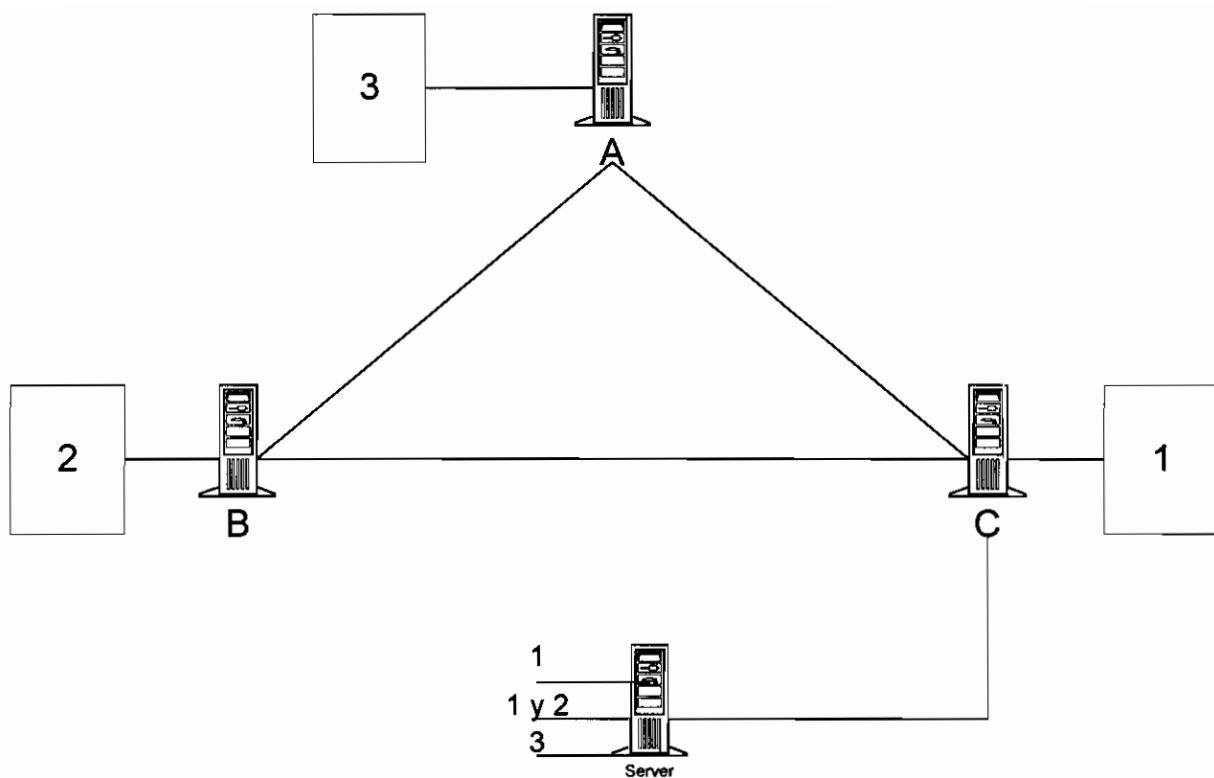


Fig 3.10 Ejemplo de una aplicación *Broadcast*

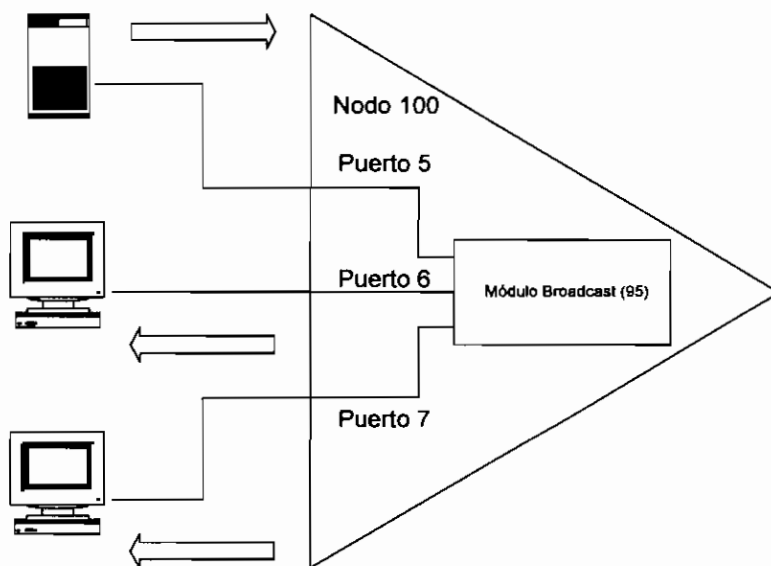


Fig 3.11 Aplicación simple de un *broadcast* mediante un PVC

La figura 3.12 muestra una aplicación más compleja de *broadcast* mediante PVC's donde la CPU conectada al puerto 5 en el nodo 100 puede enviar *broadcast* a los equipos conectados a los puertos 9 y 10 en el nodo 200.

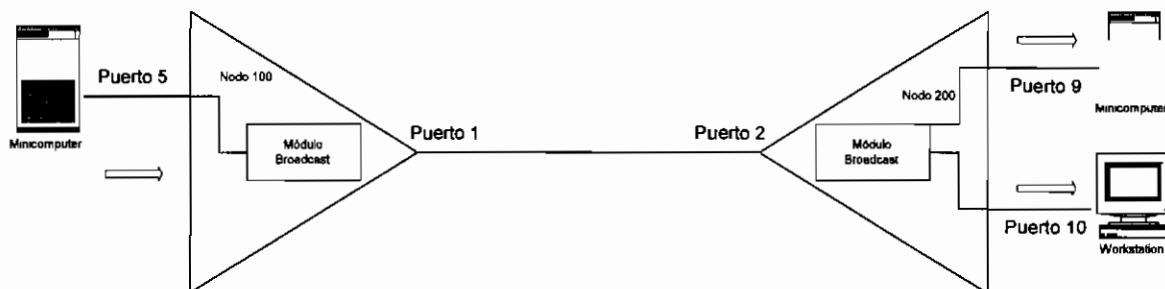


Fig 3.12 Múltiple *broadcast* mediante PVC's

De la misma forma es posible realizar *broadcast* utilizando circuitos SVC como en la figura 3.13 donde la CPU conectada al puerto 4 puede enviar mensajes a los equipos conectados a los puertos 6 y 7. Tanto en configuración PVC como en SVC antes de que un puerto reciba mensajes debe tener siempre establecida una conexión en el primer caso o siempre establecer una llamada a otro puerto.

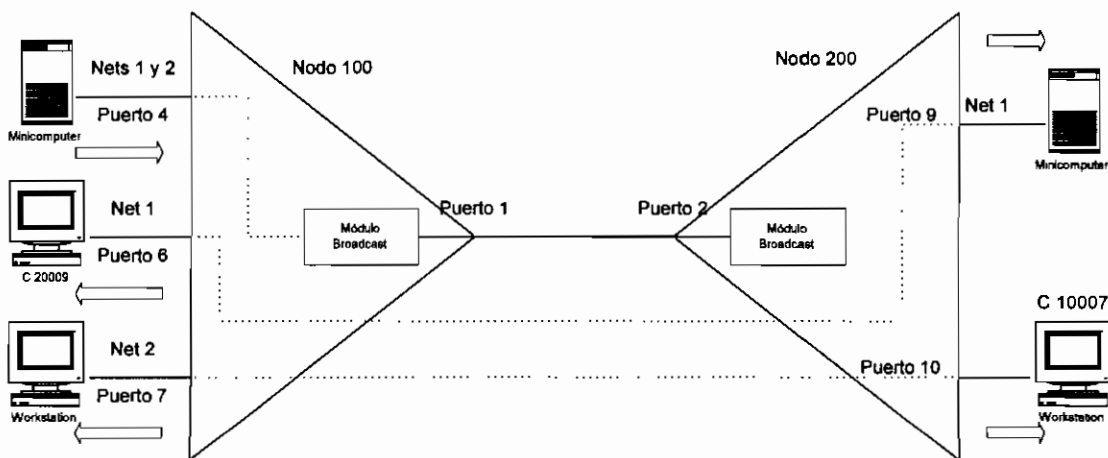


Fig 3.13 Aplicación simple de un *broadcast* mediante SVC's

3.8 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER 6520

Antes de que un *router* 6520 empiece a operar, éste debe ser configurado desde un terminal de control como se ha mencionado anteriormente. El cuadro 3.9 muestra el menú de configuración del *router* tal como aparece en la pantalla del terminal.

```
Node: QUITO_1    Address: 1001    Date: 9-MAY-1997    Time: 22:31:34
Menu: Configure                                     Path: (Main.6)

1.  Node
2.  Port
3.  Configure Network Services
4.  Inbound Call Translation Table
5.  Outbound Call Translation Table
6.  PAD Prompt Table
7.  Calling Addr Translation Table
8.  BSC/DSP3270 Device Table
9.  NUI/Password Table
10. PAD Profile Table
11. Remote PAD Parameter Table
12. Master MX25 Stations
13. Node to node download
14. SVC Broadcast Output Table
15. PVC Broadcast Output Table
16. SDLC Port Stations
17. FRI Stations
18. Internal DSD Table
19. BSTD Station Table
20. XDLC Port Stations
21. Configure Bridge
22. Configure LAN Connections
23. Software Key Table
24. Configure Router
25. FRA Stations
26. LLC to SDLC Tables
27. ISDN Channels
28. DORA Record
29. Network NUIC Record
30. Configure SNMP
31. TCP
32. Virtual Port Mapping Table
33. Configure SPFM Connection Table
34. SMDS Stations
35. ToW Table
36. VX Station
```

Cuadro 3.9 Menú de configuración del *router*

Los parámetros de configuración son agrupados en *records* que son seleccionados desde el menú de configuración como muestra la figura 3.14. A continuación se describen los principales parámetros de configuración del menú.

Node Record: Define las características del nodo incluyendo su nombre, dirección, alarmas y *timers*.

Port Record: Define las características de un puerto específico, todos los parámetros son configurados por separado para cada puerto.

Configure Network Services: En este submenú se configura la tabla de selección de rutas en el que se direcciona la llamada saliente hacia un nodo o puerto.

Inbound Call Translation Table: Especifica cómo el nodo traduce las llamadas recibidas desde una PDN.

Outbound Call Translation Table: Especifica cómo el nodo traduce las llamadas que envía a una PDN.

PAD Promt Table: Especifica el *prompt* que aparece en el puerto de usuario.

NUI/Password Table: Especifica la cuenta, la clave y los PAD *prompts* para los puertos asincrónicos.

PAD Profile Table: Especifica el perfil para un PAD en el nodo local.

Remote PAD Parameter Table: Especifica información actualizada a un PAD remoto debido a las llamadas realizadas a los puertos del nodo.

SVC Broadcast output table: Especifica las características de las redes *Broadcast* con SVCs.

PVC Broadcast output table: Especifica las características de las redes *Broadcast* con PVCs.

SDLC port stations: Especifica los parámetros de configuración de las estaciones SDLC.

FRI Stations: Especifica los parámetros de configuración de las estaciones *Frame Relay*.

BSTD Station Table: Especifica los parámetros de configuración de llamada para el puerto *Borroughs Pool Select*.

Configure Router: Se especifica los parámetros de configuración del router a nivel WAN, es decir, configuración de interfaces así como el *routing* y la tabla de mnemónicos.

FRA Stations: Especifica los parámetros de configuración de las estaciones FRA⁴.

Software Key Table: Contiene las autorizaciones de claves para ciertas opciones que deben ser habilitadas.

Calling Address Translation Table: Especifica cómo el nodo traduce las llamadas recibidas de una PDN. Se usa generalmente en redes X.25.

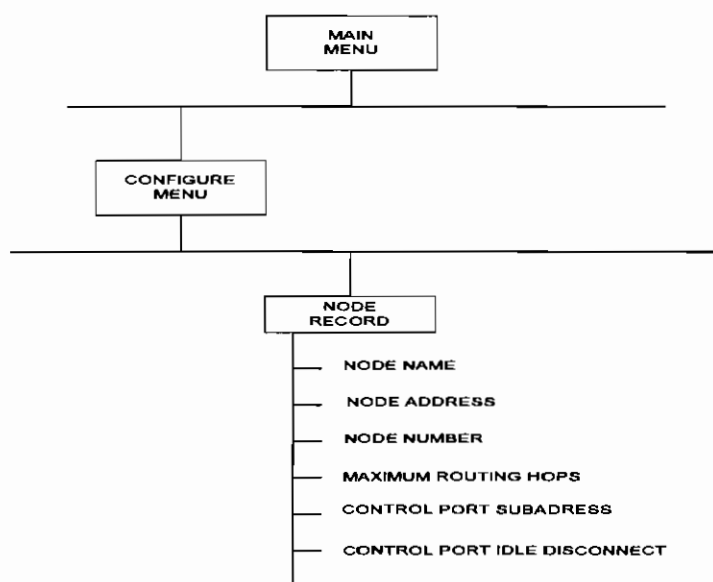


Fig 3.14 Modo de agrupación de los parámetros de configuración del *router*

3.9 THRESHOLDS

En el submenú *node record* se tiene muchos parámetros para monitorear ciertas situaciones específicas de sobrecarga en la red, tales como:

⁴ La diferencia básica entre el FRI y el FRA está en que el FRI conecta puertos DTE y el FRA puertos DCE, es decir, el FRA está configurado en la nube Frame Relay.

- **Port Utilization Threshold:** Este parámetro establece el nivel de alarma para el tráfico en cada puerto del nodo. El tráfico es revisado sobre un intervalo de 64 segundos como promedio en caracteres por segundo. Esto es comparado al reloj del puerto y se extrae un factor de utilización.

Si el porcentaje de utilización excede lo configurado se genera una alarma. Estos datos son guardados en un reporte para cada puerto en cuestión.

- **Buffer Utilization Threshold:** Este parámetro establece el nivel de alarma para los *buffers* de datos. Cuando los datos pasan a través del nodo, los *buffers* proveen un almacenamiento temporal. Si la utilización de *buffers* excede el porcentaje especificado de almacenamiento disponible se genera una alarma.
- **CPU Utilization Threshold:** La unidad de procesamiento central tiene dos funciones, correr las pruebas de diagnóstico para asegurar que el *hardware* no presenta fallas y procesar el tráfico de comunicaciones de datos. Si la CPU no está procesando datos, debe estar ejecutando la prueba de diagnóstico, pero nunca estará detenido. Este parámetro especifica la cantidad de tiempo que la CPU se encuentra realizando funciones de no diagnóstico. Si el porcentaje excede el *threshold*, se genera una alarma.
- **Port Error Threshold:** Los esquemas de detección de errores son usados para proteger datos transferidos entre un puerto y un equipo conectado. Para protocolos sincrónicos, los datos son transferidos en tramas con un campo de corrección de errores (CRC) como parte de la trama. Para protocolos asincrónicos, un bit es añadido a cada caracter. Cada puerto detecta errores mediante un examen de estos bits. Cuando un error es detectado se incrementa un contador que si excede el porcentaje de *threshold* se genera una alarma.

- **Threshold Alarm Timer:** Este parámetro previene al nodo de enviar alarmas muy frecuentemente. Si el nodo genera una alarma, se inicializa un *timer* y el nodo no está permitido de generar la misma alarma hasta después de un cierto tiempo.

3.10 ROUTING

El *routing* es el proceso de determinación del camino que una llamada tomará a través de la red. Todas las llamadas son ruteadas hacia y a través del nodo mediante tres parámetros que se configuran en la tabla de selección de rutas, a saber:

- 1.- Dirección: La dirección de red del nodo destino.
- 2.- Destino: El puerto al cual la llamada será enrutada en el nodo local.
- 3.- Prioridad: La prioridad del puerto de destino usado para dividir y alternar rutas (*sharing*).

También debe ser configurada una tabla de selección de rutas para todas las posibles llamadas destino con excepción del puerto local PAD y módulos locales. Esto incluye llamadas que se originan en los terminales conectados al nodo y las llamadas recibidas por un nodo y enviadas hacia otro.

Cuando se configura la tabla de selección de rutas, es posible simplificar las rutas incluyendo en la dirección uno o tantos asteriscos (*) se necesite; por ejemplo se quiere ingresar una dirección como 25** en la tabla, el nodo aceptará toda llamada que venga con dirección 2500, 2554, 2534, etc.

Asímismo es posible abreviar la dirección del nodo llamado, como por ejemplo al ingresar una dirección como 20, el nodo aceptará llamadas de nodos como 20, 200, 205, etc.

El caso más simple de ruteo ocurre en redes punto-punto como muestra la figura 3.15.

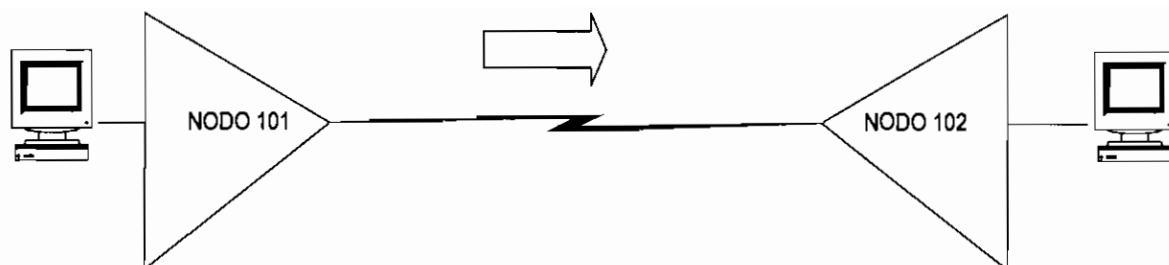


Fig. 3.15 Routing Punto - Punto

En el ejemplo, el terminal en el nodo 101 realiza una llamada al terminal en el nodo 102. La tabla de selección de rutas en el nodo 101 ha sido configurado para incluir la dirección del nodo 102 y el número de puerto sobre el cual la llamada es enviada. Cuando el terminal en el nodo 101 inicia una llamada, el nodo 101 examina la dirección comparándola con su propia dirección (*Node Record* parámetro *Node Address*). Si allí no se encuentra compara con su tabla de selección de rutas y encuentra una para el nodo 102.

Una vez hecho esto chequea en su tabla el puerto sobre el cual será enviada la llamada hacia el nodo 102. La llamada es entonces enviada al nodo 102. En recepción el nodo 102 chequea las direcciones enviadas a sí mismo y al encontrarlas rutea éstas hacia la subdirección especificada (*port number*).

Es posible realizar una llamada punto a punto mediante nodos intermedios (fig 3.16) haciendo la red más compleja pero bajo el mismo esquema.

En algunas aplicaciones se puede utilizar un esquema parecido al que realiza un *sharing*, este esquema es el denominado *Load Sharing*. Las llamadas destinadas para un nodo en particular pueden ser ruteadas sobre dos *links* para reducir la congestión y mantener un nivel razonable de tráfico. El 6520 puede tener hasta 128 rutas separadas, cada una de ellas puede especificar hasta 8 puertos destino y sus prioridades.

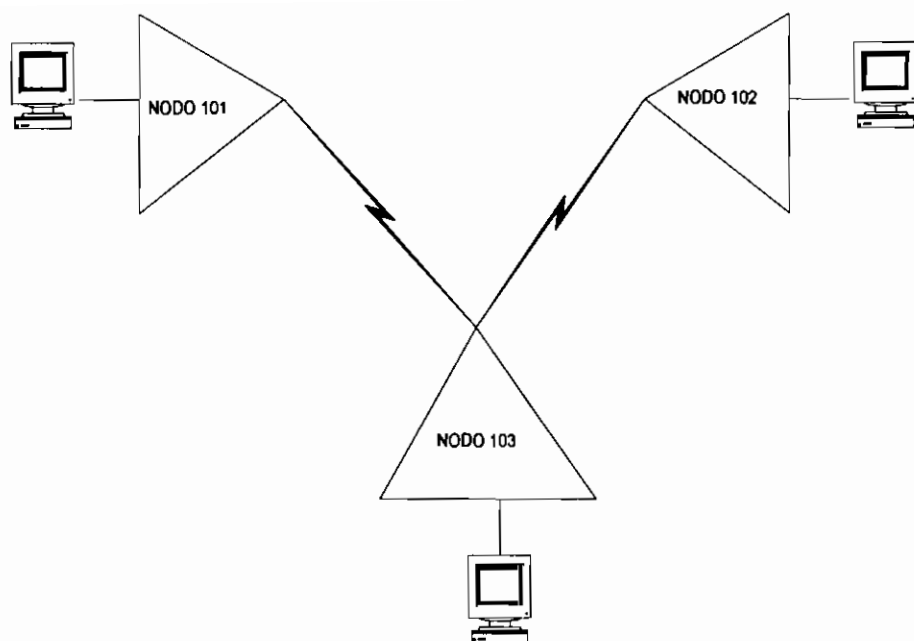


Fig 3.16 Routing Punto – Punto con nodo intermedio

Para realizar un *Load Sharing* tanto la dirección de red, destino y prioridad del tráfico para los puertos involucrados deben estar en la misma tabla de selección de rutas y tener la misma prioridad y velocidad de enlace.

En la figura 3.17, las llamadas desde los terminales conectados al nodo 101 con los terminales en el nodo 102, son ruteadas sobre los puertos 1 y 2 siendo sus velocidades las mismas. La tabla de selección de rutas en el nodo 101 incluye la dirección del nodo 102 y los números de los puertos sobre los cuales serán enviadas las llamadas. Cuando el nodo 101 es configurado, una simple entrada en la tabla se debe configurar para el nodo 102, con esto el primer puerto destino tiene como prioridad 1. El segundo puerto destino también tendrá como prioridad 1. Esto especifica que la llamada será enviada primero sobre el puerto 1 y luego sobre el puerto 2, subsecuentemente las llamadas serán alternadas entre los dos puertos en la misma forma.

La tabla de selección de rutas puede ser configurada también de tal manera que las llamadas sean ruteadas sobre caminos alternativos cuando el camino o *link* principal está no disponible. La figura 3.18 representa este esquema.

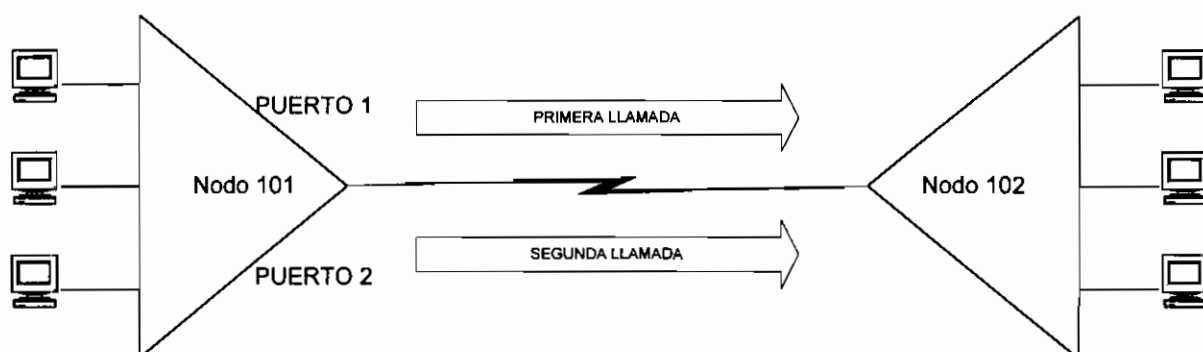


Fig. 3.17 Load Sharing

En este ejemplo, el nodo 101 realiza una llamada al terminal en el nodo 102. La tabla de selección de rutas para el puerto destino (Puerto 1) tiene como prioridad 1. Este es el camino preferido para que las llamadas fluyan desde el nodo 101 hacia el nodo 102.

La tabla de selección de rutas para el puerto 2 tiene como prioridad 2. Este es el camino alternativo cuando las llamadas provenientes del nodo 101 al nodo 102 no pueden ser enviadas por el puerto 1.

Si el puerto 2 tiene prioridad 1, los dos puertos se comportarán como el ya mencionado esquema *load sharing* alternando las llamadas, no como un camino alternativo.

El router usa un algoritmo para calcular el mejor camino para el tráfico que circula a través de la red, considerando los siguientes factores:

- El número de canales lógicos en uso
- Velocidad del puerto

- Prioridad de los *links* elegidos
- Elimina *links* con prioridad cero.

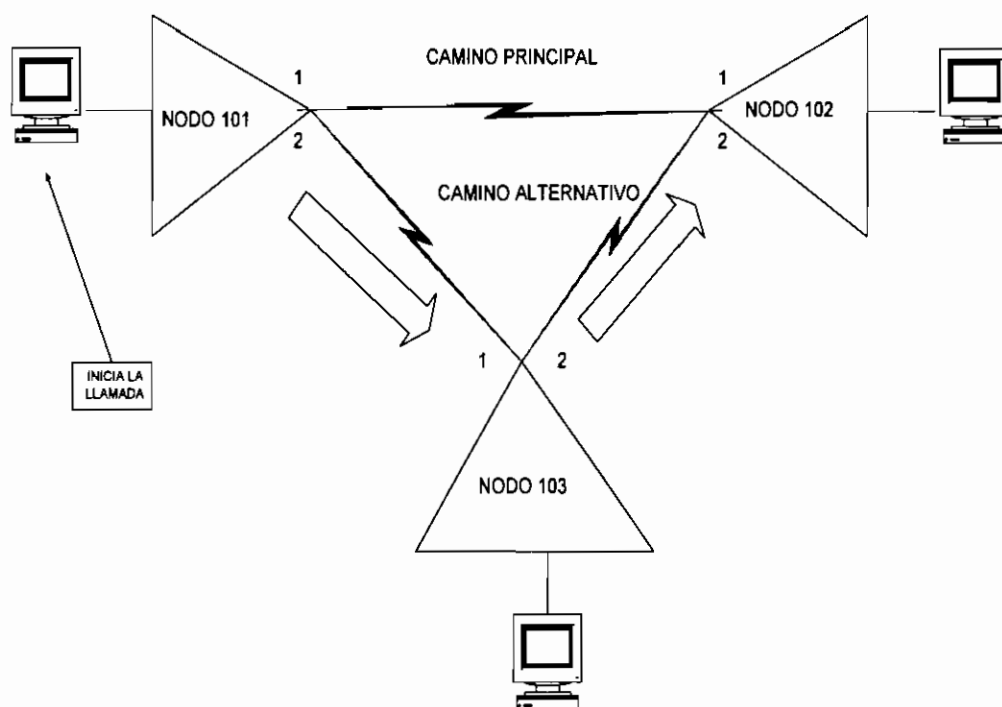


Fig 3.18 Routing utilizando una ruta alternativa

3.10.1 Teoría básica de Direcccionamiento

Para todas las llamadas que deben ser establecidas entre dos puntos en una red de ruteadores, se deben incluir dos tipos de direcciones en el comando de llamada. La primera es la dirección del nodo que está conectado al terminal que está siendo llamado. La segunda es la subdirección que identifica el puerto al cual el terminal llamado está conectado.

Para un puerto que recibe una llamada, se debe configurar dos parámetros en el nodo receptor:

- Dirección del Nodo (*Node Address*): Este parámetro especifica la dirección del nodo en la red.
- Subdirección (*Subaddress*): Este parámetro provee una subdirección para el puerto en particular que recibe la llamada.

Para el puerto que envía la llamada se debe configurar la tabla de rutas (*Route Selection Table*) en el nodo que realiza la llamada. Esta tabla contiene los siguientes parámetros:

- Número de entrada (*Entry Number*): identifica la entrada que está siendo configurada en la tabla de selección de rutas.
- Dirección: Esta es la dirección de red del nodo que recibe la llamada. Debe estar representado en la dirección del nodo receptor.
- Destino: Este es el puerto local por el cual la llamada sale. Pueden ser configurados hasta 8 puertos destino.
- Prioridad: Esta es la prioridad del puerto destino y es usado para *load sharing* y ruteo alternado.

Cuando una llamada se inicia desde un terminal conectado al *router*, éste primero examina la dirección de red de la llamada para determinar si representa su propia dirección de red. Si es así (esto es, la llamada está destinada para otro terminal dentro del nodo), el nodo chequea la subdirección y envía la llamada al puerto apropiado.

De no ser así, el nodo compara la dirección de red en su tabla de selección de rutas. Si representa alguna, entonces el nodo chequea el destino (puerto) que corresponde a la dirección y envía la llamada hacia aquel puerto.

En el lado receptor, el nodo chequea la dirección de red para ver si es su dirección, si no existe, el nodo chequea su tabla de selección de rutas para ver hacia dónde se dirige la llamada, de lo contrario chequea la subdirección de la llamada y la compara a su lista de puertos. Luego de esto el nodo envía la llamada al puerto designado si se encuentra disponible.

La figura 3.19 ilustra cómo trabaja el direccionamiento para una llamada entre terminales en diferentes nodos.

Una llamada es iniciada desde un terminal en el nodo 1001. La llamada contiene la dirección de red 2001 y la subdirección 06.

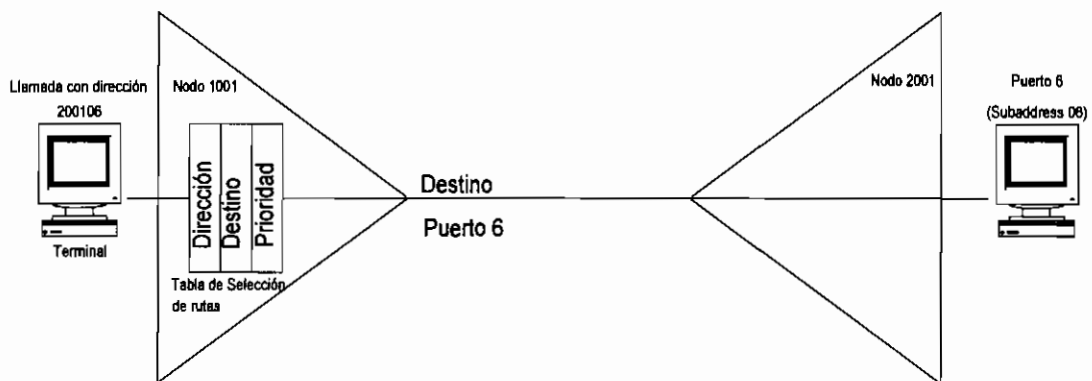


Fig 3.19 Direccionamiento de la llamada entre dos terminales

Primer paso: El nodo 1001 compara la dirección de la llamada con su propia dirección.

Segundo paso: Debido a que no es ésta, el nodo compara la dirección en su tabla de rutas. El nodo encuentra una para la dirección de red 2001. El nodo chequea el parámetro de destino que determina a qué puertos la llamada puede ser ruteada. Finalmente, el nodo determina la prioridad de los puertos destino y envía la llamada al puerto de más baja prioridad calculada (no al de prioridad 0).

Tercer Paso: La llamada es enviada al puerto destino (puerto 6)

Cuarto Paso: El nodo 2001 recibe la llamada y la compara con su propia dirección. Al encontrar que es su dirección, el nodo chequea la subdirección y revisa el puerto en orden numérico. Si el puerto designado está disponible, la llamada es entonces enviada allí.

3.10.2 Subdireccionamiento en grupos

En algunas aplicaciones las llamadas entrantes pueden ser ruteadas a un sinnúmero de subdirecciones (puertos) en un nodo. Esto es acompañado por un grupo de subdireccionamiento (sólo para puertos PAD y MUX). El parámetro *Group Subaddress* en la configuración del puerto permite a muchos puertos ser agrupados dentro de un *hunt group*. Cuando se realiza una llamada a cualquier puerto dentro de un *hunt group* hay que ingresar la subdirección del grupo dentro del campo de subdirecciones. Un puerto puede formar parte de uno o dos *hunt groups*. En la figura 3.20 el nodo 1001 tiene configurados los puertos 4 al 6 que a su vez forman el *hunt group* 50. Si una llamada ingresa con subdirección 04 por ejemplo, el nodo revisa la subdirección del puerto y la envía al puerto 4. En cambio si una llamada ingresa con subdirección 50, el nodo revisa ésta y busca el puerto 50, como no existe este puerto entonces chequea puertos con una subdirección de grupo 50 y selecciona los puertos 4, 5 y 6 en orden numérico. Si los puertos no están disponibles, entonces la llamada es borrada.

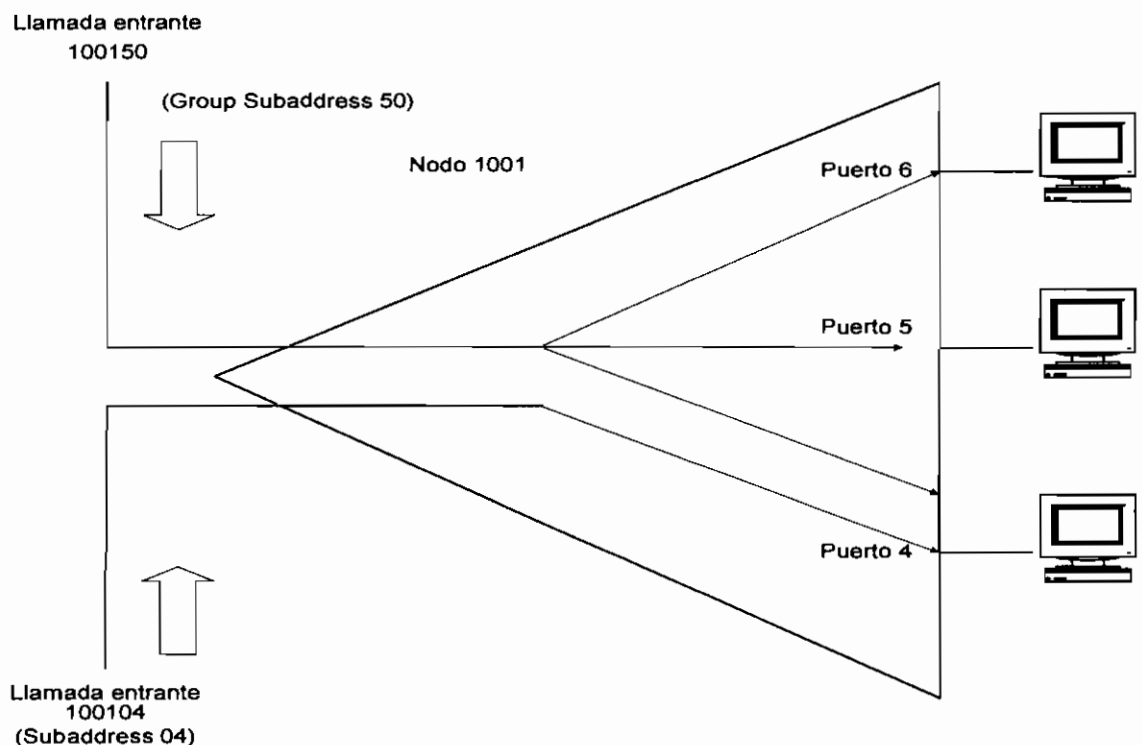


Fig 3.20 Subdireccionamiento en grupo

3.10.3 Mnemónicos

Se pueden establecer llamadas mediante mnemónicos solamente si los parámetros tanto en la tabla de mnemónicos y la tabla de selección de rutas son configurados debidamente.

- Tabla de Mnemónicos: En el nodo donde la llamada se origina se debe configurar una entrada para cada dirección X.25 a ser llamada. Aquella entrada debe incluir el mnemónico y la dirección de destino.
- Tabla de Selección de rutas: En el mismo nodo se debe configurar la correspondiente entrada en la tabla, representando la dirección de destino que está en la tabla de mnemónicos.

La figura 3.21 es un ejemplo de este proceso. En el nodo 100 el terminal del puerto 4 realiza una llamada con mnemónico al terminal en el puerto 3, nodo 200.

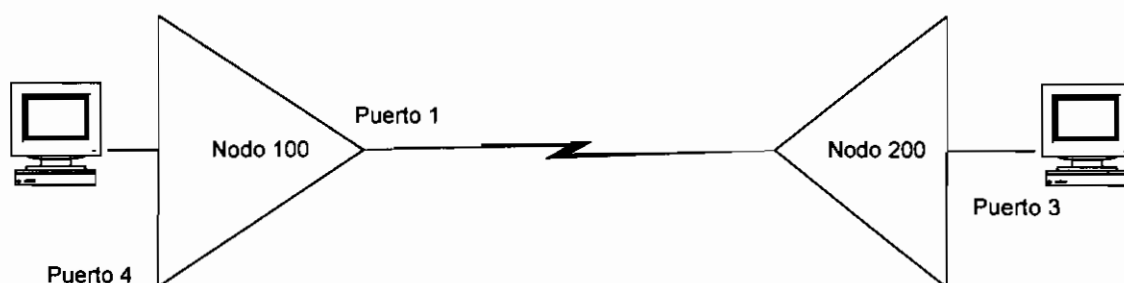


Fig 3.21 Establecimiento de una llamada mediante un mnemónico

Los parámetros a ser configurados serían los siguientes:

Mnemonic Table Record:

Entry = 1

Mnemonic = puerto3

Destination Address = 20003

Route Selection Table:

Address = 200

Destination = X25 – 1

Priority = 1

3.10.4 “Blanqueo” de direcciones

El *router* 6520 permite “blanquear” una dirección. Esto quiere decir, no ingresar ningún valor. Este es el llamado “*blanking*” y tiene dos usos.

Primero, se puede blanquear una dirección del nodo (*Node Address=blank*). Cuando el nodo tiene una dirección en *blank*, las llamadas entrantes son ruteadas a uno de sus puertos, el nodo ignora el campo de direcciones y rutea las llamadas de acuerdo a la subdirección. Esta capacidad permite realizar una llamada al nodo igual si éste haya perdido su configuración de memoria y por lo tanto su dirección de nodo.

Cuando un nodo con una dirección en *blank* recibe una llamada, trata de encontrar un puerto igual al que tenga una subdirección en *blank*, si no encuentra trata con el último dígito en la subdirección de la llamada, caso contrario con los dos últimos dígitos y finalmente con los tres últimos dígitos. Por ejemplo, cuando un nodo con una dirección (*blank*) recibe una llamada direccionada a 4560123, el nodo trata de encontrar una llamada al puerto configurado con subdirecciones seteadas a *blank*, 3, 23 y finalmente 123.

El segundo uso del “*blanking*” se utiliza para deshabilitar una función. Por ejemplo si se desea deshabilitar el parámetro *Group Subaddress* se debe setear éste a *blank*.

3.10.5 Protocolo Internet (IP)

En este tema se explicará la parte por la cual el *router* direcciona los paquetes hacia las direcciones de destino mediante el protocolo internet (IP). Una red IP es un grupo de segmentos de red que son interconectados mediante *routers*. Estos segmentos de red forman al mismo tiempo una red virtual⁵ como la de la figura 3.22.

IP no es un protocolo exclusivo de capa red. Provee servicio no orientado a conexión, entregando paquetes con el mejor esfuerzo. Esto significa que cada paquete sucesivo entre la misma fuente IP y el destino es individualmente ruteado y podría seguir un camino diferente que su predecesor. IP realiza el mejor esfuerzo para entregar paquetes a sus destinos, pero no garantiza que el paquete llegue a su destino.

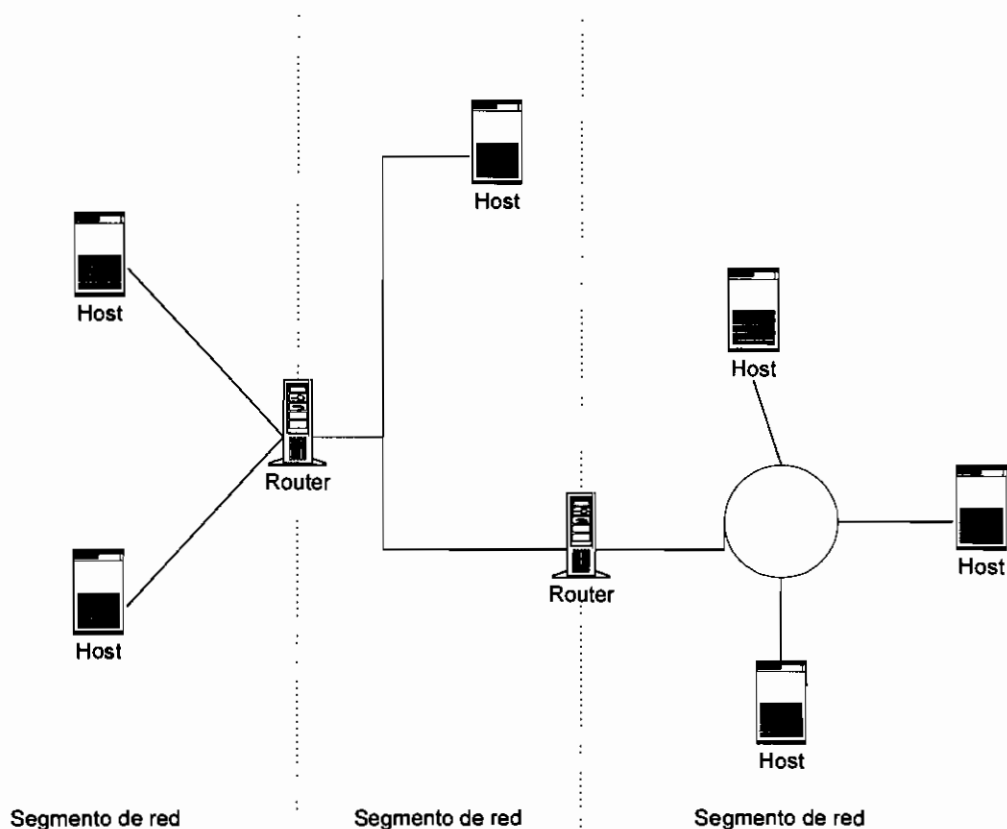


Fig 3.22 Ejemplo de una red IP

⁵ Red Virtual = es aquella que está formada por circuitos lógicos que se establecen al configurar PVC's o SVC's.

El resultado de esto es que los paquetes pueden perderse o encontrarse fuera de secuencia. Tales condiciones no serán detectadas y ni el transmisor ni el receptor estarán al tanto de este resultado.

La capa transporte y sus protocolos tal como TCP es la responsable de asegurar la entrega del paquete de una manera confiable. Implementa un servicio de transporte confiable en la entrega de paquetes provisto por IP.

3.10.5.1 Direccionamiento IP

Las direcciones IP identifican dónde el interfaz del *host* se conecta a la red IP o a un segmento particular de red. Por ejemplo, si un *host* tiene más de un interfaz conectado a la red, aquel *host* podría tener una dirección IP para cada conexión. En esta forma una dirección IP es más que una dirección postal que indica dónde enviar el dato, pero no define quién recibe el dato en esa dirección.

Una dirección IP es un número de 32 bits contenido en la cabecera de un datagrama IP, que codifica la identificación de un segmento de red al igual que la identificación de un único *host* en aquella red. Este número de 32 bits es comúnmente representado en notación decimal separada con puntos, en el cual un entero decimal representa un octeto de la dirección de 32 bits. Por ejemplo, la dirección de 32 bits:

10000000 000001010 00000010 00011110

es escrito como 128.10.2.30

En este ejemplo:

128 es el valor decimal del byte más alto.

10 es el valor decimal del byte bajo siguiente.

2 es el valor decimal del byte bajo siguiente.

30 es el valor decimal del byte más bajo

Cada dirección IP establece un par de identificadores: el *Netid* y el *hostid*. El *netid* identifica dónde la estación reside. La porción *netid* de la dirección es usada para el ruteo de paquetes IP. El *hostid* identifica un *host* o estación específica en la red. Toda la dirección consistente del *netid* y el *hostid* es usada solamente para la entrega final. Las direcciones especifican una conexión a la red y no especifican una estación final. Por ejemplo, una estación final puede tener más de una dirección IP si tiene más de una conexión a una o más redes. Como un ejemplo de esto, una estación de trabajo con un simple puerto LAN tiene una simple dirección IP y un *router* IP con un puerto LAN y cuatro puertos WAN tiene hasta 5 direcciones IP. Cualquiera de estas direcciones asociadas con el *router* es válida y puede ser usada para enviar tráfico IP. Un *router* podría estar funcionando normalmente, pero si esta conexión a un red particular está caída, el *router* no puede ser alcanzado por esa dirección.

Las direcciones IP han sido diseñadas en las siguientes clases: Clase A, Clase B y Clase C. Un *host* determina la clase de dirección IP mediante un análisis de los bits de mayor orden.

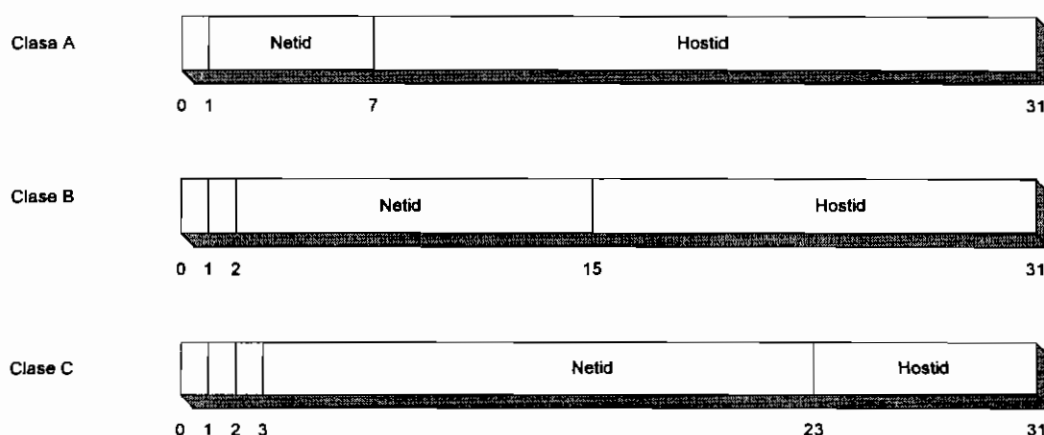


Fig 3.23 Clasificación de las direcciones IP

a) Direcciones Clase A

Una dirección clase A es usada para cualquier red que tenga más de 65536 *host*. Solamente existen 127 direcciones clase A. Un *host* interpreta una dirección clase A mediante la lectura del bit 0 de la dirección de 32 bits. Si este bit está seteado en 0, el *host* interpreta el *netid* como los primeros 8 bits y el *hostid* como los 24 últimos bits.

b) Direcciones Clase B

Una dirección clase B es usada para cualquier tamaño intermedio de red que tenga entre 256 y 65536 *host*. Con esta dirección, los primeros 16 bits de los 32 indican el *netid* y los otros 16 el *hostid*.

Un *host* interpreta una dirección clase B mediante la lectura de los bits 0 y 1 de los 32 bits de la dirección. Si estos bits están seteados en 1 y 0 respectivamente, entonces el *host* interpreta el campo *netid* como los primeros 16 bits y el campo *hostid* como los 16 últimos bits.

c) Direcciones Clase C

Una dirección clase C es usada para cualquier red que tenga menos de 256 hosts. Con esta dirección, los primeros 24 bits indican el *netid* y los 8 restantes el *hostid*.

Un *host* interpreta una dirección clase C mediante la lectura de los bits 0, 1 y 2. Si estos bits están seteados en 1, 1 y 0 respectivamente, entonces el *host* interpreta el campo *netid* como los primeros 24 bits y el campo *hostid* como los 8 restantes.

3.10.6 Múltiples direcciones IP

El *router* 6520 permite la implementación de múltiples direcciones IP en el mismo interfaz de tal manera de realizar lo siguiente:

- Migrar de una dirección IP hacia otra
- Usar dos subredes en el mismo enlace físico. Por ejemplo, es posible que la cantidad de *host* en los segmentos de red física exceda la capacidad de la subred. Cuando esto ocurre otra subred debe ser añadida al segmento físico de la red.

3.10.7 Subredes

El direccionamiento mediante subredes o conocido como “*subnetting*” permite múltiples segmentos físicos de red interconectados con una dirección IP. El *subnetting* añade otro nivel de jerarquía a la estructura de direccionamiento de Internet. En lugar de 2 niveles de jerarquía hay 3 niveles consistentes del *netid*, *subnetid* y el *hostid*. Una red que tenga asignada números de dirección IP es libre de asignar un número de subred a cada uno de sus segmentos físicos de red (LAN y WAN).

Una subred solamente cambia la interpretación de la dirección IP. Divide la dirección en el *network ID (Netid)*, *subnet ID (subnetid)* y *host ID (hostid)*. De acuerdo a la figura 3.24, el segmento de red es identificado mediante la combinación del *netid* y el *subnetid*. No existe un estándar para el ancho de la subnet, puede ir desde pocos bits o incluso ser mayor que el campo *hostid*.

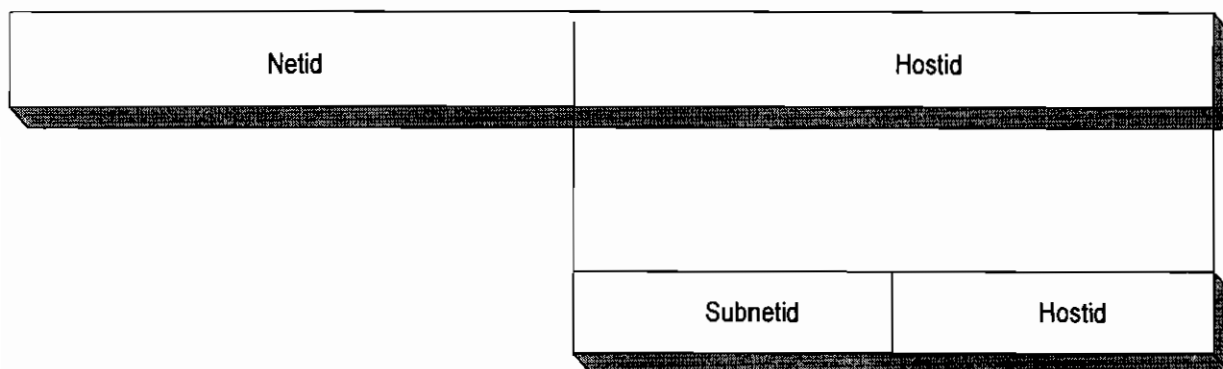


Fig 3.24 Concepto de Subred

3.10.7.1 Máscara de la subred

Cuando se añade una dirección IP a un interfaz, se debe especificar una máscara de subred. Estas identifican la porción de la dirección ocupada por el *netid* y el *subnetid*. La máscara es simplemente otra cadena de 32 bits con notación IP con unos en la porción de red y subred de la dirección. Por ejemplo, para asignar los primeros 8 bits del *hostid* como el *subnetid* en una dirección clase B, se coloca unos en el *netid* y *subnetid*, lo cual resulta en una máscara de 255.255.255.0.

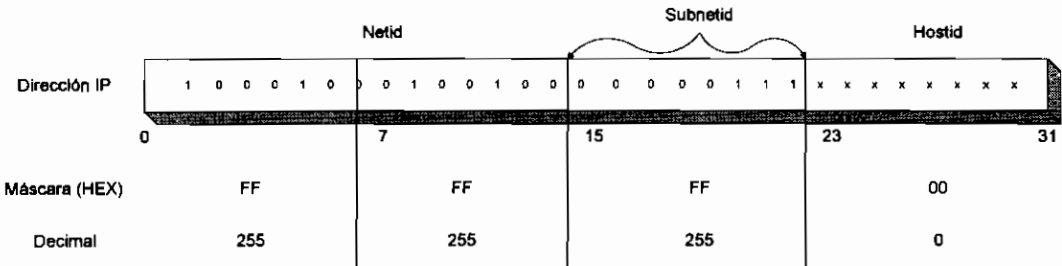


Fig 3.25 Máscara de subred de 8 bits

El *subnetid* puede consistir de cualquier número de bits del campo *hostid*, no necesita usar múltiplos de 8. Por ejemplo, se puede asignar los primeros 10 bits del *hostid* como el *subnetid*.

Esto podría crear una máscara de 255.255.255.192 como se observa en la figura 3.26.

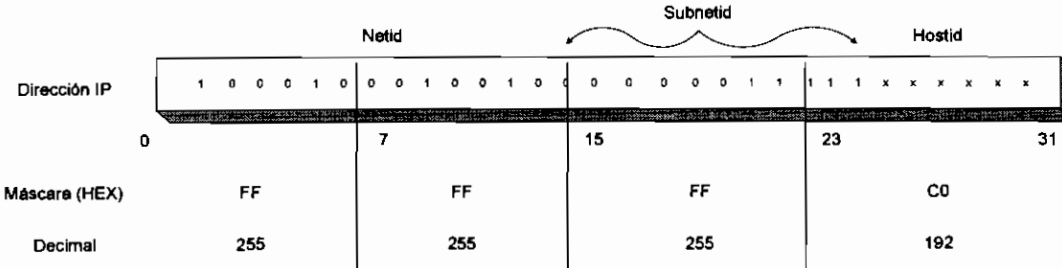


Fig 3.26 Máscara de subred de 10 bits

El siguiente cuadro muestra las máscaras de subred, tanto el *subnet* como el campo *host* que se puede obtener de la división del octeto:

Bits de la subred	Bits del host	Byte de la máscara (HEX)	Byte de la máscara (decimal)
0	8	0	0
1	7	80	128
2	6	C0	192
3	5	E0	224
4	4	F0	240
5	3	F8	248
6	2	FC	252
7	1	FE	254
8	0	FF	255

Cuadro 3.10 Máscaras de subred

El protocolo Internet usa tablas de ruteo para decidir dónde enviar el paquete. La tabla de ruteo es una lista de todos los segmentos de red que IP conoce cómo alcanzar. La tabla de ruteo contiene tanto rutas estáticas como dinámicas. Una ruta dinámica es aquella que aprende el primer camino más corto disponible y es manejada por los protocolos OSPF (*Open Shortest Path First*), RIP (*Routing Interior Protocol*) o EGP (*Exterior Gateway Protocol*). Estos protocolos regularmente actualizan sus tablas de rutas de acuerdo a las condiciones de cambio en la red. Las rutas dinámicas permiten al *router* realizar un *bypass* cuando existen fallas en la red.

Una ruta estática es aquella que nunca cambia y es una ruta que debe entrar cuando se configura IP. Las rutas estáticas son usadas cuando el *router* no puede determinar la ruta dinámica correcta. IP está establecido en la siguiente forma en un *router*:

IP recibe el paquete y lee los 32 bits de la dirección destino que se encuentran dentro de la cabecera del paquete.

Si el paquete está destinado para este *router*, el ruteo no es necesario e IP maneja el paquete mediante un *software* interno apropiado, esto incluye:

Control de paquetes IP

Actualización del ruteo de paquetes

Paquetes usados para propósitos de diagnóstico.

Si el paquete está destinado para un *host* en un segmento de red que está directamente conectado, IP ajusta la dirección destino con la dirección física apropiada en la tabla ARP. IP maneja entonces el paquete mediante un protocolo de capa más baja para transmitir el paquete al nodo destino.

Si el paquete está destinado para un segmento remoto de red, IP utiliza la tabla de rutas para determinar a cuál interfaz del *router* dirigir aquel segmento de red. Cada entrada en la tabla de rutas contiene una dirección de destino del siguiente *router*.

Si IP ajusta la dirección de destino en la tabla con el destino contenido en el paquete, entonces éste es manejado por un protocolo de capa inferior para transmitirlo a aquel *router*.

Si el paquete no tiene una entrada para su dirección IP en la tabla de rutas, el paquete es entonces enrutado hacia el denominado *default router*. Los *default routers* son usados para rutear paquetes cuyos destinos no son encontrados en la tabla de rutas.

3.11 DEFAULT ROUTERS (GATEWAYS)

Un *gateway* conoce cómo enrutar un paquete que otro *router* no lo pueden hacer. Existen dos clases de *gateways*: los *default gateways* para la red en sí y los *gateways* para subredes.

El primero de ellos realiza el enrutamiento de paquetes para otros *routers* sobre una red internet que tiene tráfico de paquetes para un destino desconocido de la red.

Los *gateways* para subredes realizan el *routing* de subred en una red donde los otros *routers* no conocen cómo enrutar el tráfico hacia destinos específicos.

Se puede especificar una ruta (ruta estática) donde IP debería rutear paquetes que no los puede rutear usando su propia tabla de rutas, o el *router* puede actuar como un *default router* usando los protocolos OSPF o RIP. Ambos protocolos representan al *default router* con una dirección destino 0.0.0.0.

3.12 ARP (*ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL*)

ARP conocido como protocolo de asociación de direcciones, es un protocolo de bajo nivel que dinámicamente traduce las direcciones IP de la red en direcciones físicas (Capa MAC).

Dada solamente la dirección de capa red del sistema de destino, ARP permite a la fuente *host/router* encontrar la dirección MAC del *host* destino en el mismo segmento de red.

Cuando un *router* traduce una dirección de capa red a una dirección física, primero el *router* accesa a una memoria intermedia (caché) que tiene la dirección física que corresponde a aquella dirección de capa red.

Si esta memoria no contiene la dirección MAC, el *router* envía un requerimiento ARP hacia todos los *host* pidiendo una respuesta del *host* que contiene la dirección de red especificada.

El *host* con esta dirección de red envía una respuesta conteniendo su dirección física hacia el *router*. El *router* entonces envía el paquete al *host* destino. Esta dirección es ingresada al caché del *router* para uso futuro. La figura 3.27 ilustra los pasos involucrados en un proceso ARP.

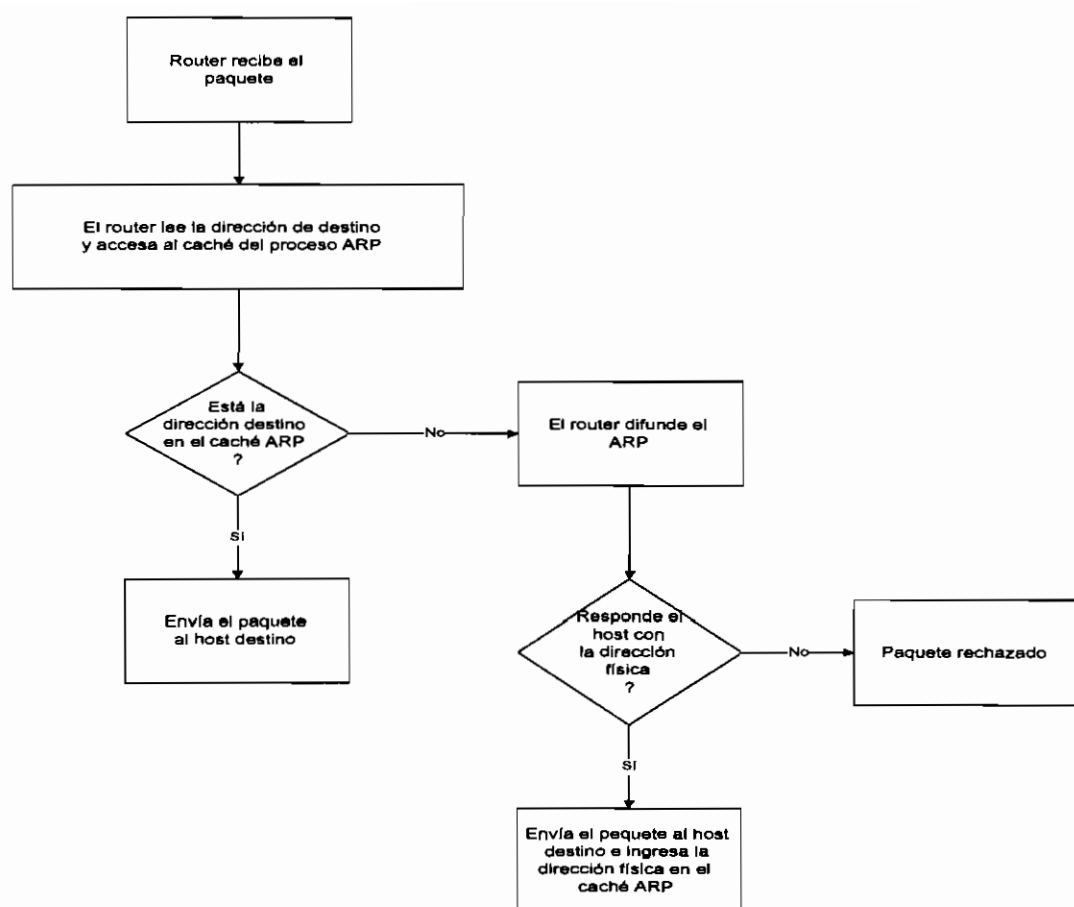


Fig 3.27 Proceso ARP

3.13 CONEXIÓN A REDES PÚBLICAS DE DATOS

Cuando el *Router 6520* se conecta a una red pública de datos hay que asegurarse que esté configurado como X.25. Los puertos conectados a una PDN generalmente reciben llamadas con direcciones de red que son inconsistentes con las direcciones de la red privada. Esto es, la dirección y el formato usado por una red pública de datos usualmente difieren del usado en una red privada.

También, una red privada conectada a un puerto en una PDN recibe llamadas con la dirección del puerto igual a la del puerto asignada por la red pública. La figura 3.28 muestra un nodo conectado a una red pública de datos.

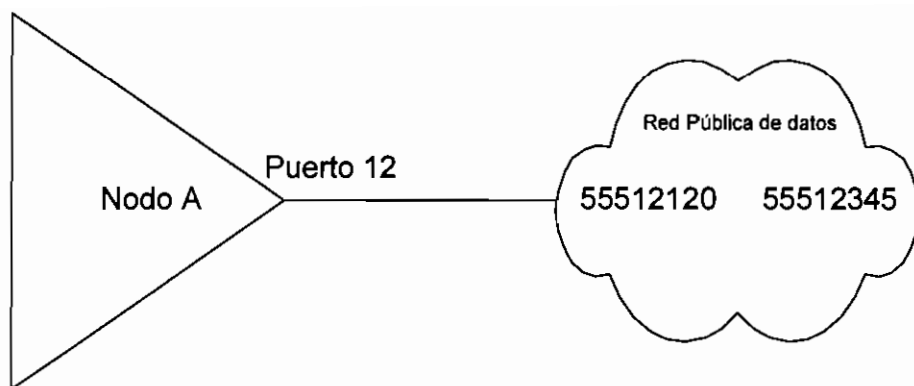


Fig 3.28 Nodo conectado a una PDN

Por ejemplo, las llamadas provenientes de una PDN al nodo A tiene la dirección igual a 55512120 que asignó la PDN a su punto de conexión. En algunas redes privadas, el nodo A y otros nodos en la red privada no pueden usar esta dirección para rutear la llamada al destino, porque no representa una dirección en una red privada.

Para llamadas entrantes el *router* debe derivar la dirección de destino de la red privada mediante otros términos.

Existen muchas formas para derivar la dirección de red desde el paquete de la llamada.

- Primero, toda la dirección de la red puede ser llevada en el campo de configuración de la llamada (*call setup*) de acuerdo con X.25. La dirección es extraída y usada directamente para formar la dirección de red para la red privada.
- Segundo, la dirección de red privada puede ser formada mediante el despojo de un número especificado de dígitos del comienzo de la dirección PDN (Por ejemplo los 3 dígitos de la dirección 55512120). El número de dígitos es dado por aquel que se configura en los parámetros del puerto X.25 del *router*. No se realiza este proceso si este número es más grande o igual que la longitud de la dirección de red privada y la dirección PDN es usada como si fuera de red privada.

- Tercero, la subdirección (*subaddress*) puede ser usada como un número de identificación para hacer referencia a una entrada en la tabla de direcciones para llamadas entrantes. La dirección de red privada está contenida dentro de la tabla.
- Cuarto, la dirección que realiza la llamada puede ser usada como un número de identificación, para hacer referencia a una entrada en la tabla de las direcciones que realizan la llamada donde la dirección de la red privada está contenida allí.
- Quinto, en la red pública la dirección puede ser usada directamente tal cual para la red privada de datos.

En la figura 3.29 se detalla el proceso de una llamada para obtener una dirección de red privada.

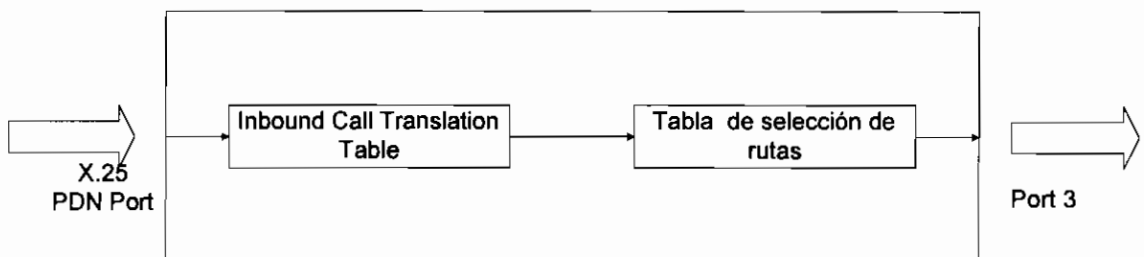


Fig 3.29 Proceso de una llamada PDN para obtener su dirección de red privada

Para puertos conectados a una PDN, las llamadas salientes deben tener su campo de direcciones tratada de la misma forma, ya que estas direcciones también difieren de las de una red privada. Se tiene dos formas de procesar éstas:

- Primero, la dirección de red privada puede ser usada como un número de identificación para hacer referencia en la entrada de la tabla. La dirección pública está contenida dentro de la tabla. La porción de subdirección de la red privada es llevada sobre la subdirección de la PDN sin alteración alguna.

- Segundo, la dirección PDN puede ser formada mediante el despojo de un número especificado de dígitos (*digit stripping*) del comienzo de la dirección privada. El número es dado por aquel que se configura en los parámetros del puerto X.25 para llamadas salientes . No se realiza este proceso si este número es más grande o igual que la longitud de la dirección de red privada y ésta dirección es usada como si fuera la dirección PDN. La figura 3.26 detalla el proceso para obtener la dirección de red PDN.

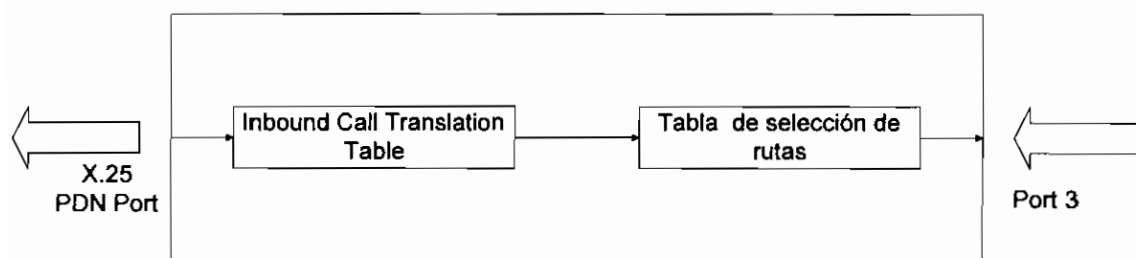


Fig. 3.30 Proceso de obtención de una dirección de red PDN a partir de una dirección de red privada

El “*digit stripping*” es usado donde los usuarios de una red privada desean realizar llamadas a muchos destinos conectados a la PDN. Si el número de destinos es grande, más entradas pueden necesitarse en la tabla. La red puede ser configurada para rutear todas las llamadas a un puerto PDN en la base de una cabecera de dígitos en la dirección de red. En el puerto PDN, estos dígitos son removidos de la dirección a la que se llama antes de que el paquete respuesta pase por la PDN. Los otros destinos en la red privada deben tener direcciones que no empiezan con los dígitos usados para direccionar llamadas hacia el puerto PDN.

Por ejemplo, asumiendo que el nodo A en la figura 3.28 es parte de una red donde los usuarios se conectarán con otros en una red privada y en una PDN. El puerto 12 será el puerto PDN. La PDN usa 8 dígitos en sus direcciones para sus puertos. El ruteo (*routing*) debe ser tal que las llamadas con direcciones que empiezen con 9 sean ruteadas al puerto PDN y cualquier otra cabecera de dígitos significa que la llamada está

destinada a un puerto en la red privada. En esta base, todos los usuarios pueden ser identificados mediante una dirección de 9 dígitos.

3.14 ANÁLISIS *FRAME RELAY* PARA EL ROUTER 6520

El software FRI (*Frame Relay Interface*) del *router* 6520 permite realizar algunas tareas tales como:

- Conectar múltiples nodos a través de redes *Frame Relay* (FR).
- Transmitir y recibir tramas X.25 encapsuladas en FR o enlaces internodos X.25 (INL, *Inter-Node Link*).
- Operar a velocidades de hasta 384 Kbps.
- Soportar hasta 32 enlaces lógicos sobre una red física.
- Permitir configurar el estándar ANSI Annex D⁶

Cada estación *Frame Relay* es lógicamente equivalente a un enlace simple *Frame Relay*. Puede haber hasta 32 estaciones *Frame Relay* configuradas en cada puerto FRI, con cada estación teniendo un único DLCI configurado. El ancho de banda de un puerto FRI es igual a la velocidad del enlace físico, prescindiendo del número de canales lógicos configurados.

3.14.1 Características del puerto FRI

Cada puerto FRI del *router* presenta las siguientes características:

- Delimitación de Trama, transparencia: FRI provee la delimitación de la trama HDLC en la forma de inserción y borrado de banderas en el comienzo y fin de las tramas. Provee un camino de datos transparente, pasando el *poleo* y las respuestas a través de los puntos finales de red.

⁶ Annex D = Esta señalización permite a la red *Frame Relay* notificar la presencia de circuitos PVCs

- **Direccionamiento y Multiplexación de Tramas:** Los datos de múltiples canales lógicos X.25 pueden ser transmitidos sobre un enlace físico mediante el encapsulamiento de tramas LAPB para cada enlace lógico con una cabecera de dirección *Frame Relay* identificando la estación.
- **Reconocimiento de tramas no válidas:** El software FRI detecta longitudes de tramas que exceden los límites operativos del FRI y genera reportes al recibir tramas no válidas.
- **Retransmisión de Tramas:** Sobre la detección de tramas fuera de secuencia, el ruteador retransmitirá las tramas acorde con el protocolo LAPB.
- **Detección de Transmisión de Errores:** La integridad de los datos de una trama recibida es chequeada mediante el “Chequeo por Redundancia Cíclica” (CRC). Los CRCs identifican posibles errores en la capa enlace.
- **Control de Congestión:** Si el FRI recibe notificación de congestión desde la red para una estación particular, *Frame Relay* reduce la velocidad de información desde la estación acorde con la capacidad de control especificada en el estándar ANSI. Esta velocidad de información es incrementada cuando la condición de congestión es eliminada. La pérdida de tramas también es detectada y también se reduce la velocidad de la información cuando existe pérdida de tramas.
- **Annex D:** FRI provee la configuración de Annex D mediante el estándar T1.617. Esto permite a la red *Frame Relay* notificar el uso de un circuito virtual permanente.

3.14.2 Configuración del Interfaz *Frame Relay*

El diagrama de la figura 3.31 explica claramente los varios menús del *router* cuando se selecciona los parámetros de configuración. El tipo de puerto presenta algunas opciones, de acuerdo al tipo de protocolo a manejar en la red, como es:

X.25

Frame Relay

Asincrónico, etc.

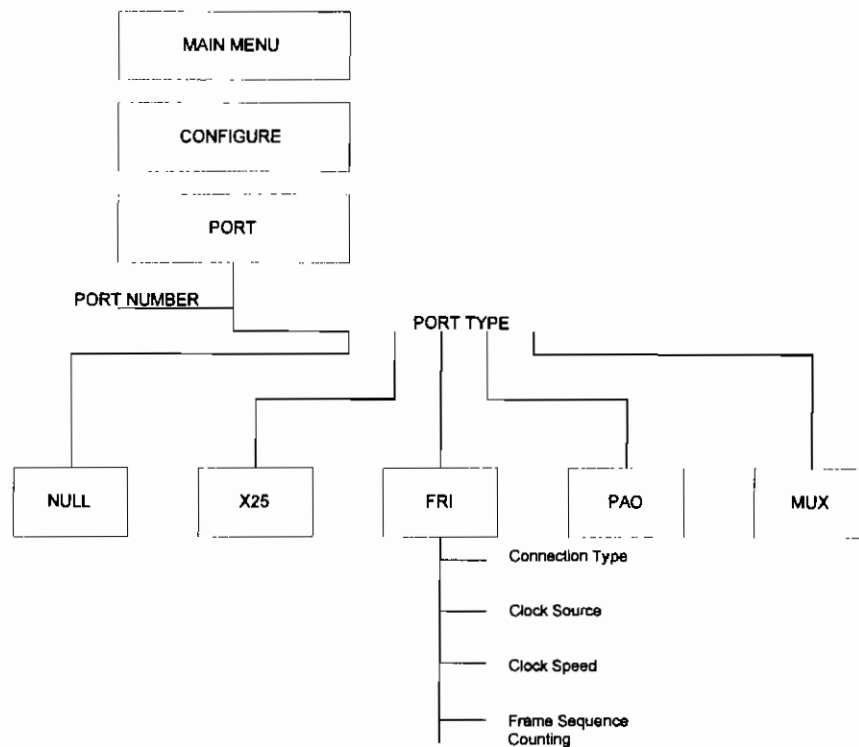


Fig 3.31 Parámetros de Configuración del Interfaz *Frame Relay*

3.14.3 Configuración del Puerto FRI

Para definir un puerto FRI se requiere:

- 1.- Seleccionar el menú de configuración del Router
- 2.- Seleccionar el puerto
- 3.- Seleccionar el tipo de puerto, en este caso FRI.

A continuación se procederá a describir algunos parámetros que hacen un puerto FRI de acuerdo al *software* del Ruteador:

Port Number

Rango: 1 a 54

Default: 1

Descripción: Especifica el número de puerto para el puerto FRI que se ha seleccionado.

Port Type

Rango: NULL, PAD, MUX, X.25, FRI

Default: X.25

Descripción: determina el tipo de puerto que se está configurando.

NULL: reserva el puerto para uso futuro

PAD: Permite al puerto ser conectado a un equipo tal como un terminal, computador personal o impresora.

MUX: Permite al puerto ser conectado a un equipo multiplexor

X.25: Permite al puerto ser conectado a otro equipo o red usualmente de alta velocidad.

FRI: Puerto *Frame Relay Interface*

Connection Type

Rango: SIMP

Default: SIMP

Descripción: Especifica el *handshake* de control y el reloj requerido para una conexión realizada a este puerto.

SIMP: Simple, no requiere control de señales

Clock Source

Rango: INT, EXT

Default: EXT

Descripción:

INT: fuente de reloj interna (el ruteador provee reloj)

EXT: Fuente de reloj externa (equipo externo provee el reloj).

Clock Speed

Rango: 2400 hasta 384000 bps

Default: 64000

Descripción: Velocidad del puerto en bps, cuando se usa reloj interno.

Highest Station Number

Rango: 1 a 32

Default: 1

Descripción: Se refiere al número de estación más alto permitido en el puerto FRI.

Frame Sequence Counting

Rango: NORM, EXT

Default: NORM

Descripción: Especifica el tipo de secuencia de las tramas. El puerto usa normal o extendida.

NORM: Secuencia Normal (módulo 8)

EXT: Secuencia Extendida (Módulo 128).

Packet Sequence Counting

Range: NORM, EXT

Default: NORM

Descripción: Especifica la secuencia de los paquetes. Asimismo el puerto usa normal o extendida, de la misma forma que las tramas.

Control Protocol Support

Rango: None, LMI, Annex D

Default: None

Descripción: Determina si se provee o no soporte ANSI T1.617 Annex D.

3.14.4 Configuración de la Estación FRI

El diagrama de la figura 3.32 especifica los menús cuando se configura las estaciones FRI

A continuación se describe los parámetros a ser configurados para una estación FRI:

Port Number

Range: 1 a 54

Default: 1

Descripción: *Port Number* es la posición física del puerto y también es el número de referencia del puerto en el *software*.

Station Number:

Rango: 1 a 32

Default: 1

Descripción: Identifica la estación a ser configurada

Data Link Connection Identifier (DLCI)

Rango: 16 a 1007

Default: 16

Descripción: El único identificador de la estación en el puerto FRI y debe igualarse el DLCI local con el que se va a conectar en el lado remoto.

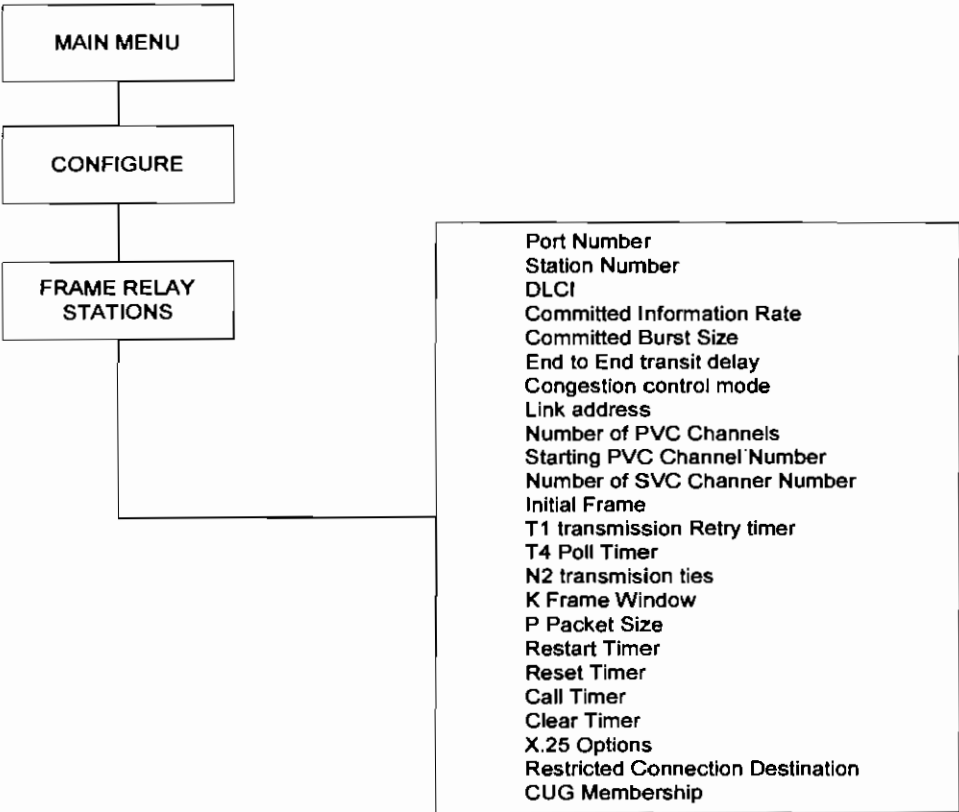


Fig 3.32 Menús de configuración del FRI

Committed Information Rate (CIR)

Rango: 0 a 384000

Default: 16000

Descripción: Especifica la velocidad (en bps) que la red Frame Relay acuerda transferir la información bajo condiciones de congestión.

Committed Burst Size (BC)

Rango: 0 a 768000

Default: 16000

Descripción: Especifica la máxima cantidad de datos (en bits) que la red Frame Relay acuerda transferir sobre un intervalo de tiempo (T), donde T es igual al BC/CIR usados para propósitos de control de congestión. El BC debe ser más grande que 1/20 CIR.

End to End Transit Delay

Rango: 1 a 65535

Default: 50

Descripción: Forma de retardo esperada a través de la red en milisegundos

Congestion Control Mode

Rango: NORMAL, DISABLE, CONG, LIMIT

Default: NORMAL

Descripción: Especifica el método de control de congestión

NORMAL: Control de congestión normal

DISABLE: No habilitado

CONG: Siempre en estado de control

LIMIT: El control de congestión es normal pero en los límites de velocidad no menores al CIR.

Link Address

Rango: DTE, DCE

Default: DTE

Descripción: Especifica el tipo de enlace: DTE o DCE. El enlace lógico debe ser establecido en valores complementarios para los equipos de cada terminal.

Number of PVC Channels

Rango: 0 a 128

Default: 0

Descripción: Especifica el número de canales lógicos usados para PVCs. El número total de canales PVCs y SVCs debe ser tan pequeño como sea posible.

Starting PVC Channel Number

Rango: 1 a 4095

Default: 1

Descripción: El número del canal lógico que comienza en el enlace. Si el número de PVCs está seteado en 0 este parámetro es ignorado.

Number of SVC Channels

Rango: 0 a 512

Default: 16

Descripción: Especifica el número de canales lógicos SVCs en el puerto.

Starting SVC Channel Number

Rango: 0 a 4096

Default: 1

Descripción: Especifica el número del canal lógico que comienza en los SVCs.

Initial Frame

Rango: SABM, NONE, DISC

Default: SABM

Descripción: Especifica la primera trama que es transmitida durante el inicio:

NONE: no se transmite nada

SABM: envía una trama SABM

DISC: Envía una trama DISC para luego enviar una SABM.

T1 Transmission Retry Timer

Rango: 1 a 254

Default: 30

Descripción: Especifica un temporizador cuyos valores están en décimas de segundo (30=3.0 segundos).

T4 Poll Timer

Rango: 10 a 255

Default: 40

Descripción: Setea un temporizador que especifica el tiempo que un enlace libre es probado para asegurar la conexión del equipo remoto. Los valores están en décimas de segundo. Este parámetro debe ser más grande que el *T1 Transmission Retry Timer*.

N2 Transmision Tries

Rango: 1 a 20

Default: 10

Descripción: Especifica el máximo número de veces que el ruteador intenta completar una transmisión.

K Frame Window

Rango: 1 a 15

Default: 7

Descripción: Especifica el número de tramas no reconocidas que pueden estar fuera de secuencia.

W Packet Window

Rango: 1 a 15

Default: 2

Descripción: especifica el máximo número de paquetes que podrían estar fuera de secuencia entre el DTE y el DCE.

P Packet Size

Rango: 128, 256, 512, 1024

Default: 128 bytes

Descripción: Especifica el máximo tamaño del paquete para llamadas entrantes y salientes en el enlace FRI cuando el tamaño del paquete no es negociado.

Data Queue Upper Threshold

Rango: 0 a 4

Default: 0

Descripción: Especifica el mínimo número de paquetes que un canal del puerto tendrá en cola de espera cuando renueve el control de flujo al canal conectado.

Restart Timer

Rango: 5 a 255

Default: 180

Descripción: Especifica la longitud de tiempo, en segundos que el ruteador espera antes de responder nuevamente.

Reset Timer

Rango: 5 a 255

Default: 180

Descripción: Especifica la longitud de tiempo, en segundos que el ruteador espera antes de enviar un requerimiento nuevamente.

Call Timer

Rango: 5 a 255

Default: 180

Descripción: Especifica la longitud de tiempo, en segundos que el ruteador espera antes de responder una llamada.

Clear Timer

Rango: 5 a 255

Default: 180

Descripción: Especifica la longitud de tiempo, en segundos que el ruteador espera antes de requerir un envío nuevamente.

X.25 Options

Rango: NONE, CUG, CAUSE, HOLD, INL

Default: NONE

Descripción: Define las características de operación del puerto X.25.

Para especificar una estación FRI, la tabla de selección de rutas para el FRI es:

FRI – Puerto # - Estación #

Ejemplo: FRI- 2S1

Para especificar un PVC: FRI – 2S1(1)

3.14.5 Operación y administración del FRI

Una vez que se ha definido todos los parámetros FRI y almacenados en la configuración de memoria, se puede verificarlos mediante el comando *examine* del ruteador. La pantalla a continuación describe cómo el 6520 muestra los parámetros del Puerto:

Port Record Examination

Port Number: 1/

Node: QUITO_1 Address: 1001 Date: 14-OCT-1997 Time: 19:51:45
Port Record Examination: Port 1 Page: 1 of 1

[1] *Port Type: FRI
[1] Connection Type: SIMP
[1] Clock Source: EXT
[1] Clock Speed: 64000
[1] *Highest Station Number: 1
[1] Frame Sequence Counting: EXT
[1] Packet Sequence Counting: EXT
[1] Control Protocol Support: NONE

Al examinar las estaciones FRI del puerto se puede obtener la siguiente información:

Node: QUITO_1 Address: 1001 Date: 14-OCT-1997 Time: 19:52:29
FRI station examination: port 1, station 1 Page: 1 of 2

[1] *Station Type: ANNEX_G
[1] DLCI: 16
[1] Committed Information Rate (CIR): 16000
[1] Committed Burst Size (BC): 16000
[1] End-to-End Transit Delay: 50
[1] Congestion Control Mode: NORMAL
[1] Link Address: DCE
[1] *Number of PVC Channels: 0
[1] *Starting PVC Channel Number: 1
[1] *Number of SVC Channels: 64
[1] *Starting SVC Channel Number: 1
[1] *Number of Voice SVC Channels: 0
[1] Initial Frame: SABM
[1] T1 Transmission Retry Timer (1/10 sec): 30
[1] T4 Poll Timer: 40
[1] N2 Transmission Tries: 10
[1] K Frame Window: 15
[1] W Packet Window: 10
[1] P Packet Size: 512
[1] Data Queue Upper Threshold: 15

3.14.6 Status y Estadísticas

El menú que proporciona el *router* permite al administrador observar qué está pasando con la información en el enlace. Esto es posible mediante un *status* y estadísticas tanto del o los puertos FRI así como de cada una de sus estaciones. Al ingresar a este menú de *status/estadísticas* se podrá observar lo siguiente en cuanto a información detallada:

```

Detailed Port Statistics

Port Number: 1/

Node: QUITO 1      Address: 1001      Date: 14-OCT-1997  Time: 19:53:16
Detailed FRI Port Statistics: Port 1      Page: 1 of 3

Port Number: 1      Port Type: FRI      Port Status: enabled
1 Configured station: 1
Port Speed: 128122      Operating Control Protocol: None

Data Summary:      Last Statistics Reset: 08-OCT-1997 10:07:40
      IN      OUT      IN      OUT
Characters:115632993  1336968410      Characters/sec: 300      5193
Frames:      1869082  3672745      Frames/sec:      7      12
Av Fr size:61      364      Port Util.:      1%      32%

Physical/Frame-Relay summary:
CRC Errors:      157      Overrun Errors:      0
Frame Length Errors: 185      Underrun Errors:      0
Unknown DLCI count: 0      Last Unknown DLCI:      0
Interface Summary: V.35      DTE      INPUT      OUTPUT
      DSR DCD RI CTS      DTR RTS P14
State: Connected (SIMPLE)      H H X H      H H X

```

La descripción de cada uno de los puntos mencionados se adjunta en el anexo B.

Para ver las estadísticas de la estación FRI, el router presenta información completa del tráfico entrante y saliente del puerto, así como datos acerca de la congestión en la red, cantidad de PVC's y SVC's formados, CIR y el DLCI correspondiente al enlace formado:

```

Node: QUITO_1   Address: 1001   Date: 14-OCT-1997   Time: 19:56:57
Detailed FRI station statistics. Port 1, Station 1   Page: 1 of 5

Port Number:      1               Station Type: AnnexG
Station Number:   1               Station Status: Normal
DLCI: 16          Station State: Uncontrolled

Configured CIR:   16000           Congestion Detected
Allowed Info. Rate: 127959       Implicit: 359   Explicit: 0

Call Summary:                                           LMI Flow Control: OFF
      SVC      PVC
Maximum:    24      0
Current:    18      0

Data Summary:      Last Statistics Reset: 08-OCT-1997 10:07:40
      IN      OUT      IN      OUT
Characters: 101230485 1305022100 Characters/sec: 132
3311
Packets:    860631    3362979    Packets/sec:    3      8
Frames:     1870576    3675276    Frames/sec:     6      9
Utilization: 0%      20%

Number of Packets Queued: 0
Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

```

Node: QUITO_1   Address: 1001   Date: 14-OCT-1997   Time: 19:57:19
Detailed FRI station statistics. Port 1, Station 1   Page: 2 of 5
Frame Summary:
      IN      OUT      IN      OUT
Info    1164003  3410549  706356  264476
RNR      0        0    REJ      355      3
SABM     2      453  DISC      0      0
DM        0        0    UA       3      2
FRMR      0        0    FRMR      0      0

Packet Summary:
      IN      OUT      IN      OUT
Data    860727  3363166  Receiver Ready  248444  8881
Receiver Not Ready 0      0  Reject Packet  0      0
Call Request  19097  8665  Call Accept    8058  316
Clear Request  7625  20411  Clear Confirm  20048  7262
Interrupt Request 0      0  Interrupt Conf. 0      0
Reset Request   0      0  Reset Confirm  0      0
Restart Request  4      4  Restart Confirm 0      0

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

Node: QUITO_1 Address: 1001 Date: 14-OCT-1997 Time: 19:57:30
Detailed FRI station statistics. Port 1, Station 1 Page: 3 of 5

Last inbound LCN: 64

Inbound processing status: Processed OK, call passed to ROUT

Last Inbound Call, before processing:

Called Address: 7202

Calling Address: 0402

Facilities: C8040BE90BB9CA03C80100

CUD: C3000000

Last Inbound Call, after processing:

Called Address: 7202

Calling Address: 0402

Facilities: C8040BE90BB9CA03C80100

CUD: C3000000

Press any key to continue (ESC to exit) ...

Node: QUITO_1 Address: 1001 Date: 14-OCT-1997 Time: 19:57:35
Detailed FRI station statistics. Port 1, Station 1 Page: 4 of 5

Last Outbound LCN: 1

Outbound processing status: Processed OK, call transmitted

Last Outbound Call, before processing:

Called Address: 300102

Calling Address: 110004

Facilities:

CUD: 01000000

Last Outbound Call, after processing:

Called Address: 300102

Calling Address: 110004

Facilities: C80203E9CA03C80100

CUD: 01000000

Press any key to continue (ESC to exit) ...

3.14.7 Estadísticas del Enlace (LINK)

El router presenta la siguiente información:

```

Node: QUITO_1      Address: 1001      Date: 14-OCT-1997      Time: 21:01:36
Detailed Link Statistics                                     Page: 1 of 5

```

entity	Type subtype	state	speed	State date/time	CRC errors	Link down	Data frames in/out	Utilization in/out
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
p1	FRI	up	127877	08-OCT-1997	157	0	1886062	1%
	Port			10:02:37			3713451	36%
p1s1	FRI	up	0	08-OCT-1997	0	3	1886062	0%
	Station			17:14:25			3713451	36%
p2	FRI	up	64020	08-OCT-1997	0	0	825885	0%
	Port			10:02:37			842146	0%
p2s1	FRI	up	0	08-OCT-1997	0	0	825885	0%
	Station			10:02:38			842146	0%
p3	FRI	up	0	08-OCT-1997	0	0	0	0%
	Port			10:02:37			92939	0%
p3s1	FRI	down	0	08-OCT-1997	0	0	0	0%
	Station			10:01:54			37176	0%
p3s2	FRI	down	0	08-OCT-1997	0	0	0	0%
	Station			10:01:54			55763	0%
p7	FRI	up	96010	08-OCT-1997	0	0	1458646	2%
	Port			10:02:37			1585138	27%

3.14.8 Reportes

Los reportes son generados por el sistema para identificar alarmas y eventos que ocurren dentro del sistema. A continuación se muestra un ejemplo de reportes del sistema.

```
(1) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 BSTD-19 - STATION OPERATIONAL - 4C,4A
(1) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 BSTD-19 - STATION OPERATIONAL - 4E,47
(3) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 FRI-5S1(1) DISCONNECTED FROM FRI-
1S1(12)
(4) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 IPX.54 SAP serv typ 239 nm
[SMM1600007958035B]
now via 3/00:01:63:00:27:0C, 2 hops, nt 0 int TKR/0
(4) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 IP.8 no rte 193.1.1.165 ->
130.1.15.3 dsc
(4) QUITO_2 14-OCT-1997 21:01 IP.13 unsup bcst 130.8.254.1 ->
255.255.255.25
5
(3) QUITO_2 14-OCT-1997 21:02 FRI-1S1(12) CONNECTED TO FRI-31S1(1)
(1) QUITO_2 14-OCT-1997 21:02 BSTD-19 - STATION DOWN - 4C,4A
(4) QUITO_2 14-OCT-1997 21:02 IPX.50 SAP dead serv typ 5a9 nm
[SMM16000079583
89E] from 3/10:00:5A:72:A8:A1, nt 0 int TKR/0
(4) QUITO_2 14-OCT-1997 21:02 IPX.50 SAP dead serv typ 239 nm
[SMM16000079583
89E] from 3/10:00:5A:72:A8:A1, nt 0 int TKR/0
(1) QUITO_2 14-OCT-1997 21:02 BSTD-44 - STATION OPERATIONAL - 36,30
```

II. RUTEADORES CISCO

3.15 ANÁLISIS WAN CON RUTEADORES CISCO

CISCO conforma otra serie de ruteadores que como el 6520 es un ruteador multiprotocolo, es decir puede manejar varios protocolos de red a la vez. A diferencia del 6520 este *router* no contiene un menú general en el que el administrador pueda seguir la configuración y análisis fácilmente, sino que contiene una serie de comandos denominados EXEC que se los mencionará conforme se avance en el capítulo. En este capítulo se realizará un análisis de los comandos más importantes que tiene este ruteador en lo concerniente a redes WAN, que es el objetivo de esta tesis y a un análisis de configuración en protocolos Frame Relay. Al igual como se hizo el análisis con el ruteador 6520 se empezará explicando el modo de ingresar al *router*, realizar una llamada, ingresar remotamente, examinar parámetros de protocolos, monitoreo, configuración del sistema, *backups* de configuración, etc.

El sistema operativo de cisco (Cisco IOS) provee un intérprete de comandos llamado EXEC. EXEC interpreta los comandos que ingresa el administrador y los lleva a su correspondiente operación. Para propósitos de seguridad, los comandos EXEC tienen 2 niveles: usuario y privilegiado. Al ingresar al ruteador, se podrá observar en el *prompt* el modo de usuario. Los comandos EXEC disponibles en el nivel de usuario son un subconjunto de los comandos disponibles del nivel privilegiado. Para la mayoría de casos, estos comandos permiten desplegar información sin cambiar la configuración del *router*. Mediante el modo privilegiado es posible también acceder al modo de configuración global del *router* y a otras configuraciones específicas. Esto incluye lo siguiente:

- Interfaz
- Subinterfaz
- Línea
- *Router*

- Mapa del *router* (*Router-map*) y muchas configuraciones adicionales.

A continuación se describe los comandos que están disponibles a nivel usuario:

Connect	Abre una conexión con terminal
Disconnect	Desconecta una sesión existente Telnet
Enable	Habilita los comandos privilegiados
Exit	Sale del modo de comandos
Help	Descripción del sistema interactivo de ayuda
Lock	Bloquea el terminal
Login	Ingresa con un usuario particular
Logout	Sale del modo de comandos al igual que <i>exit</i>
Name-connection	Nombre con conexión existente Telnet
Ping	Envía mensajes de eco
Resume	Resume una conexión activa Telnet
Show	Muestra información del sistema que está corriendo
Systat	Despliega información acerca de las líneas del terminal
telnet	Abre una conexión Telnet
terminal	Setea los parámetros de línea del terminal
where	Lista conexiones Telnet activas.

Lista de comandos en modo privilegiado:

Bfe	Modo de emergencia para configuración manual
Clear	Reinicialización de funciones
Clock	Maneja el reloj del sistema
Configure	Entra en el modo de configuración
Connect	Abre una conexión con un terminal
Copy	Copia un archivo de configuración hacia o desde el servidor de tftp
Disable	“Apaga” o deshabilita el modo de comandos privilegiados
Disconnect	Desconecta una sesión Telnet existente

Enable	Permite el modo privilegiado
Exit	Salida del EXEC
Help	Descripción del sistema interactivo de ayuda
Lock	Bloquea el terminal
Login	Ingresa con un usuario particular
Logout	Salida del EXEC

3.16 COMPONENTES DE CONFIGURACIÓN EXTERNA

El router CISCO es posible configurarlo a través de algunos métodos:

- Puerto de Consola
- Puerto Auxiliar
- Interfaces:
 - Terminal virtual VTY 0-4
 - Servidor de transferencia de archivos TFTP
 - Estación para manejo de red.

3.17 COMPONENTES DE CONFIGURACIÓN INTERNA

A continuación se describe los componentes mediante los cuales CISCO configura su sistema interno:

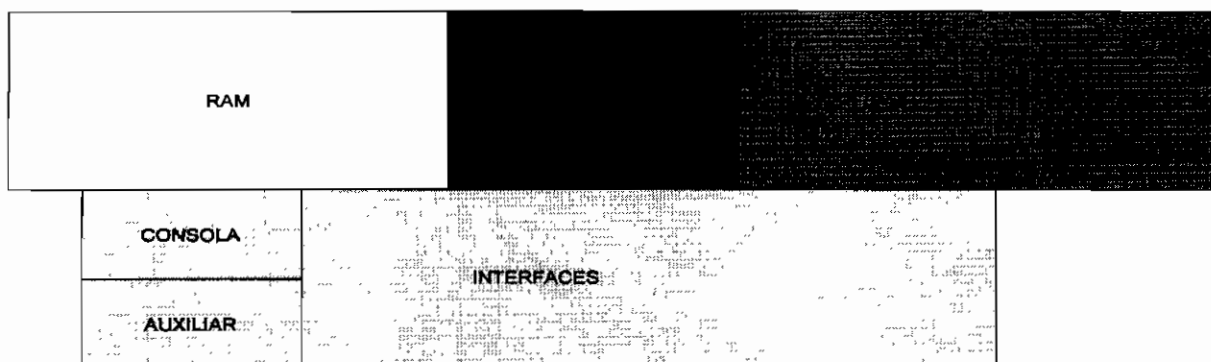


Fig 3.33 Configuración Interna del Router Cisco

RAM/DRAM: Almacena las tablas de ruteo, caché ARP, caché de conmutación rápida (*fast-switching*), “bufereado” de paquetes. La RAM también provee memoria temporal y/o continua para el archivo de configuración del *router* mientras éste está activo. Su contenido se pierde si el *router* es apagado o reiniciado.

NVRAM: RAM no volátil, almacena el archivo de configuración del *router*. Su contenido es retenido cuando se apaga o reinicializa el ruteador.

FLASH MEMORY: Borrable, ROM reprogramable. La *flash memory* retiene el sistema operativo y los códigos del *software*. Permite actualizar el software sin remover y reemplazar *chips* del procesador. Su contenido no se pierde si el *router* es apagado o reinicializado.

ROM: Contiene los diagnósticos de encendido y el software del sistema operativo. Para realizar *upgrades* de software se remueve y reemplaza chips del CPU.

INTERFACES: Conexiones de red a través de los cuales los paquetes entran y salen del *router*. Los interfaces están localizados en el *motherboard* o en módulos de interfaz separados.

La imagen del sistema operativo se encuentra en forma binaria ejecutable y no puede ser desplegada en una pantalla terminal. La imagen es usualmente ejecutada desde la RAM principal y cargada desde una de las varias fuentes de entrada. El *software* operativo es organizado dentro de rutinas que manejan las tareas asociadas con protocolos diferentes, movimiento de datos, manejo de tablas y *buffers*, actualización de rutas y la ejecución de comandos de usuario.

El archivo de configuración contiene caracteres ASCII y pueden ser desplegados en una terminal. Una versión de este archivo es almacenada en la NVRAM. El archivo almacenado es accesado y cargado dentro de la memoria principal cada vez que se

inicializa el *router*. El archivo de configuración contiene procesos globales y declaración de interfaces que afectan directamente la operación del *router* y sus puertos.

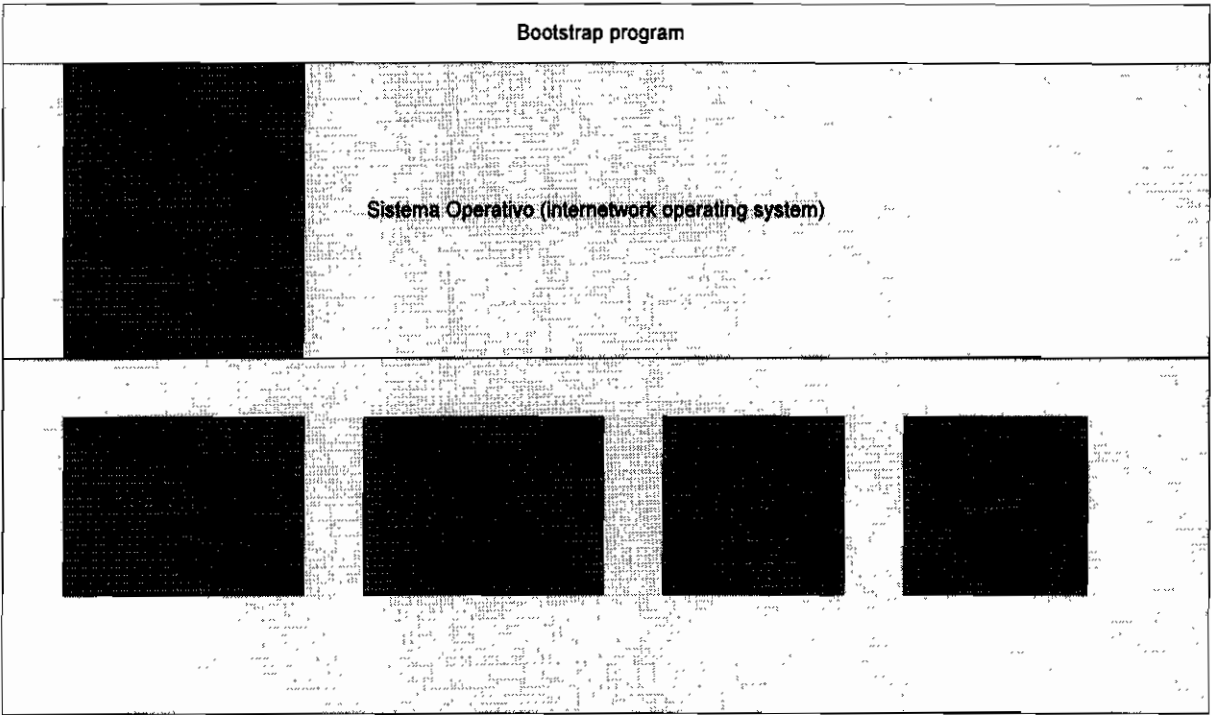


Fig 3.34 Configuración interna de la RAM

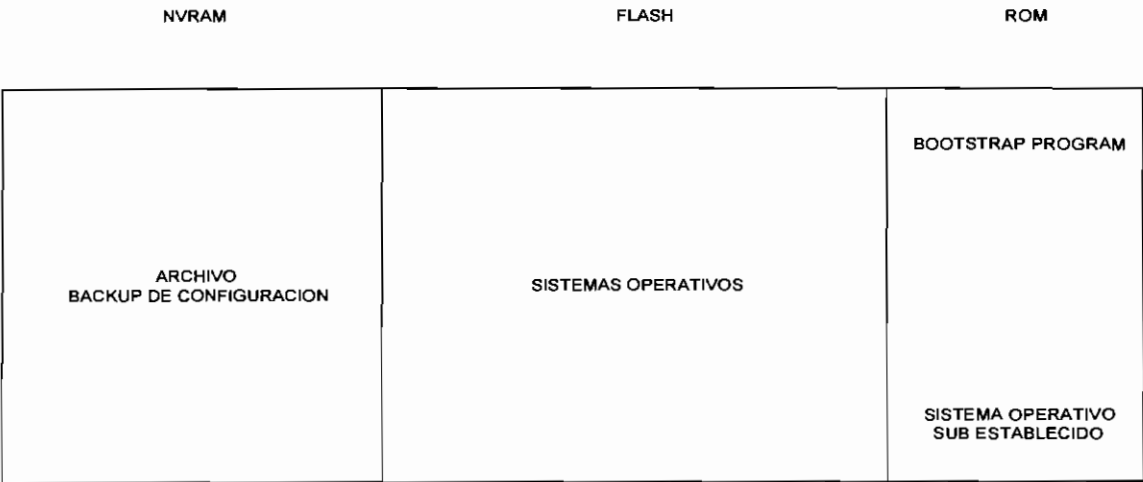


Fig 3.35 Contenido de la NVRAM, Flash Memory y la ROM

3.18 EXAMINANDO EL *STATUS* DEL *ROUTER*

Existen algunos comandos que permiten analizar el *status* de cada una de las partes del sistema interno del *router*, a saber:

Show version – Despliega la configuración del *hardware* del sistema, la versión del software, los nombres y fuentes de los archivos de configuración, y los archivos imagen.

Show processes – Despliega información acerca de los procesos activos

Show protocols – Despliega los protocolos configurados. Este comando muestra el *status* de cualquier protocolo configurado en capa 3.

Show mem – Muestra las estadísticas de la memoria del *router*, incluyendo estadísticas de la memoria libre.

Show buffers – Provee estadísticas para el *buffer* en el servidor de red

Show flash – Muestra información de la *flash memory*

Show running-config – Despliega el archivo de configuración activo

Show startup-config – Despliega el archivo *backup* de configuración

Show interfaces.- Despliega estadísticas para todos los interfaces configurados en el *router*.

3.19 ACCESO A OTROS RUTEADORES

Cisco provee un protocolo denominado *Cisco Discovery Protocol* (CDP) que provee un comando que permite al administrador de red acceder a un conjunto de múltiples

protocolos y direcciones configuradas en otros *routers* conectados directamente. CDP “corre” sobre la capa enlace conectando la capa del medio físico y los protocolos de capa red.

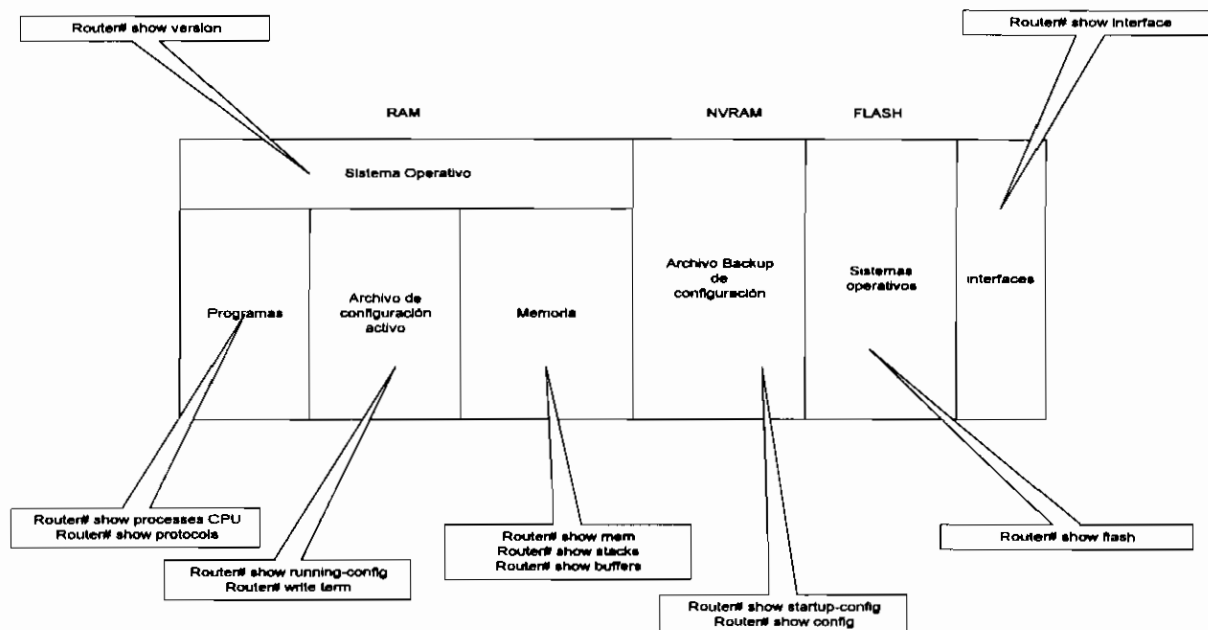


Fig 3.36 Status del Router

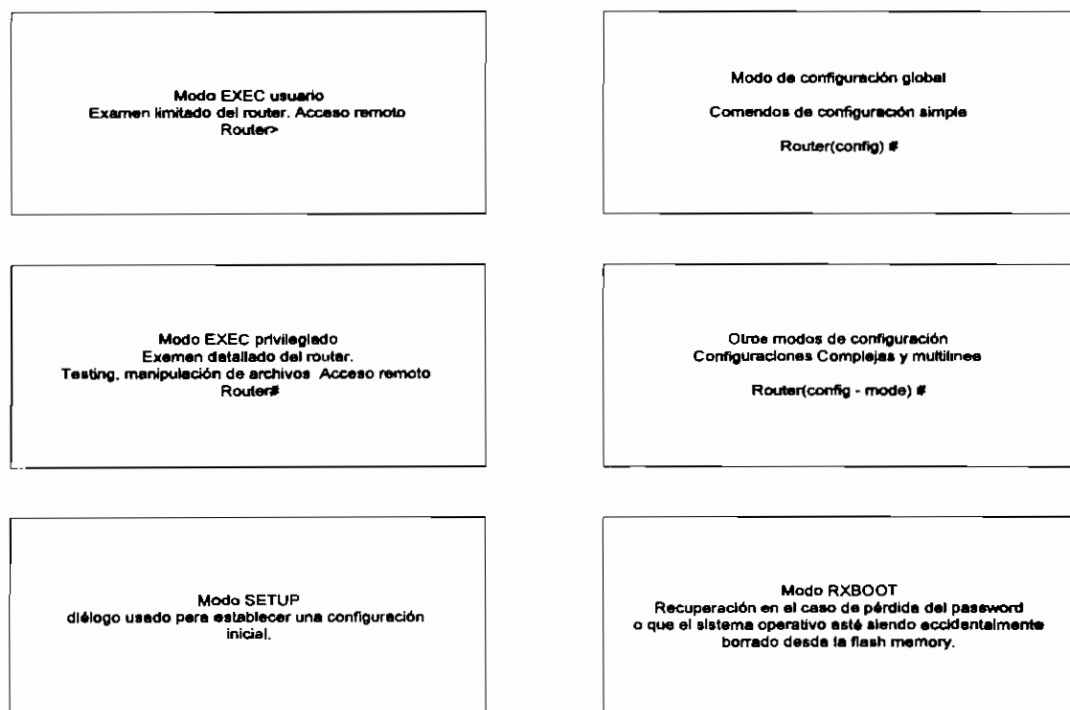


Fig 3.37 Modos de Configuración de Cisco

Ya que CDP opera a este nivel, dos o más equipos CDP que soporten diferentes protocolos de capa red pueden aprender sobre cada uno de los que se encuentren conectados en su red. El medio físico soporta el protocolo SNAP (*Subnetwork Access Protocol*).

Esto puede incluir redes LAN, *Frame Relay* y otros protocolos WAN. CDP encontrará equipos CISCO y el tipo de protocolo que está utilizando.

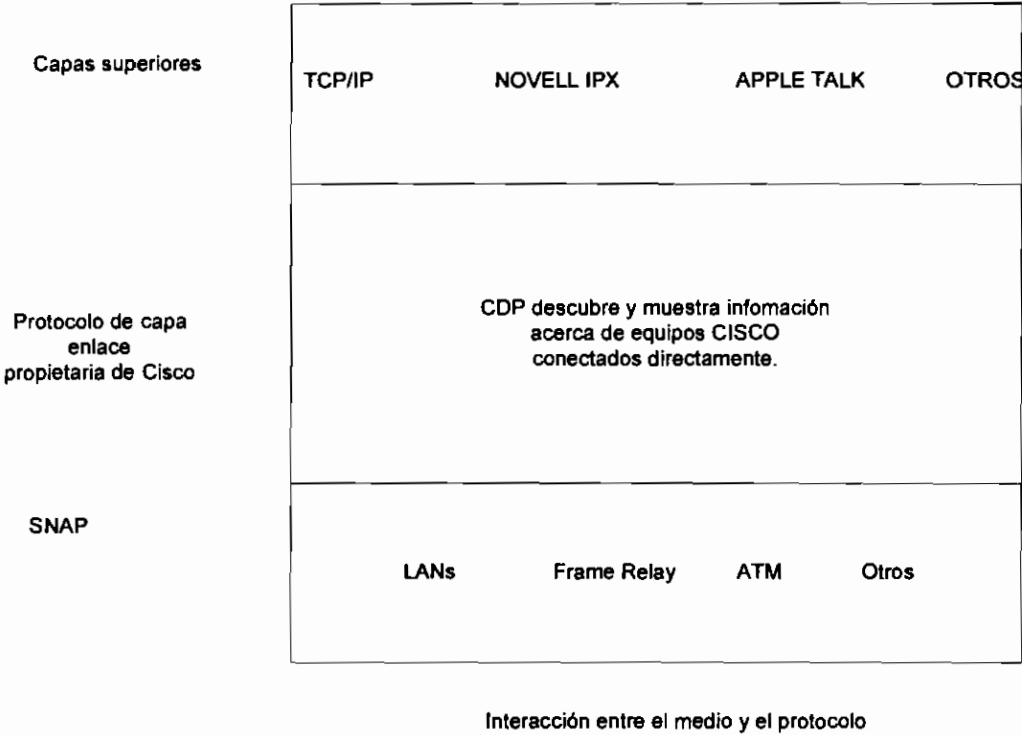


Fig 3.38 Cisco Discovery Protocol

La gráfica 3.39 despliega un ejemplo de cómo trabaja CDP; cada *router* que tiene este protocolo intercambia información de cualquier protocolo que tenga en su entrada con sus vecinos. El administrador puede desplegar los resultados de este intercambio de información en una consola conectada en un *router* configurado para “correr” CDP en sus interfaces.

El administrador usa un comando *show* para desplegar la información acerca de las redes conectadas al *router*. Las tramas formadas mediante el CDP proveen información acerca de cada *router* vecino conectado. Estos valores incluyen lo siguiente:

- Identificadores de equipo, por ejemplo el nombre del *host* configurado en el *router* y su nombre de dominio.
- Lista de direcciones, al menos de un protocolo, una dirección por cada protocolo.
- Identificador del puerto, cadena ASCII tal como Ethernet 0
- Lista de capacidades, si, por ejemplo, el equipo actúa como una fuente bridge o como un *router*.
- Versión, información provista por el comando *show version*.
- *Platform*, plataforma del *hardware* del equipo. Por ejemplo, Cisco 7000.

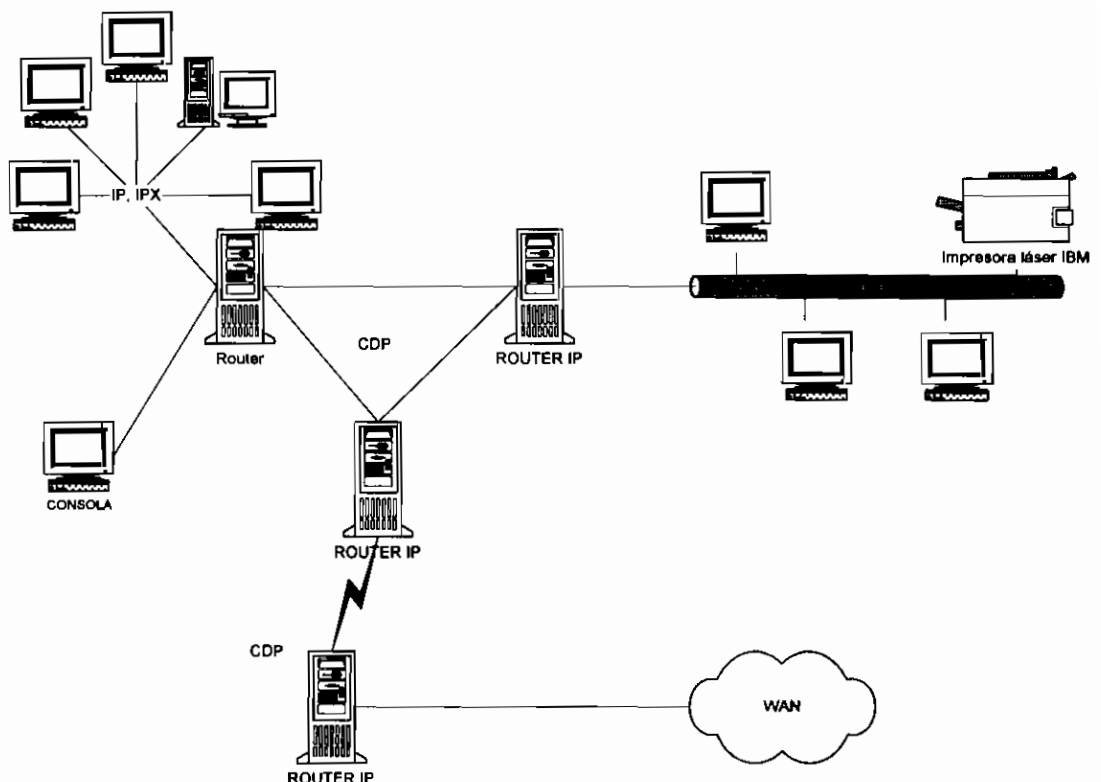


Fig 3.39 Modo de obtener información de otros routers a través de CDP

3.20 EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN CDP

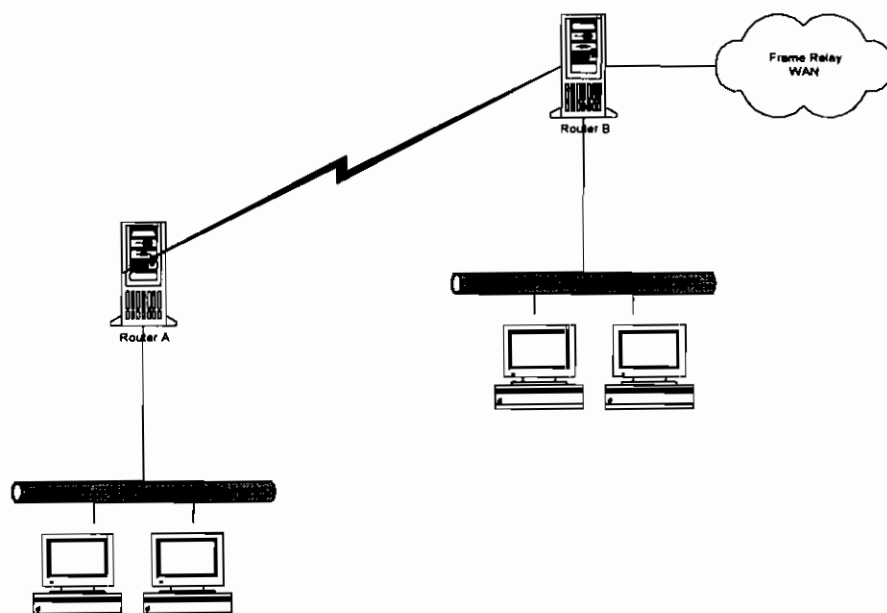


Fig 3.40 Ejemplo de configuración CDP

```
RouterA# show cdp interface
Serial0 is up, line protocol is up, encapsulation is Frame Relay
    Sending CDP packets every 60 seconds
    Holdtime is 180 seconds
Ethernet0 is up, line protocol is up, encapsulation es ARPA
    Sending CDP packets every 60 seconds
    Holdtime is 180 seconds
```

CDP arranca automáticamente cuando se inicializa un *router*. Sin embargo este protocolo se debe habilitarlo en el interfaz del equipo mediante el comando *cdp enable* que se usa en los interfaces principales del *router* como muestra la figura 3.40. Este comando empieza en forma dinámica a funcionar en los interfaces del equipo e intercambia tramas CDP solamente con sus vecinos. El comando para desplegar la información de los *timers* CDP, *status* del interfaz y el encapsulado usado por CDP para su transmisión de tramas es *show cdp interface*. Los *timers* seteados por *default* se actualizan cada 60 segundos y mediante la generación de entradas actualizadas hasta los 180 segundos. Si el *router* no recibe tramas de actualización entonces el *router* descarta al nuevo CDP.

Existe otro comando que permite desplegar toda la información de las entradas (*entries*) de un *router* como muestra el cuadro 3.11

```
Router A#show cdp entry router B

Device ID: router B
Entry address(es):
  IP address: 198.92.68.18
  CLNS address: 490001.1111.1111.1111.00
  Appletalk address: 10.1
Platform: AGS, Capabilities: Router Trans-Bridge
Interface: Ethernet0, Port ID(outgoing port): Ethernet0
Holdtime: 155 sec

Version:
IOS™ GS Software (GS3), 10.3(13337) [asastry 161]
Copyright © 1986-1995 by Cisco Systems, Inc.
```

Cuadro 3.11 Comando que despliega información del *router*

Para diagnosticar la conectividad básica de la red, muchos protocolos de red soportan un protocolo eco el cual es un *test* que determina si los paquetes están siendo ruteados. El comando ***ping*** envía un datagrama especial al *host* destino y espera un datagrama réplica desde aquel *host*. Los resultados de este protocolo eco pueden ayudar a evaluar la integridad del camino al *host*, retardos, y su funcionalidad.

El cuadro 3.12, explica cómo el ping 131.108.1.5 respondió satisfactoriamente a todos los cinco datagramas enviados en la red de la figura 3.41. Este comando puede ser evaluado en toda la red para verificar conectividad en toda su extensión.

```
Router > ping 131.108.1.5
Type escape sequence to abort
Sending 5, 100 byte ICMP Echos to 131.108.1.5, timeout is 2 seconds:
¡!!!!!!!
Success rate is 100 percent, round-trip min/avg/max = 1/3/4 ms
```

Cuadro 3.12 Realización de un *ping* de un router a otro

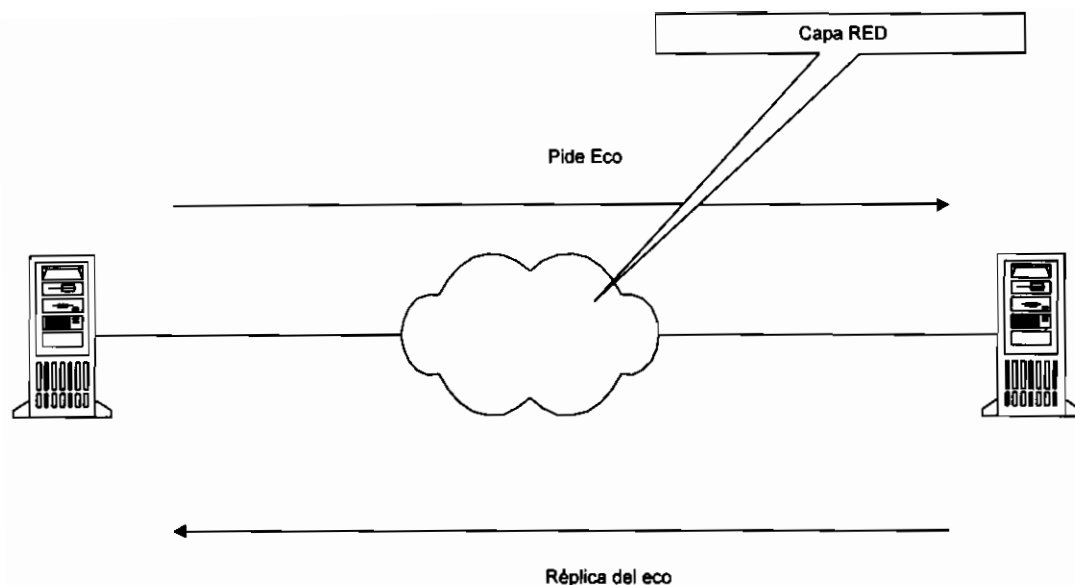


Fig 3.41 explicación gráfica de un *Ping*

Para examinar qué camino están tomando los paquetes existe el comando ***trace***. Este comando puede ser usado en cualquiera de los modos EXEC del *router*. Este comando permite generar mensajes de error cuando expira el tiempo de vida (TTL) de un datagrama enviado por el *router*.

El comando ***show ip route*** permite analizar la tabla de rutas de la red existente como se observa en la figura 3.42

Paris# show ip route

Codes:

I – IGRP derived, R – RIP derived, O – OSPF derived
 C – connected, S – static, E – EGP derived, B – BGP derived
 i – IS-IS derived, D – EIGRP derived
 * - candidate default route, IA – OSPF inter area route
 E1 – OSPF external type 1 route, E2 – OSPF external type 2 route
 L1 – IS-IS level – 1 route, L2 – IS-IS level-2 route
 EX – EIGRP external route

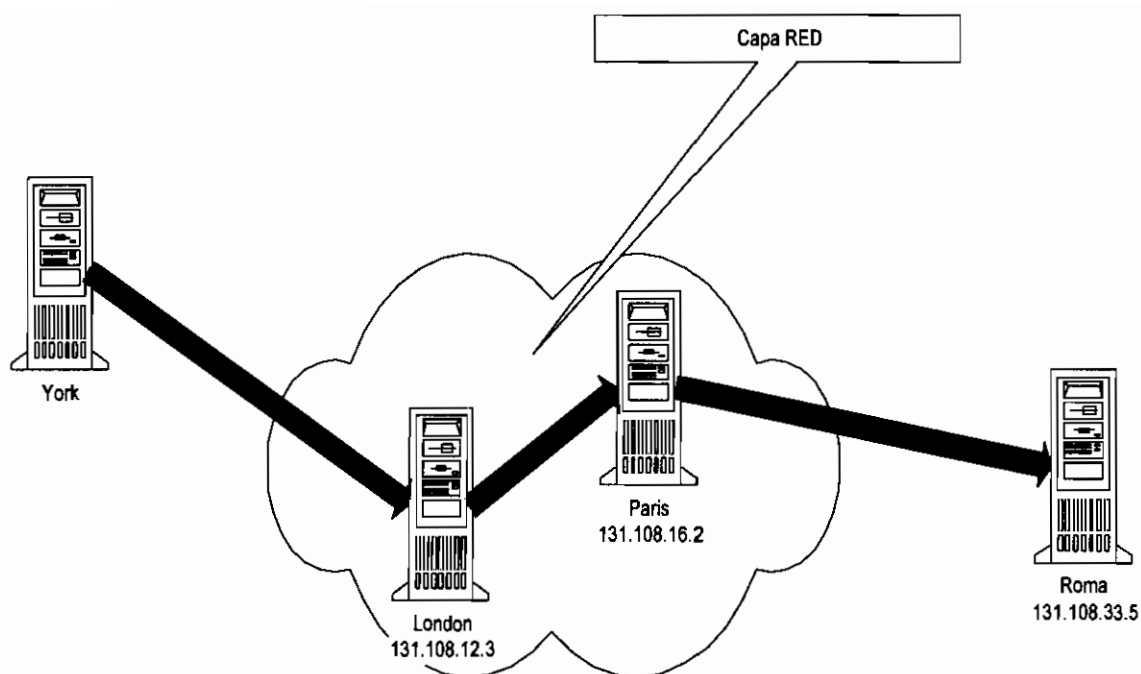


Fig 3.42 Ruteo de paquetes a través de distintos *routers*

Gateway of last resort is not set

```

I    144.253.0.0 [100/1300] via 133.3.32.2 0:00:22 Ethernet 1
    131.108.0.0 is subnetted (mask is 255.255.255.0), 3 subnets
I        131.108.33.0 [100/180771] via 131.108.16.2, 0:01:29, Ethernet0
C        131.108.12.9 is directly connected, Ethernet0
C        131.108.16.0 is directly connected, Ethernet1
I    218.100.103.0 [100/1200] via 133.3.32.2, 0:00:22, Ethernet1
  
```

Explicación:

Este comando despliega algunos códigos tales como I, C, i, E1, etc, de los cuales la información del ruteo se tiene con los códigos I y C. I quiere decir que el *router* utiliza IGRP⁷ para difundir la información de sus rutas tanto a una red Ethernet 1 como a 3 subredes configuradas, además nos da información de la ruta para acceder a la red Ethernet0. Con C nos da información de la ruta conectada directamente para las redes Ethernet0 y 1.

⁷ IGRP = Interior Gateway Routing Protocol

El comando ***show interface serial*** despliega los parámetros configurables y estadísticas en tiempo real de los interfaces seriales del router, como se muestra el cuadro 3.13

```
Router# show interface serial 1
Serial1 is up, line protocol is up
  Hardware is MK5025
  Internet address is 183.8.64.129, subnet mask is 255.255.255.128
  MTU 1500 bytes, BW 56 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 9/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10 sec)
  Last input 0:00:00, output 0:00:01, output hang never
  Output queue 0/40, 0 drops input queue 0/75, 0 drops
  Five minute input rate 1000 bits/sec, 0 packets/sec
  Five minute output rate 2000 bits/sec, 0 packets/sec
    331885 packets input, 62400237 bytes, 0 no buffer
    Received 230457 broadcasts, 0 runts, 0 giants
    3 input errors, 3 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    403591 packets output, 66717279 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 8 interface resets, 0 restarts
    45 carrier transitions
```

Cuadro 3.13 Despliegue de los parámetros de configuración y estadísticas del *router*

Explicación:

Mediante este comando se tiene información del *status* del interfaz serial. Se tiene datos de la dirección IP, la velocidad del puerto, el tipo de encapsulado utilizado. En este caso HDLC. Además se tiene información del movimiento de paquetes en la red, la cantidad de paquetes de entrada y salida así como un análisis de las tramas (errores, CRC, tramas rechazadas, colisiones, etc).

Una de las características más importantes de este comando es que permite desplegar el *status* de la línea y del protocolo.

```
Router# show in s 1
```

```
Serial1 is up, line protocol is up
```

3.21 CONFIGURACIÓN DEL *ROUTER* CISCO

La configuración del ruteador puede ser generada de muchas maneras. El comando en modo privilegiado EXEC *configure* puede ser usado para configurar desde cualquier terminal remoto o desde una consola terminal, permitiendo realizar cambios existentes en la configuración. Este comando también puede ser usado para cargar la configuración desde un servidor de red con TFTP, permitiendo de esta manera mantener y guardar la información en un sitio central. A continuación se presenta una serie de comandos de configuración:

- 1 ***Configure Terminal***, Configura manualmente desde una consola terminal
- 2 ***Configure Memory***, Carga la información de configuración desde una memoria NVRAM
- 3 ***Copy tftp running-config***, carga la información de configuración desde un servidor tftp
- 4 ***Show running-config***, despliega la configuración actual de la RAM
- 5 ***Copy running-config startup-config***, guarda la configuración de la RAM dentro de la NVRAM
- 6 ***Copy running-config tftp***, guarda la configuración de la RAM en un servidor de red tftp
- 7 ***Show startup-config***, despliega la configuración almacenada que está contenida en la NVRAM
- 8 ***Erase startup-config***, borra el contenido de la NVRAM

3.22 MODOS DE CONFIGURACIÓN DEL *ROUTER* CISCO

Como es de conocimiento el intérprete de comandos es denominado EXEC. El EXEC interpreta los comandos y los lleva a realizar su operación correspondiente. Desde el modo privilegiado, se puede acceder a un modo de configuración global y a 9 modos específicos de configuración:

- Interfaz
- Subinterfaz
- Controlador
- Lista de mapa
- Clase de mapa
- Línea
- *Router*
- *Ipx-router*
- Mapa del *router*

Modo de configuración	Prompt
Interfaz	<i>Router(config-if)#</i>
Subinterfaz	<i>Router(config-subif)#</i>
Controlador	<i>Router(config-controller)#</i>
Lista de mapa	<i>Router(config-map-list)#</i>
Clase de mapa	<i>Router(config-map-class)#</i>
Línea	<i>Router(config-line)#</i>
<i>Router</i>	<i>Router(config-router)#</i>
<i>IPX router</i>	<i>Router(config-ipx-router)#</i>
Mapa del <i>router</i>	<i>Router(config-route-map)#</i>

Los comandos de configuración global son aplicables a características que afectan al sistema íntegramente, requieren un comando de línea.

Los comandos de configuración de los interfaces modifican la operación de los distintos puertos del *router*. Los subcomandos de interfaz permiten seguir un comando de interfaz, éste define el tipo de interfaz.

Router(config)#interface type port Router(config)#interface type slot/port
--

```
Router(config)#interface serial
1/0
Router(config-if)#bandwidth 56
Router(config-if)#clockrate
56000
```

La configuración de los equipos de red determina el funcionamiento de la red. Para manejar la configuración de los equipos, se necesita listar y comparar los archivos de configuración que están operando en ellos, guardar los archivos de configuración en servidores de red para acceder desde cualquier lugar, y realizar instalaciones y actualizaciones de *software*. Una de las tareas básicas es dar un nombre al *router*. El nombre del *router* es considerado como el nombre del *host* y éste es desplegado en el *prompt* del sistema. En el ejemplo se observa este comando.

```
Router(config)#hostname
Ecuador
Ecuador#
```

Como un último punto en el análisis básico de este ruteador está el obtener una copia de seguridad del sistema. Es posible obtener una copia de la imagen del sistema a un servidor. Esta copia puede ser usada para verificar que en la *Flash memory* se encuentra la misma que la del disco original. Se siguen dos pasos para obtener un *backup* del sistema con los siguientes comandos:

```
Router# show flash
4096k bytes of flash memory on embedded flash (in xx)

file          offset      length      name
0             0x40       1204637     xk09140z
               [903848/2097152 bytes free]

Router# copy flash tftp
IP address of remote host [255.255.255.255]? 131.108.13.111
Filename to write on tftp host?xk09140z
Writing                                              xk09140z
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Successful tftp write
```


Para restaurar la copia de un *backup* en la *flash*, el sistema primero pregunta la dirección IP o nombre del servidor tftp, luego confirma el nombre del archivo a ser restaurado con la opción de borrar la flash memory existente.

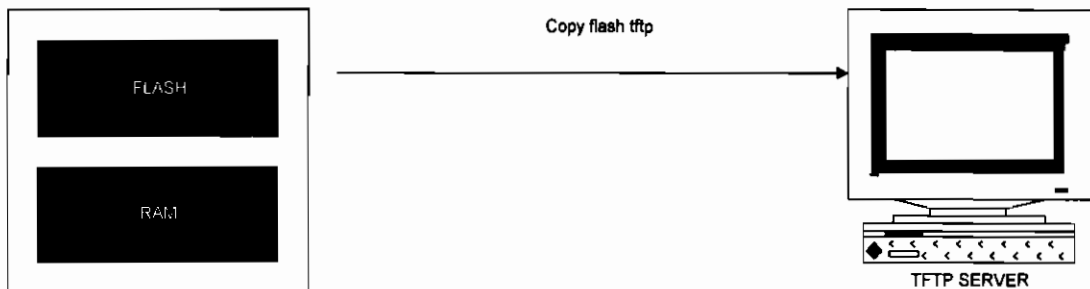


Fig 3.43 Copia de la *flash memory* a un TFTP server

```
Router# copy tftp flash  
IP address or name of remote host [255.255.255.255]? 131.108.13.111  
Name of tftp filename to copy into flash []? IJ09140z  
Copy IJ09140z from 131.108.13.111 into flash memory? [confirm] <Return>  
xxxxxxx bytes available for writing without erasure.  
Erase flash before writing? [confirm] <Return>  
Clearing and initializing flash memory (please wait) ###...###  
Loading                                                                                               from  
131.108.13.111:!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!  
!!!!!!!!!!!!!!! (text omitted) [OK - 324572/524212 bytes]  
Verifying checksum...  
Vvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvvv  
vvvvvvvvvvvvvvvv (text omitted)  
Flash verification successful. Length = 1204637, checksum = 0x95D9
```

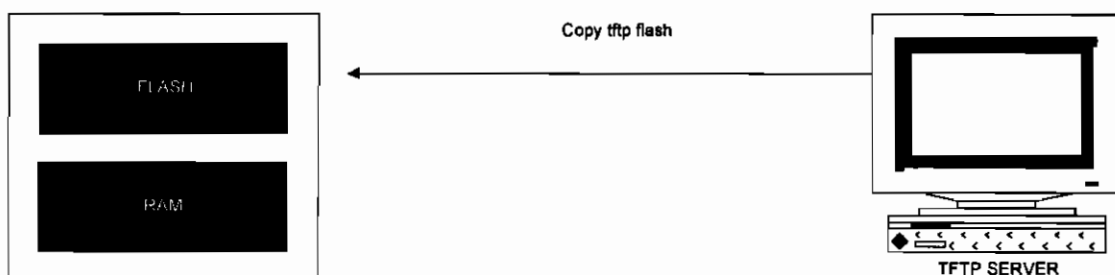


Fig 3.44 Copia del *server* hacia la *flash memory*

3.23 ANÁLISIS *FRAME RELAY* PARA RUTEADORES CISCO

Los aspectos centrales del funcionamiento de *Frame Relay* están en las dos capas inferiores. Usando las facilidades que ofrece la capa física para transportar los datos tales como fibra óptica y enlaces de transmisión digital, *Frame Relay* ofrece transmisión a nivel WAN a altas velocidades para las estaciones finales, típicamente redes LAN.

Trabajando en la capa enlace, *Frame Relay* encapsula la información de las capas superiores del modelo OSI. Toma algunas características de los modelos antiguos de conmutación de paquetes en redes WAN tal como X.25. Por ejemplo, un interfaz *Frame Relay* entre el usuario y la red transmitirá y recibirá tramas usando un esquema FIFO en un circuito de multiplexación estadística.

- Las velocidades de transmisión para *Frame Relay* tienen un amplio rango. Típicamente, un enlace *Frame Relay* transmite datos a 56 Kbps o 64 Kbps, con T1/E1 (hasta 2 Mbps) lo más común; DS-3 con velocidades de 45 Mbps.
- *Frame Relay* ofrece un esquema muy confiable asumiendo que las facilidades de sistemas digitales mejorados o fibra permiten algoritmos de corrección de errores, esquemas de control de flujo, etc.

Frame Relay está basado en circuitos virtuales. Debido a su relativa alta velocidad y mínimo costo, *Frame Relay* es escogido para conectar redes LAN sobre WANs. Además debido a que el *router* encapsula los datos de las capas superiores en *Frame Relay*, provee una conexión a la nube DCE para realizar las comunicaciones entre DTEs, la cual es un *switch Frame Relay*.

Opera sobre circuitos virtuales permanentes (PVCs). Esto significa que las conexiones son estáticas, provistas de cierta configuración. Múltiples PVCs pueden interconectar DTEs a través de la red *Frame Relay* hacia su destino.

Un DLCI identifica cada PVC. El DLCI provee el mejor mecanismo de direccionamiento *Frame Relay* de los ruteadores hacia la red *Frame Relay* WAN.

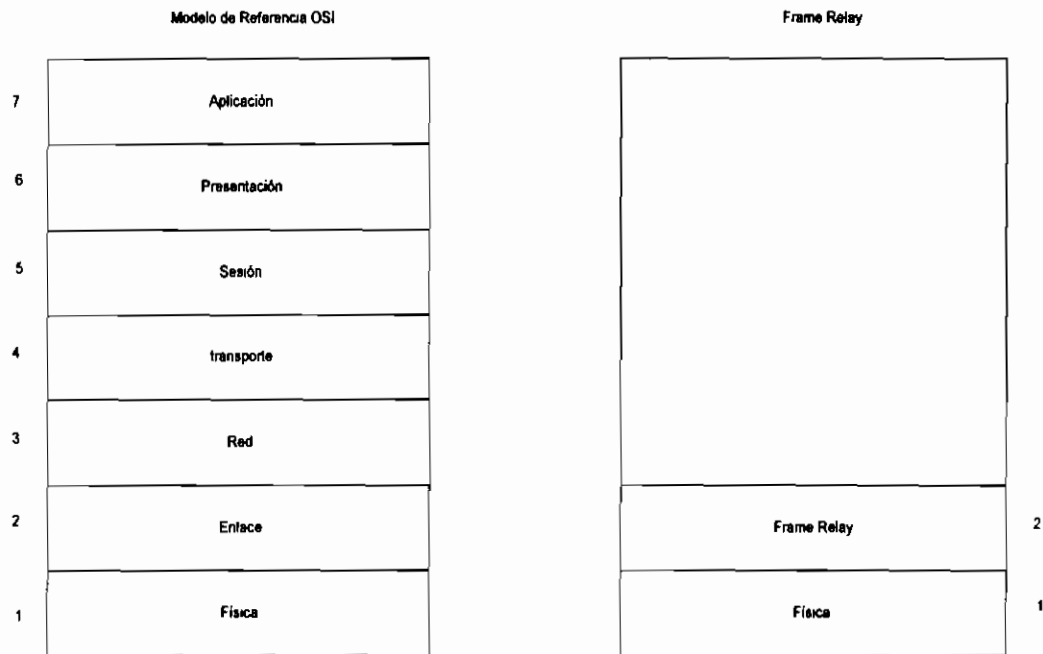


Fig 3.45 Comparación de las capas Frame Relay con el modelo OSI

El interfaz de manejo local LMI en general se refiere al procesamiento general que setea y mantiene la conexión entre el *router* y el *switch*. Contiene información acerca del *setup* del PVC, *status*, intercambios realizados, así como el uso de los DLCIs.

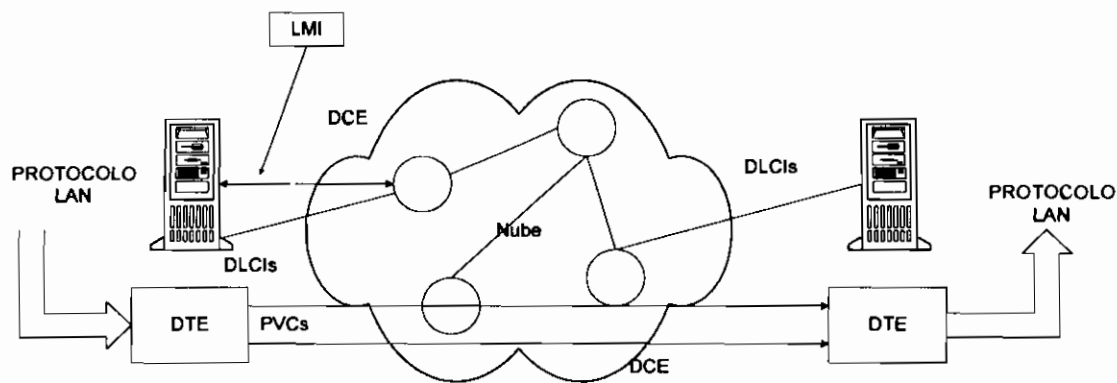


Fig 3.46 Visión General de *Frame Relay*

3.23.1 Asignación del DLCI *Frame Relay*

La gráfica 3.47 muestra dos ruteadores separados por una nube *Frame Relay*. El DSU/CSU es un intermediario común usado para la conexión de circuitos digitales y el interfaz de la línea. El gran *switch Frame Relay* en la nube representa un proveedor del servicio *Frame Relay*.

Frame Relay como un servicio público es típicamente utilizado por las compañías telefónicas en el mercado de las comunicaciones de datos. *Frame Relay* puede también consistir de una red privada de conmutadores propios. En cualquiera de los casos, el proveedor establece los números DLCI para ser usados por los ruteadores para establecer PVCs.

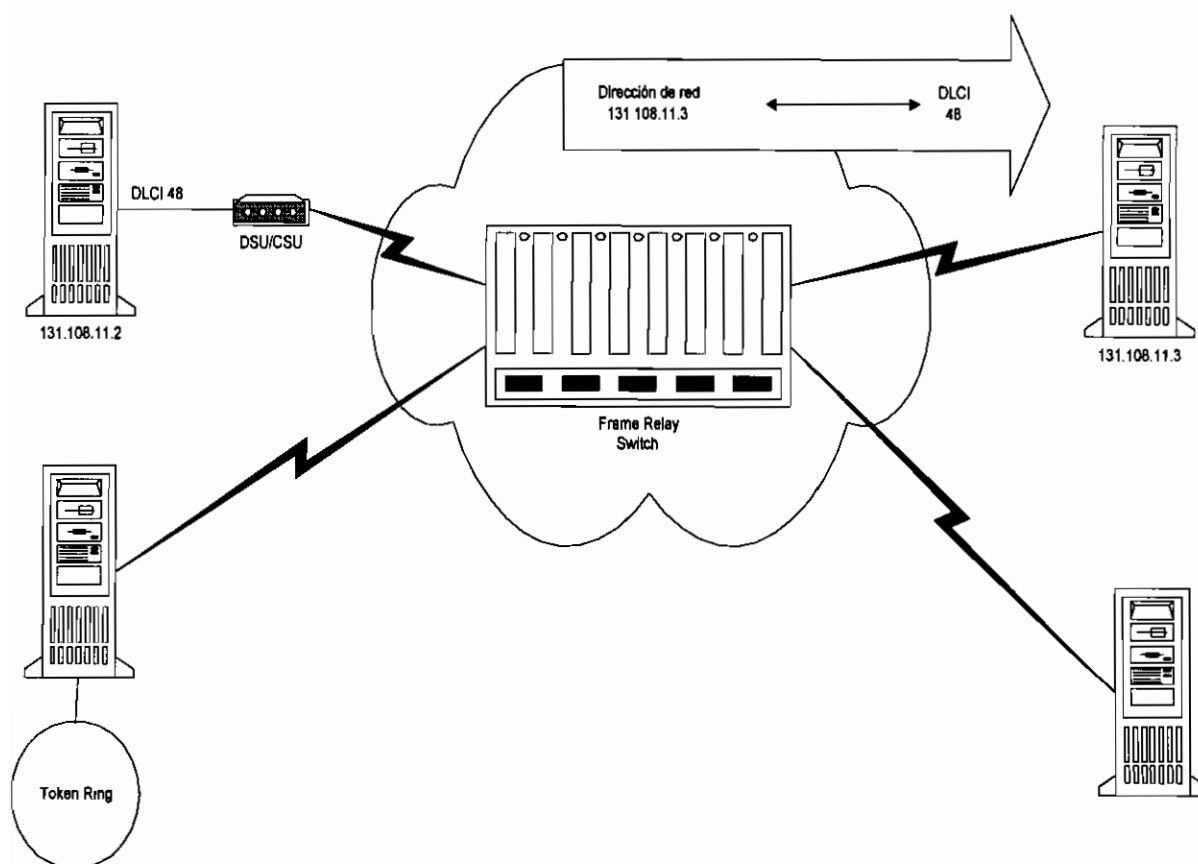


Fig 3.47 Asignación de DLCIs para la interconexión de redes

Los DLCIs usualmente tienen significado local, lo cual quiere decir que los números disponibles puede ser usados por cada localidad. A su vez también tienen funciones especiales: el DLCI 1023 es específico para uso LMI; los DLCIs 1019 a 1022 para realizar un direccionamiento múltiple (*multicast*).

Un administrador de red configura un número DLCI para proveerlo a una dirección de red. Por ejemplo, un administrador podría proveerlo a una dirección IP del interfaz en el *router* derecho de la gráfica anterior. Este “mapeo” en el *router* apunta a una ruta estática, la cual es un PVC del *router* remoto. Es decir, por ejemplo, que el administrador puede configurar un mapeo hacia la dirección 131.108.11.3 usando el PVC identificado como DCLI 48 tal como se observa en la figura 3.47.

Cisco ofrece un amplio soporte a las variaciones del protocolo Frame Relay:

- La ANSI describe la señalización *Frame Relay* con T1.617 Annex D.
- La ITU-T, formalmente CCITT, usa señalización Q.933 Annex A. Este grupo empezó a desarrollar *Frame Relay* a mediados de los 80s como parte de su investigación en ISDN.
- Cisco también conformó un consorcio de compañías denominada el “gang de los 4”. Empezando en 1990, estas compañías trabajaron en la tecnología *Frame Relay* acelerando la introducción de este producto y su interoperabilidad. Las características más importantes promovidas por este consorcio incluyen *status* de los circuitos virtuales y tres extensiones opcionales LMI (multicasting, direccionamiento global y control de flujo).

Para establecer una conexión a una red *Frame Relay* se debe escoger apropiadamente el LMI de estas tres alternativas para asegurar una operación propia de este protocolo.

ANSI	T1.617 – Annex D
ITU –T (CCITT)	Q.933 Annex A (Signaling)
CISCO	“Gang de los 4”

3.23.2 Configuración *Frame Relay*

Se usa el comando *encapsulation frame-relay* para especificar el tipo de encapsulamiento de los datos a ser usados en el interfaz serial de comunicaciones con la red *Frame Relay*.

Dos tipos de encapsulamiento se usan, a saber:

- Por *default* es el encapsulado utilizado por Cisco ya mencionado anteriormente.
- El encapsulado IETF (*Internet Engineering Task Force*), el cual es especificado en RFC 1294/1490. Este encapsulado permite interoperabilidad con otras marcas de ruteadores.

Router(config-if)#

Encapsulation frame-relay [ietf]
--

Router(config-if)#

Frame-relay lmi-type {ansi cisco q933a}

El encapsulado puede ser especificado globalmente, como se ilustra aquí, o en una base circuito por circuito, como muestra el respectivo comando.

El comando *frame-relay lmi-type* selecciona el tipo de LMI. El *router* debe ser configurado con la señalización apropiada, sea ésta ANSI, ITU-T o CISCO.

El comando *frame-relay map* se usa para mapear estadísticamente el destino de las direcciones del protocolo a un DLCI designado.

Router (config-if) #

```

Frame-relay map protocol protocol-address
DLCI
[broadcast] [ietf] [cisco]

```

frame-relay map

Descripción

protocol

protocolos soportados: appletalk, clns, decnet, ip,

ipx

protocol-address

dirección para el protocolo

DLCI

número DLCI del circuito virtual

Broadcast

debe ser habilitado cuando no está habilitado el

multicast

Ietf

forma de encapsulamiento IETF

Cisco

forma de encapsulamiento CISCO

Un modelo para implementar Frame Relay en una red es el denominado “multiacceso *nonbroadcast*”(NBMA).

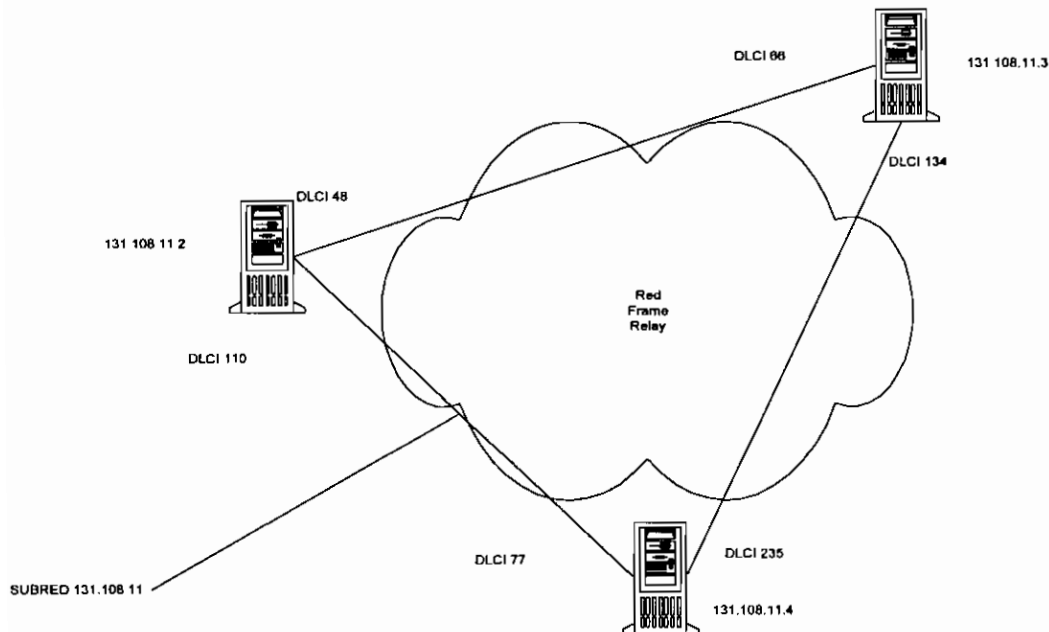


Fig 3.48 Multiacceso *Nonbroadcast*

El modelo NBMA hace que todos los ruteadores sean conectados mediante circuitos virtuales iguales en la misma red IP o subred. Debido a que *Frame Relay* no soporta *broadcasting*, los ruteadores deben copiar todos los *broadcast* y transmitirlos en cada circuito virtual.

3.23.3 Configurando con mapas *Frame Relay*

CISCO A

```
Interface serial 0
Ip address 131.108.11.2 255.255.255.0
!
!enable frame relay, use the ANSI LMI
encapsulation frame-relay
frame-relay lmi-type ansi
! Note: for alternate ietf encap, also use lmi-type ansi
!
!set up a static frame relay map – full mesh
!
frame-relay map ip 131.108.11.3 48 broadcast
frame-relay map ip 131.108.11.4 110 broadcast
```

Cuadro 3.14 Configuración de un interfaz serial

En el ejemplo:

Comando	descripción
Encapsulation frame-relay	setea tipo de encapsulado a Cisco
Frame-relay lmi-type ansi	selecciona LMI a ANSI

Los campos de mapeo son:

Frame-relay map	descripción
Ip	protocolo de alto nivel
131.108.11.3	dirección a ser “mapeada”
48	DLCI usado para alcanzar el destino
Broadcast	permite <i>broadcast</i>

De acuerdo al cuadro 3.14 el tráfico IP destinado para 131.108.11.3 usará el DLCI 48 para negociar en la nube *Frame Relay*. El interfaz Serial 0 enviará tráfico *broadcast* al igual que tráfico IP. Cisco A es configurado con un comando *frame-relay map* para cada ruta similar. En este ejemplo, se muestra una configuración en malla con tres ruteadores, cada uno de direcciones 131.108.11.2, 131.108.11.3 y 131.108.11.4 como en la figura 3.48. En ambientes que no utilizan *broadcast* para enviar la información a todos los ruteadores de la red es posible configurar los denominados “subinterfaces”. Los subinterfaces son bastante útiles en el sentido de que la información proveniente de la red de ruteadores conectados a un puerto serial de un ruteador A no puede ser actualizada al mismo tiempo como lo hace el *broadcast*, sino que se debe configurar en el ruteador A dos o más interfaces adicionales con distintos DLCIs para enviar esta información, tal como muestra la figura 3.49 más claramente. Cuando se configura subinterfaces y DLCIs *Frame Relay*, la arquitectura de la red que resulta usa una subred diferente para el enlace de cada subinterfaz, como muestra la gráfica 3.49.

- En el *router* A, el subinterfaz S 0.1 usa un DLCI 110 en la subred IP 131.108.112.0.
- Para el subinterfaz S 0.2, DLCI 48 conecta a 131.108.113.0.

Cuando se usa *Frame Relay* con subinterfaces, solamente los dos ruteadores en un PVC actúan como subredes iguales. La configuración *Frame Relay* contiene múltiples subredes.

El DLCI en un subinterfaz representa uno o más direcciones de protocolos destino.

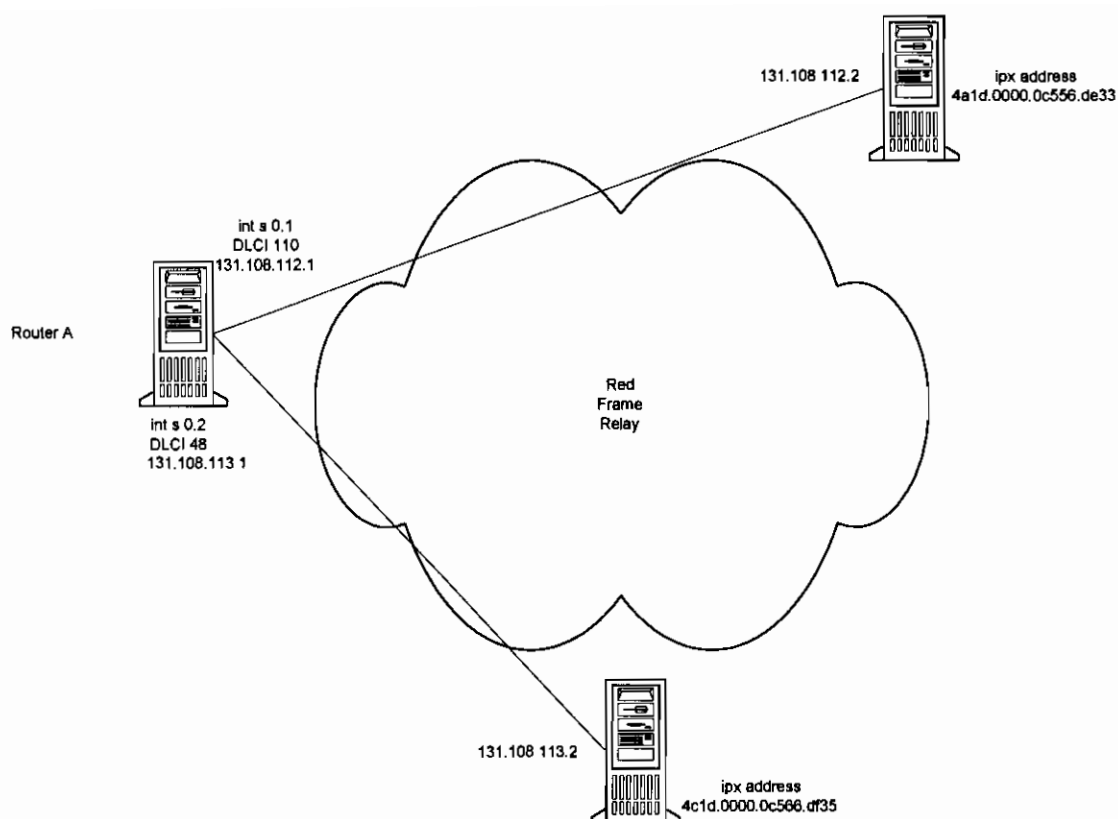


Fig 3.49 Configuración de subinterfaces en la red *Frame Relay*

- En el *router A*, el DLCI 110 se refiere al destino de red IPX 4a1d.
- El DLCI 48 se refiere al destino de red IPX 4c1d.

Cualquiera de las configuraciones que usen grupos NBMA o subinterfaces pueden ser simplificados a través del uso del protocolo ARP inverso⁸. El *router* necesita conocer solamente su propia dirección de red en la red NBMA o subred. El *router* aprende de los circuitos virtuales a través de los LMIs desde el conmutador *Frame Relay*, aprende las direcciones de red de cada *router* mediante el envío y recibo de mensajes ARP inversos en cada DLCI añadido como muestra la figura 3.50.

⁸ ARP inverso = Protocolo inverso de asociación de direcciones que tiene el fin de obtener la dirección IP desde un servidor

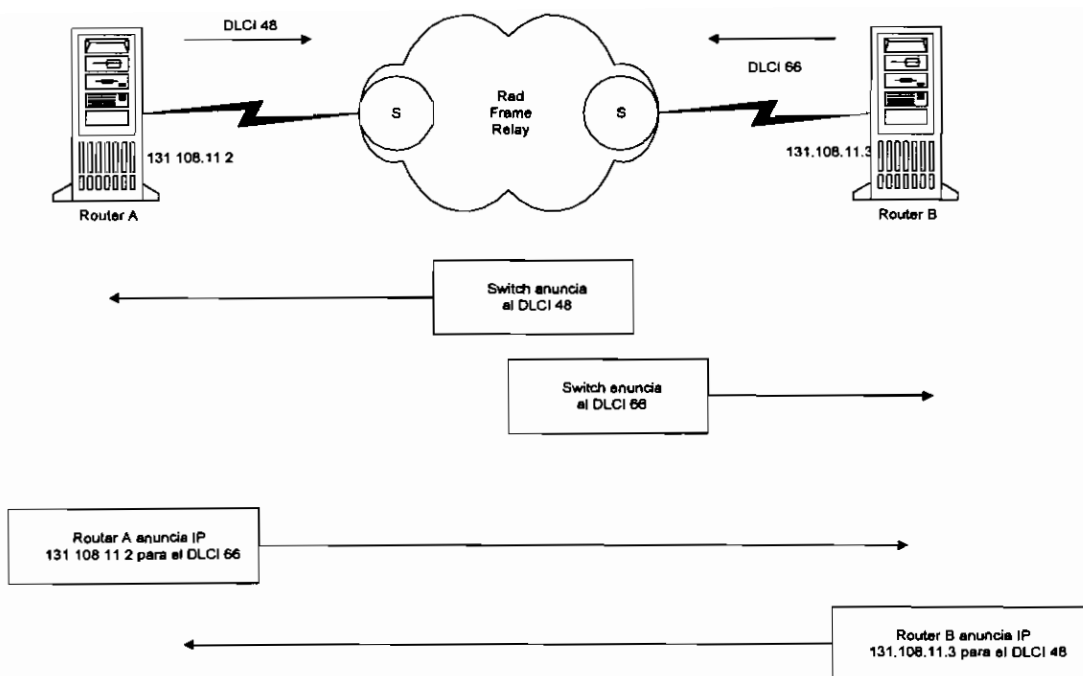


Fig 3.50 Utilización del ARP inverso para el ruteo de paquetes

3.23.4 Estadísticas Frame Relay

Cisco presenta un análisis completo de un interfaz serial mediante el comando ***show interface serial***.

```
Router# show int s 0
Serial 0 is up, line protocol is up
  Hardware is MCI Serial
  Internet address is 131.1.11.2 subnet mask is 255.255.255.0
  MTU 1500 bytes, BW 56 kbit, DLY 20000 usec, rely 252/255, load 1/255
  Encapsulation FRAME-RELAY, loopback not set, keepalive set (10sec)
  LMI DLCI 1023, LMI sent 1, LMI stat recvd 0, LMI upd recvd 0
  Last input 0:04:42, output 0:00:07, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
  Five minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  Five minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    6019 packets input, 305319 bytes, 0 no buffer
    received 2973 broadcasts, 0 runts, 0 giants
    7 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 7 abort
    8595 packets output, 3499314 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 10 interface resets, 0 restarts
    17 carrier transitions
```

En el anexo B se presenta la descripción de los términos de las estadísticas del puerto serial.

Cabe mencionar que en el análisis del ruteador 6520 de Motorola existen también otras opciones dependiendo de las necesidades de conectividad del usuario.

3.24 Características de otros equipos Motorola

A continuación se mencionan otros equipos con sus características respectivas y funciones dentro del campo que se ha analizado con el router 6520. Este cuadro muestra una comparación de equipos ruteadores en cuanto a manejo de puertos, tipo de interfaces que manejan y qué protocolos pueden ser configurados en ellos, aplicación muy importante es el de manejo de video que sólo puede darse en equipos más avanzados como son el Vanguard 6450 y el MP Router 6520. Estos equipos son los mostrados en el cuadro 3.15.

Los puertos que manejan interfaces V.24 pueden dar velocidades de 80 Kbps en modo sincrónico y de hasta 115.2 Kbps en modo asincrónico.

Para los interfaces V.35, V.11 o V.36 los puertos pueden dar velocidades de hasta 384 Kbps con reloj interno y de hasta 1.544 Mbps con reloj externo. Cabe mencionar que estos equipos están limitados en cuanto a puertos, el 6520 puede manejar mucha mayor cantidad de puertos, con lo que estos Vanguard quedarían reducidos a uso de protocolos en menor cantidad, es decir por ejemplo, el uso de un ATM y una red SDLC.

	N.- Puertos	V.24	V.35	V.11	V.36	ISDN	ETH	Token Ring	X.25	Frame Relay	Voice	IP	Video
Vanguard 100	3	X	X	X	X	X			X	X	X	X	
Vanguard 200	6	X	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2				X	X		X	
Vanguard 300	4	X	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	X	X		X	X	X	X	
Vanguard 305	4	X	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	X		X	X	X	X	X	
Vanguard 6450	48	X	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	Puertos 1 y 2	X	X	X	X	X	X	X	X
MP Router 6520	54	X	Puertos 1 y 2	Puerto 1 y 2	Puertos 1 y 2	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro 3.15 Características de equipos Vanguard

4.1 DISEÑO DE UNA RED WAN

El presente capítulo tiene como finalidad poner en práctica todo el estudio realizado en los capítulos anteriores referente a elementos de interconectividad para redes WAN. La red que se diseñará comprenderá la configuración de los equipos de interconectividad para permitir la comunicación con un lugar remoto.

Aplicación de la red: Esta red WAN comprenderá la interconexión de dos redes para la transmisión de información entre la oficina principal o matriz de un banco y una de sus sucursales.

La información a ser transmitida entre estos dos lugares, comprende aplicaciones bancarias como las que se menciona a continuación:

- Intercambio de información y actualización de datos entre las dos redes LAN del banco ya formadas.
- Transmisión de información de cuentas bancarias que se encuentra almacenada en el AS400 del banco.
- Transmisión de información para la red nacional de cajeros automáticos
- Conexión directa de voz a través de extensiones internas de la central telefónica de matriz.
- Transmisión de correo electrónico (*mail*).

Los dos lugares a enlazarse estarán localizados de la siguiente manera:

- Oficina matriz localizada en Quito
- Oficina remota localizada en Guayaquil.

Para la interconectividad de esta red, se utilizará el servicio *Frame Relay*, protocolo de comunicaciones analizado en los capítulos I y III de esta tesis, el que brindará un servicio muy eficiente de comunicaciones para el transporte de voz y datos entre la

oficina matriz y la sucursal. Se contratará con un carrier de comunicaciones este servicio para tener un enlace mínimo de 64 Kbps (DS-1) con un CIR de 32 Kbps en la red *Frame Relay*.

Los protocolos que serán configurados y encapsulados en el enlace *Frame Relay* son TCP/IP, SDLC y *Voice Relay* (para la transmisión de voz).

Medios de transmisión: para la transmisión de voz y datos de estas dos redes, el *carrier* podrá proveer un enlace de comunicaciones de las siguientes maneras posibles:

1. Enlace satelital a 64 Kbps entre las ciudades de Quito y Guayaquil más un enlace de última milla, que comprenderá un enlace de radio o un enlace de alta velocidad a través de DSU/CSU's.
2. Contratar con un *carrier* un canal de comunicaciones para la transmisión de voz y datos entre las dos oficinas. El medio de transmisión ya no será un enlace satelital sino que se utilizará un medio terrestre de transmisión, sea ésta fibra óptica o cobre. Para efectos de velocidad de transmisión, no será posible dar un enlace de 64 Kbps a través de cobre; este medio de transmisión se puede contratar con Andinatel pero para una velocidad máxima permitida de 19.2 Kbps. Con esto, Andinatel proveerá el canal analógico de comunicaciones a través de 4 hilos (2 para transmisión y 2 para recepción) con los cuales se constituirá el enlace. Los equipos a utilizarse para este medio serán modems analógicos que en realidad pueden dar una velocidad mayor de los 19.2 Kbps que permite Andinatel.
3. Si el banco en cuestión desea velocidades mayores que 19.2 Kbps, Andinatel permite la contratación con una empresa de comunicaciones denominada Teleholding, la que brinda canales digitales para este tipo de enlaces, esta empresa realiza un enlace a través de DSU/CSU's entre las dos puntas, a las cuales se conectarán los equipos de comunicaciones.

La configuración de la red WAN además comprenderá un análisis de costos, operación y mantenimiento de los equipos a utilizarse.

Como se mencionó anteriormente, el diseño comprende la configuración de protocolos de comunicación tales como TCP/IP, SDLC, *Voice Relay*. Estos protocolos en el diseño mencionado permitirán la comunicación de la red LAN, AS400 y una PBX de la oficina matriz con la sucursal remota del banco.

El diseño a utilizarse comprenderá la primera opción mencionada en los medios de transmisión, es decir, un enlace de última milla a través de DSU/CSU's hasta el telepuerto satelital para llevar la señal *Frame Relay* vía satélite hasta el sitio remoto para de allí utilizar nuevamente un enlace de última milla a través de DSU/CSU's hasta el sitio de usuario. El banco requiere de un servicio que sea altamente confiable para garantizar a sus clientes que todos sus sistemas estarán activos las 24 horas, para que el cliente pueda hacer uso de los servicios que presta el banco a cualquier hora del día. Esto es, servicio de consultas de las cuentas de ahorros y corrientes a través de los cajeros automáticos, consultas de la cuentas a través del teléfono, etc. Para que el banco pueda dar un servicio muy eficiente es necesario que toda su red formada esté conectada todo el tiempo así como todos sus sistemas.

Esto requiere de un servicio de comunicaciones altamente eficiente que pueda garantizar un 99% de confiabilidad, un tiempo de respuesta aceptable, ya que el tráfico de voz y datos es relativamente pesado, y cuyos costos estén dentro del presupuesto de gastos del banco. Con estas características se puede decir que el banco requiere de un medio satelital para todos sus sistemas bancarios. Este sistema podrá ahorrar no sólo tiempo sino también mucho dinero, tal es así el ahorro que tendrá por llamadas telefónicas interprovinciales, las que estarán activas todo el día y serán como una llamada interna del banco, es decir, el sistema telefónico no será afectado mayormente, por cuanto, en caso de que el sistema telefónico de Andinatel sufra algún desperfecto, el usuario podrá hacer uso de la PBX sea del nodo local como del remoto para salir hacia cualquier lugar

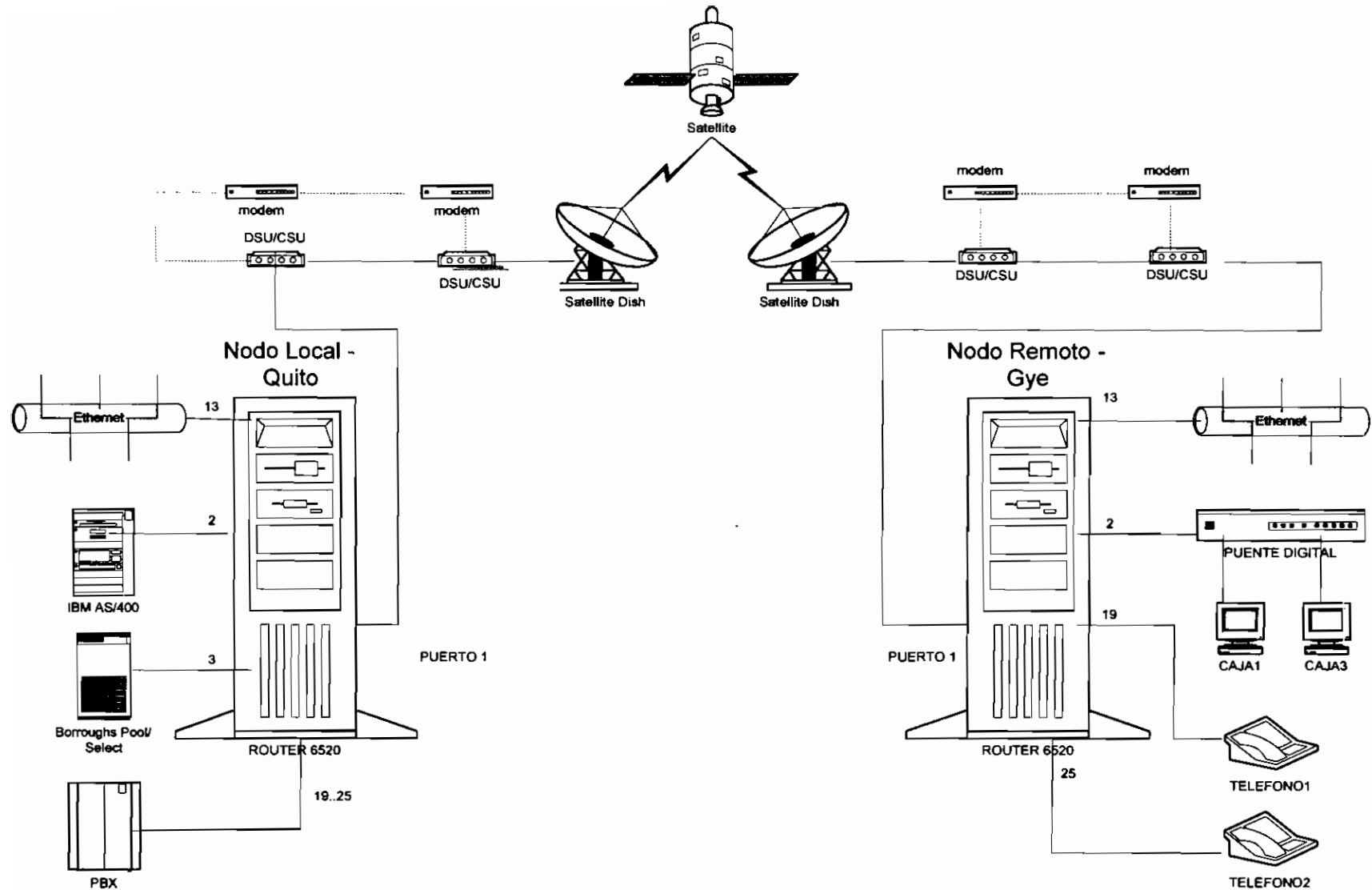


Fig 4.1 Diseño de una red WAN

del país. Todo esto requiere de la utilización de equipos de comunicaciones para redes WAN tales como:

- *Routers*
- DSU/CSU's
- Puente digital
- tarjetas de voz FXS/FXO¹

Las tarjetas de voz FXS permiten configurar troncales telefónicas para la interconexión de centrales telefónicas remotas, en cambio las tarjetas de voz FXO permiten la configuración de extensiones telefónicas en aquellos lugares que no poseen central telefónica o que requieren de extensiones locales de la central telefónica de matriz para poder comunicarse como si fuera una llamada local.

En la figura 4.1 se describe cómo se realizará este tipo de enlace. Para el enlace de matriz se requiere transmitir datos desde la red Ethernet del banco así como información del *host* AS400, información para los cajeros automáticos así como conexión de voz con el lado remoto. Esto requiere del uso de 5 puertos de entrada para situar en estos los distintos *host* de datos y 1 puerto de salida para desfogar allí todo el tráfico de comunicaciones hacia el nodo remoto.

De la misma forma en el lado remoto se requiere de puertos para conectar allí los equipos que traerán la información de los *host* locales tanto para AS400, cajeros automáticos, red y voz. Para el enlace de comunicaciones del AS400 el diseño requerirá de un puente digital que pueda dividir la señal hacia 3 terminales de cajas del banco. El ruteador requerirá de un puerto para la red Ethernet, un puerto para el AS400, un puerto para el *host* principal de los cajeros automáticos y dos puertos de voz FXS/FXO para enlazar la PBX hacia la central de la sucursal remota, la que utilizará dos puertos telefónicos para los usuarios de la sucursal.

¹ FXS = *Foreign Exchange Station*
FXO = *Foreign Exchange Office*.

Como *backup* del enlace se configurarán dos modems analógicos en caso de caída del enlace. Estos modems realizarán un *dial backup* para volver a enlazar las dos redes en el caso de interrupción del servicio en el enlace principal.

El diseño comprenderá las siguientes partes:

1. Diseño de la configuración del enlace entre el ruteador local y el remoto.
 - a) Configuración del enlace de las dos redes LAN
 - b) Configuración del enlace del AS400 con las terminales de trabajo para cajas
 - c) Configuración del enlace para la conexión de voz
 - d) Configuración del enlace WAN *Frame Relay*
 - e) Configuración del DSU/CSU de última milla
 - f) Configuración del puente digital para llevar la señal desde el AS400 del banco en el nodo local hacia las terminales del nodo remoto.

Todas las configuraciones de los enlaces se realizarán en los equipos descritos tanto en el nodo local como en el nodo remoto. Las configuraciones difieren tanto en el nodo local como en el nodo remoto por cuanto requieren de ciertos parámetros para poder operar de acuerdo con el protocolo de comunicaciones requerido.

4.1.1 Diseño de la configuración del enlace entre los ruteadores local y remoto de la red WAN

a) Enlace de las dos redes LAN

Tanto el ruteador local como el remoto requieren de una tarjeta Ethernet la cual tendrá una dirección IP asignada por el servidor de red. De este modo cada ruteador usará un puerto para conectarse a la red Ethernet y otro puerto para conectarse a la red *Frame Relay* que será por donde viajará la información. Es decir se tendrá dos direcciones IP, una dirección será la del servidor local y otra será la dirección WAN.

Como primera instancia se deberá determinar el tipo de dirección a utilizarse. Se empleará una dirección tipo C, ya que se está utilizando una red pequeña cuyas direcciones concuerdan con la definición de dirección IP tipo C (menor a 2^8 *host*).

Las direcciones IP a configurarse para las dos redes Ethernet son las siguientes:

- 1.- Para el puerto WAN del router: 193.12.5.1 (nodo local) y 193.12.5.2 (nodo remoto)
- 2.- Para el puerto LAN del router: 193.12.10.5 (nodo local) y 193.12.15.7 (nodo remoto).

Nótese que las direcciones de WAN pertenecen a una sola red, y esto es algo lógico por cuanto es una sola la red WAN que enlazará los nodos, no así en las direcciones de LAN que son diferentes, por cuanto se tiene dos redes LAN diferentes.

Los parámetros a configurarse en el *router* local para la unión de las dos redes LAN a través del protocolo TCP/IP son los siguientes:

- Nodo
- Puerto
- Parámetros de conexión LAN
- Tabla de conexión LAN
- Interfaces del *router*
- Parámetros IP
- Interfaces IP
- Tabla de selección de rutas
- Tabla de mnemónicos

En el *router* remoto se configura de manera similar los menús de configuración de acuerdo con el protocolo a manejarse. La configuración no es igual, por cuanto los conceptos son diferentes tanto en el nodo local como en el remoto. La configuración de mnemónicos establece la realización de una llamada y depende de quién necesite

obtener datos del otro nodo para configurar en sus tablas el direccionamiento de los datos. Tal es así, por ejemplo, en el enlace de AS400, se debe configurar un mnemónico en el nodo remoto, para que éste realice la llamada al nodo local y establezca comunicación de datos.

En el caso de enlaces de voz se configuran mnemónicos en los dos nodos, por cuanto cualquiera de ellos realiza la llamada y establece comunicación.

a.1 Configuración del nodo

Para la configuración del nodo, se deben establecer algunos parámetros importantes, a saber:

- Nombre del nodo (se denominará al nodo local como QUITO y el remoto como GYE).
- Número del nodo²
- Selección de alarmas que el *router* debe reportar. En este caso el *router* permite establecer una o varias alarmas de distinta prioridad, desde la más baja a la más alta, lo cual se detalla en el cuadro 4.1.

El resto de parámetros quedan establecidos por el *default* de la configuración.

En el cuadro 4.1 se presenta esta configuración.

Node Record Configuration
Node Name: QUITO/ Node Address: 100/ Node Number: 100/ Alarm Selection: HIGH+MED+LOW+CONN/

Cuadro 4.1 Configuración del nodo local

² Tanto la dirección como el número del nodo se los establece iguales para facilidad de la configuración. En el diseño se ha especificado el 100 para el nodo local y 200 para el remoto.

a.2 Configuración del Puerto de LAN

En el 6520 se establece que el puerto para LAN es el número 13. Se debe establecer los siguientes parámetros:

- Tipo de puerto
- Tipo de cable a utilizarse
- Dirección MAC del puerto
- Número de interfaz del puerto

Estos datos se presentan en el cuadro 4.2:

Port Record Configuration
[1] Port Number: 13/
[1] *Port Type: ETH
[1] LAN Cable Type: UTP
[1] Port MAC Address: 08-00-3E-00-29-95
[1] Router Interface Number:1

Cuadro 4.2 Configuración del puerto de LAN en el *router*

a.3 Configuración de los parámetros de conexión LAN

Este parámetro especifica el número de conexiones en la red LAN, se deja este parámetro establecido por *default*.

LAN Connection Parameters Configuration
*Maximum Number of LAN Connections: 32

Cuadro 4.3 Parámetros de conexión LAN

a.4 Configuración de la tabla de conexión LAN

Esta tabla implica el tipo de transmisión del tráfico de datos, es decir, especifica la parte de salida hacia la WAN. Se deben especificar los siguientes puntos:

- Tipo de transmisión a realizarse (*routing, bridge, etc*). En el diseño de esta red se va a realizar ruteo.
- El tipo de conexión en la LAN. Es una conexión punto a punto.
- El encapsulado a utilizarse, el cual será el encapsulado propio del equipo.
- Mnemónico a utilizarse, se empleará el mnemónico GYE200, el cual será configurado en la tabla de mnemónicos.
- El interfaz de salida hacia la WAN. Los interfaces de salida están especificados a partir del 5.
- Conexión remota con la LAN (*Remote connection ID*).

LAN Connection Table Configuration	
[1]	*Lan Forwarder Type: ROUT
[1]	Lan Connection Type: PT_TO_PT
[1]	*Router Interface Number: 5
[1]	Encapsulation Type: CODEX
[1]	Autocall Mnemonic:GYE200
[1]	Remote Connection ID: 1

Cuadro 4.4 Configuración de la tabla de conexión LAN

a.5 Configuración de los interfaces del *router*

En este submenú se habilita el interfaz tanto de la LAN como de la WAN; a saber, los interfaces 1 de LAN y 5 de WAN. El resto queda sin habilitar por cuanto no se ha especificado más de un enlace WAN.

Interfaces Table configuration
*Interface #1 State : Enabled
*Interface #5 State : Enabled

Cuadro 4.5 Configuración de los interfaces LAN y WAN

a.6 Configuración de los parámetros IP

El parámetro más importante a configurar es la máscara interna de la red, como se muestra en el cuadro 4.6, el resto de parámetros quedan establecidos por *default*.

IP Parameters configuration
*Internal Net Mask: 255.255.255.0

Cuadro 4.6 Parámetros de configuración IP

a.7 Configuración de los interfaces IP

En este menú se configura cada uno de los interfaces mencionados con su respectiva dirección IP y máscara. Para el nodo local queda lo siguiente:

IP Interface Configuration Table
[1] *Interface Number: 1
[1] *IP Address : 193.12.10.5
[1] *IP Address Mask: 255.255.255.0

[2] *Interface Number: 5
[2] *IP Address : 193.12.5.1
[2] *IP Address Mask: 255.255.255.0

Cuadro 4.7 Configuración de las direcciones IP para los interfaces

a.8 Configuración de la tabla de selección de rutas

En el nodo local se configura la ruta por la cual saldrá todo el tráfico de red. Ya que toda llamada se dirigirá hacia el nodo 200, entonces se establece por dónde debe

enrutarse la llamada, en este caso hacia la nube *Frame Relay* a través del interfaz FRI y de una estación *Frame Relay*, así como la prioridad de la conexión, como se muestra a continuación:

Route Selection Table Configuration	
Entry Number:	1/
[1] Address:	200/
[1] #1 Destination:	FRI-1S1/
[1] #1 Priority:	1/

Cuadro 4.8 Configuración de la tabla de selección de rutas

a.9 Configuración de la tabla de Mnemónicos

En este menú se configura la llamada correspondiente al mnemónico GYE200. Esta llamada debe configurarse para que el tráfico se dirija hacia la LAN del *router* remoto (*subaddress* 94).

Mnemonic Table Configuration	
Entry Number:	1/
[1] Mnemonic Name:	GYE200/
[1] Call Parameters:	20094/

Cuadro 4.9 Configuración de los mnemónicos

a.10 Configuración del *Router* Remoto

Al igual que en el nodo local o matriz, se configurará los mismos items, a excepción de algunos, que se los menciona ya en cada item del diseño.

a.10.1 Configuración del nodo

A continuación se presenta los datos de configuración del *router* remoto en cuanto al nodo. En la configuración del nodo cambiará el nombre, número y dirección del nodo, el resto de parámetros se ingresan por *default*.

```
Node Name: GYE/  
Node Address: 200/  
Node Number: 200/  
Alarm Selection: HIGH+MED+LOW+CONN/
```

Cuadro 4.10 Configuración del nodo remoto

a.10.2 Configuración del Puerto de LAN

Al igual que el *router* local, la configuración variará solamente en la *MAC Address*.

```
Port Record Configuration  
[1] Port Number: 13/  
[1] *Port Type: ETH  
[1] LAN Cable Type: UTP  
[1] Port MAC Address: 08-00-3E-00-30-90  
[1] Router Interface Number:1
```

Cuadro 4.11 Configuración del puerto de LAN remoto

a.10.3 Configuración de los parámetros de conexión LAN

Este parámetro no varía ya que es un valor por *default*.

```
LAN Connection Parameters Configuration  
*Maximum Number of LAN Connections: 32
```

Cuadro 4.12 Configuración de los parámetros de conexión LAN en el nodo remoto

a.10.4 Configuración de la tabla de conexión LAN

La configuración no tiene un mnemónico ni una conexión remota con la LAN, ya que esta función la hace el nodo local.

```
LAN Connection Table Configuration  
[1] *Lan Forwarder Type: ROUT
```

```
[1] Lan Connection Type: PT_TO_PT
[1] *Router Interface Number: 5
[1] Encapsulation Type: CODEX
[1] Autocall Mnemonic (blank)
[1] Remote Connection ID: (blank)
```

Cuadro 4.13 Configuración de la tabla de conexión LAN en el nodo remoto

a.10.5 Configuración de los interfaces del *router*

Se habilitan los interfaces de LAN y WAN respectivamente, como en el nodo local.

```
Interfaces Table configuration
*Interface #1 State : Enabled
*Interface #5 State : Enabled
```

Cuadro 4.14 Configuración de los interfaces LAN y WAN en el nodo remoto

a.10.6 Configuración de los parámetros IP

La configuración de la máscara interna no varía con respecto a la del nodo local.

```
IP Parameters configuration
*Internal Net Mask: 255.255.255.0
```

Cuadro 4.15 configuración de los parámetros IP en el nodo remoto

a.10.7 Configuración de los interfaces IP

En este menú se configura cada uno de los interfaces mencionados con su respectiva dirección IP y máscara correspondientes al nodo remoto.

```
IP Interface Configuration Table
[1] *Interface Number: 1
[1] *IP Address : 193.12.15.7
[1] *IP Address Mask: 255.255.255.0
```

```
[2] *Interface Number: 5
[2] *IP Address : 193.12.5.2
[2] *IP Address Mask: 255.255.255.0
```

Cuadro 4.16 Configuración del interfaces IP en el nodo remoto

a.10.8 Configuración de la tabla de selección de rutas

La tabla de selección de rutas establece dos tipos de rutas: una en la que las llamadas se enrutarán hacia el nodo local, para lo que deberán salir por el puerto FRI; y otra de las llamadas que llegan al nodo 200 y que deberán enrutarse hacia la red Ethernet. Esta configuración se muestra a continuación:

Route Selection Table Configuration

```
Entry Number: 1/
[1] Address: 100/
[1] #1 Destination: FRI-1S1/
[1] #1 Priority: 1/
```

```
Entry Number: 2/
[1] Address: 20094/
[1] #1 Destination: LCON/
[1] #1 Priority: 1/
```

Cuadro 4.17 Configuración de la tabla de selección de rutas en el nodo remoto

b) Enlace entre el *host* AS400 y las terminales de cajas

Toda la información proveniente del AS400 es manejado a través del protocolo SDLC, el cual establece un *host* principal y uno o varios terminales manejados a través de controladores.

El *host* principal hacia el cual deben acceder los terminales es denominado HPAD (*Host PAD*) y los terminales son denominados TPAD (*Terminal PAD*). Para la configuración del SDLC se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Configuración del Nodo
- Configuración del Puerto
- Estación del puerto SDLC
- Tabla de selección de rutas
- Mnemónico³

El nodo ya no hace falta configurarlo nuevamente ya que se lo configura una sola vez especificando los parámetros necesarios de acuerdo al tipo de enlace que se maneje.

b.1 Configuración del Puerto

Se configurará el puerto 2 del *router* para este enlace. En el puerto 2 del nodo local se deberán configurar los siguientes parámetros:

- Número de puerto
- Tipo de puerto
- Subtipo (HPAD o TPAD)
- Tipo de codificación de la información
- Tipo de línea
- Tipo de reloj
- Velocidad de transmisión
- Número de controladores (en este caso son 5, que es el número de controladores para manejar las terminales de cajas).
- Opciones del puerto SDLC. Se define como Marki ya que es una opción requerida por sistemas tales como System 36 y AS400.
- Tamaño de la trama.

Los parámetros de configuración del puerto se observan en el cuadro 4.18:

³ En este caso, el mnemónico se configura en el nodo remoto, ya que es el terminal el que debe acceder al nodo donde se encuentra el HPAD.

```
[1] Port Number: 2
[1] *Port Type: SDLC
[1] *Subtype: HPAD
[1] Transmission Encoding: NRZ
[1] *Type of Line: FDX
[1] Clock Source: INT
[1] Clock Speed: 19200
[1] *Number of Controllers: 3
[1] SDLC Port Options: MARKi
[1] Maximum Frame Size: 512
```

Cuadro 4.18 Configuración del puerto SDLC en el nodo local

b.2 Configuración de la estación SDLC del puerto 2 (*Port Station*)

La estación SDLC es aquella que va a manejar las comunicaciones lógicas del puerto, se deben establecer los siguientes parámetros:

- Número de la estación (se especificarán 3 estaciones SDLC)
- Dirección de la estación (se especificarán 3 direcciones)
- Tamaño de la ventana (*K frame window*)
- QLLC *options* (esto permite transparencia de la trama XID enviada entre el HPAD y el TPAD)
- Subdirección de la estación (*station subaddress*)

El resto de parámetros se ingresan por *default*.

```
[1] Station Number: 1
[1] Station Address: C1
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: (blank)
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 01
```

```
[1] Station Number: 2
[1] Station Address: C2
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: (blank)
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 02
```

```
[1] Station Number: 3
```

```
[1] Station Address: C3
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: (blank)
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 03
```

Cuadro 4.19 Configuración de las estaciones SDLC en el nodo local

b.3 Configuración de la tabla de selección de rutas

En este menú se debe configurar por dónde debe enrutarse la llamada proveniente del nodo remoto, es decir se configura la ruta de la llamada 10002, que debe enrutarse al SDLC - 2s1, 2s2, 2s3, para las 3 terminales.

```
Route Selection Table Examination
```

```
[1] Address: 1000201
[1] #1 Destination: SDLC-2s1
[1] #1 Priority: 1
```

```
Route Selection Table Examination
```

```
[1] Address: 1000202
[1] #1 Destination: SDLC-2s2
[1] #1 Priority: 1
```

```
Route Selection Table Examination
```

```
[1] Address: 1000203
[1] #1 Destination: SDLC-2s3
[1] #1 Priority: 1
```

Cuadro 4.20 Configuración de las rutas SDLC en el nodo local

b.4 Configuración SDLC para el *router* remoto

En el nodo remoto los parámetros que le diferencian del nodo local son el tipo de equipo a conectarse; en este caso se conectarán las terminales de cajas, con lo cual el subtipo de puerto será un TPAD. Asimismo se establecerá un mnemónico para que el nodo remoto realice la llamada al nodo local y establecer conexión con el AS400.

La tabla de selección de rutas establecerá que todo el tráfico saldrá por el puerto 1 *Frame Relay* al igual que el nodo local.

b.4.1 Configuración del puerto

```
[1] Port Number: 2
[1] *Port Type: SDLC
[1] *Subtype: TPAD
[1] Transmission Encoding: NRZ
[1] *Type of Line: FDX
[1] Clock Source: INT
[1] Clock Speed: 19200
[1] *Number of Controllers: 3
[1] SDLC Port Options: MARKi
[1] Maximum Frame Size: 512
```

Cuadro 4.21 Configuración del puerto SDLC en el nodo remoto

b.4.2 Configuración de la estación SDLC del puerto 2 (*Port Station*)

La configuración de las estaciones SDLC del *router* remoto establece los mnemónicos que deben configurarse en la tabla de mnemónicos, ya que como se dijo anteriormente, el puerto2 remoto deberá realizar la llamada al HPAD para establecer el intercambio de información.

```
[1] Station Number: 1
[1] Station Address: C1
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: T1C1
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 01
```

```
[1] Station Number: 2
[1] Station Address: C2
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: T2C2
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 02
```

```
[1] Station Number: 3
[1] Station Address: C3
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: T3C3
[1] QLLC Options: XID3
[1] Station Subaddress: 03
```

Cuadro 4.22 Configuración de las estaciones SDLC en el nodo remoto

b.4.3 Configuración de la tabla de selección de rutas

Route Selection Table Configuration

```
[1] Address: 100
[1] #1 Destination: FRI-1s1
[1] #1 Priority: 1
```

Cuadro 4.23 Configuración de la tabla de selección de rutas en el nodo remoto

b.4.4 Configuración de la tabla de mnemónicos

Esta tabla establece que el puerto 2 realizará la llamada al nodo local del mismo puerto; el mnemónico utilizado es T1C1, que corresponde al terminal 1, controlador 1. Se debe configurar un mnemónico por cada terminal, estos mnemónicos serán T2C2 y T3C3 correspondientes al número de terminal y controlador respectivamente. La configuración que se establece se muestra a continuación:

Mnemonic Table Configuration

Entry Number: 1/

```
[1] Mnemonic Name: T1C1
[1] Call Parameters: 1000201
```

Entry Number: 2/

```
[1] Mnemonic Name: T2C2
[1] Call Parameters: 1000202
```

Entry Number: 3/

```
[1] Mnemonic Name: T3C3
[1] Call Parameters: 1000203
```

Cuadro 4.24 Configuración de los mnemónicos en el nodo remoto

c) Configuración del enlace de voz

Para establecer un enlace de voz, el *router* utilizará 2 tarjetas de voz FXS/FXO, en el que se utilizarán los puertos siguientes:

- Puerto 19,20 para la primera tarjeta de voz
- Puerto 25,26 para la segunda tarjeta de voz

La configuración de voz FXS establece que en este tipo de puerto se deben conectar sea el teléfono o la troncal a donde va a llegar el timbrado de la central telefónica. En la configuración FXO se establece la conexión de las extensiones de la central telefónica, a partir de la cual saldrá la llamada hacia el nodo remoto. La configuración de esta aplicación será por tanto FXO en el nodo 100 y FXS en el nodo 200.

Para esto solamente se deberá configurar los puertos *Voice Relay* ya que el nodo se encuentra configurado y no se precisa realizar ningún cambio adicional.

c.1 Parámetros de configuración FXO y FXS

Los parámetros más importantes de configuración se enumeran a continuación:

- Tipo de puerto. Para esta aplicación será VOICE
- Tipo de interfaz (FXS o FXO)
- Modo de señalización (*Signaling Mode*⁴)
- Modo de compresión (*Compression Rate*⁵)
- Cancelador de eco
- Establecer el nivel de pérdidas de la señal de voz que retorna
- Niveles de transmisión y recepción de la señal
- Establecer si la aplicación será también para fax

⁴ Permite control al flujo de paquetes y al estado del circuito

⁵ Especifica el tipo de compresión que se realizará al paquete de voz

- Para el nodo local establecer los respectivos mnemónicos

A continuación se muestra la configuración de voz que se establece tanto para el nodo local como para el remoto:

Nodo Local:

```
[1] Port Number: 19
[1] *Port Type: VOICE
[1] Interface Type: FXO
[1] Signaling Mode: Normal
[1] Compression Rate (KHz): B8K
[1] Echo Cancellor: Enabled
[1] Echo Return Loss (dB): -6
[1] Input Signal Level (dB): 2.5
[1] Output Signal Level (dB): -2.5
[1] Fax Support: Enabled
[1] FAX Rate (KHz): 9.6K
[1] Call Mnemonic: voice1
```

```
[2] Port Number: 25
[2] *Port Type: VOICE
[2] Interface Type: FXO
[2] Signaling Mode: Normal
[2] Compression Rate (KHz): B8K
[2] Echo Cancellor: Enabled
[2] Echo Return Loss (dB): -6
[2] Input Signal Level (dB): 2.5
[2] Output Signal Level (dB): -2.5
[2] Fax Support: Enabled
[2] FAX Rate (KHz): 9.6K
[2] Call Mnemonic: voice2
```

Cuadro 4.25 Configuración de los puertos de voz FXO

```
[1] Port Number: 19
[1] *Port Type: VOICE
[1] Interface Type: FXS
[1] Signaling Mode: Normal
[1] Compression Rate (KHz): B8K
[1] Echo Cancellor: Enabled
[1] Echo Return Loss (dB): -6
[1] Input Signal Level (dB): 2.5
[1] Output Signal Level (dB): -2.5
[1] Fax Support: Enabled
[1] FAX Rate (KHz): 9.6K
[1] Call Mnemonic: voice3
```

```

[2] Port Number: 25
[2] *Port Type: VOICE
[2] Interface Type: FXS
[2] Signaling Mode: Normal
[2] Compression Rate (KHz): B8K
[2] Echo Canceller: Enabled
[2] Echo Return Loss (dB): -6
[2] Input Signal Level (dB): 2.5
[2] Output Signal Level (dB): -2.5
[2] Fax Support: Enabled
[2] FAX Rate (KHz): 9.6K
[2] Call Mnemonic: voice4

```

Cuadro 4.26 Configuración de los puertos de voz FXS

c.2 Mnemónicos a configurarse en los nodos Quito y GYE

En el nodo FXO:

```

Entry Number: 1/

[1] Mnemonic Name: voicel
[1] Call Parameters: 20019

```

```

Entry Number: 2/

[1] Mnemonic Name: voice2
[1] Call Parameters: 20025

```

Cuadro 4.27 Configuración de los mnemónicos de voz en en nodo local

En el nodo FXS:

```

Entry Number: 1/

[1] Mnemonic Name: voice3
[1] Call Parameters: 10019

```

```
Entry Number: 2/
```

```
[1] Mnemonic Name: voice4  
[1] Call Parameters: 10025
```

Cuadro 4.28 Configuración de los mnemónicos de voz en el nodo remoto

d) Configuración del enlace WAN *Frame Relay*

Una vez que se ha configurado cómo realizará el ruteo de los paquetes tanto para el protocolo IP, SDLC y *Voice Relay*, queda por configurar el enlace por el cual viajará toda la información empaquetada en *Frame Relay*. Dado que es un enlace de alta velocidad, se utilizará el puerto 1 que da estas características con un interfaz V.35 a su salida, para interconectarlo al DSU/CSU.

d.1 Configuración del puerto WAN del nodo local

En la configuración del puerto WAN se definirán los siguientes parámetros:

- Tipo de puerto, que será un FRI
- Tipo de conexión
- Fuente de reloj, que puede ser reloj interno o externo. En este caso serán los DSU's los que provean el reloj, por tanto el *router* estará configurado con reloj externo.
- Se configurará con modo extendido al *router* para que trabaje en módulo 128, es decir para que el *router* puede desfogar más rápidamente los paquetes encolados y no se vuelva lento el enlace.
- El máximo ancho de banda para voz será de 16K, ya que hay 2 tarjetas de voz comprimidas a 8K.

```

[1] *Port Type: FRI
[1] Connection Type: SIMP
[1] Clock Source: EXT
[1] Clock Speed: 64000
[1] *Highest Station Number: 1
[1] Frame Sequence Counting: EXT
[1] Packet Sequence Counting: EXT
[1] Control Protocol Support: NONE
[1] Maximum Voice Bandwidth bits per sec: 16000

```

Cuadro 4.29 Configuración del puerto WAN en el nodo local

d.1.1 Configuración de la estación FRI

En la estación FRI se define los parámetros *Frame Relay* para formar la respectiva trama que viajará en el enlace. *Frame Relay* utilizará *Annex G* para añadir la cabecera respectiva a la trama de datos formada; el enlace lógico estará formada por su respectivo DLCI, el cual tomará el valor 16 tanto en el nodo local como en el remoto, el CIR será de 32K como ya se mencionó, así como el BC (*Committed Burst Size*⁶). El enlace lógico que debe formarse se establece configurando el nodo local como DTE y el remoto como DCE.

Se debe especificar el tamaño de la ventana para las tramas así como para los paquetes, para de esta manera permitir un mejor *throughput* del enlace. Estos valores se especifican como 15 y 10 respectivamente. El tamaño del paquete se especificará en 512, ya que estamos permitiendo el máximo tamaño de las ventanas y por tanto se puede definir un mayor tamaño del paquete. También se deberá especificar el número de canales de voz que manejará el *router*. El resto de parámetros se configuran por *default*.

```

[1] *Station Type: ANNEX_G
[1] DLCI: 16
[1] Committed Information Rate (CIR): 16000
[1] Committed Burst Size (BC): 16000
[1] Link Address: DTE
[1] *Number of Voice SVC Channels: 2
[1] K Frame Window: 15
[1] W Packet Window: 10
[1] P Packet Size: 512

```

Cuadro 4.30 Configuración de la estación FRI

⁶ El BC es aquel valor por el cual se permite al usuario enviar picos de tráfico a la red por encima del CIR, durante intervalos de tiempo muy pequeños.

d.1.2 Configuración de la tabla de selección de rutas

La tabla de selección de rutas especificará que todo el tráfico saldrá por el puerto 1 de la estación 1 *Frame Relay*.

```
[1] Address: 200
[1] #1 Destination: FRI-1s1
[1] #1 Priority: 1
```

Cuadro 4.31 Configuración de la tabla de rutas en el nodo local

d.2 Configuración del nodo remoto

En el nodo remoto la configuración del puerto es prácticamente la misma que para el nodo local. En la configuración de la estación FRI se tiene que especificar que el enlace lógico es DCE, el resto de parámetros deben quedar igual como en el nodo local. Esto se presenta a continuación:

```
[1] *Port Type: FRI
[1] Connection Type: SIMP
[1] Clock Source: EXT
[1] Clock Speed: 64000
[1] *Highest Station Number: 1
[1] Frame Sequence Counting: EXT
[1] Packet Sequence Counting: EXT
[1] Control Protocol Support: NONE
[1] Maximum Voice Bandwidth bits per sec: 16000
```

```
[1] *Station Type: ANNEX_G
[1] DLCI: 16
[1] Committed Information Rate (CIR): 16000
[1] Committed Burst Size (BC): 16000
[1] Link Address: DCE
[1] *Number of Voice SVC Channels: 2
[1] K Frame Window: 15
[1] W Packet Window: 10
[1] P Packet Size: 512
```

Cuadro 4.32 Configuración del puerto y estación FRI respectivamente en el nodo remoto

d.2.1 Configuración de la tabla de selección de rutas

La tabla especificará que el tráfico saldrá por el puerto 1.

[1] Address: 100
[1] #1 Destination: FRI-1s1
[1] #1 Priority: 1

Cuadro 4.33 Configuración de la tabla de rutas en el nodo remoto

4.1.2 Configuración de los DSU/CSU's

El enlace de comunicaciones como se observa en el diseño (figura 4.1), establece un puerto para enlazar el *router* con el DSU, por tanto se requiere de un DSU/CSU que tenga un puerto de alta velocidad. En el mercado existen distintos tipos de DSU/CSU's, de los cuales se ha escogido un equipo de las siguientes características:

Marca del equipo: Motorola

Modelo: 3512 DSU/CSU

Número de puertos: 2 (1 puerto para DTE y 1 puerto para modem)

Interfaz: V.35

Para la configuración de este equipo, se tiene una estructura formada de menús, en la cual se pueden configurar directamente los parámetros deseados. En el anexo C se encuentra esta estructura de menús del DSU/CSU, así como también la estructura de los submenús.

Las características que debe presentar la configuración de estos equipos es la siguiente:

Características de línea primaria:

- 64Kbps *Clear Channel*. Esto indica que el canal será exclusivamente dedicado, es decir sin opción de compartir este ancho de banda con otro tipo de aplicación.

- Reloj interno (*timing = internal*). Se configura con reloj interno ya que como se dijo anteriormente, el DSU/CSU proveerá el reloj a los *routers*.
- Se requiere habilitar *test de loopback*, esto se logra colocando el parámetro RT/LTCH DSU en *enable*. En modo 64K CC se habilita LTCH DSU
- Permitir al DSU detectar caídas de la línea, esto se configura con el parámetro LD detect = On (Anexo C).

Características del puerto

- De acuerdo al anexo C se configura *System Status* en On, que permite que el DSR se active cuando reciba datos.
- El DSU también presenta otra opción parecida a la anterior, en la cual se permite activar el CTS cuando recibe datos. Este parámetro también se lo configura en ON.
- DTE Con = normal. Este parámetro indica que el equipo activa la portadora cuando el RTS se activa; además, en esta opción tanto la velocidad del DTE como de la línea primaria son iguales.
- Se configura el puerto 1 como sincrónico interno.
- Pn RTS, Pn DCD, Pn DSR, monitorean las señales de RTS, DCE y DSR respectivamente y se los configura como normales para que sea el DTE el que levante estas señales. Para el caso de caída del enlace es mejor dejar Pn DTR como ON, para que sea posible iniciar un *backup* automático.
- Se debe configurar el interfaz del puerto 1 como V.35 y el del puerto 2 como RS232. El puerto 1 estará conectado al puerto de salida del *router* que es un puerto de alta velocidad con interfaz V.35. El puerto 2 será el que esté conectado al modem de *backup* que será un enlace normal a 19.2 Kbps.

Condiciones de restauración del enlace cuando el enlace está inactivo

En caso de caída del enlace, es posible configurar el DSU/CSU para que restaure el enlace a través de un modem externo, con lo cual las condiciones cambian totalmente,

pues la velocidad del enlace es mucho menor. Este paso de canal debe ser automático, pues el carrier debe garantizar por lo menos en un 99% la disponibilidad de la red.

En el anexo C se presenta también el menú que muestra el DSU para condiciones de restauración del enlace. De acuerdo a la tabla, se configura la opción como A/B para reenrutar el tráfico hacia un segundo equipo conectado al puerto 2, en este caso un modem analógico.

El menú Restoral Config define cómo opera el DSU/CSU durante la restauración del enlace. *Timing* = Ext. P2 indica que el reloj va a dar el modem.

Modem config, *Digital Config*, *phone number*, son menús que se configuran solamente para condiciones DDS.

El modem externo debe ser configurado para una línea de discado a través de Andinatel. El modem que se utilizará para este fin cumple con las características V.34:

Modem: Motorola

Modelo: 3266 Fast

Estos modems constan de una serie de menús entre los cuales se mencionará aquellos que se deberán configurar para establecer el *dial backup*.

En el anexo C se indican todos los menús de configuración que presenta el modem, los cuales en general constan de parámetros para establecer la línea principal a las características de transmisión de los datos, es decir tipo de modulación, tipo de línea, velocidad de transmisión, reloj, configuración de las señales de *handshake* (DSR, DTR, RTS, DCD), niveles de transmisión.

Las características principales de configuración se indican a continuación:

Modulation Opt's

En este menú se configura las características de la línea principal (*dial*), modulación, velocidad máxima y mínima, reloj.

Line	dial
Mod	V.34
Max rate	28.8
Min rate	300
Mode	Originate (Answer) modem remoto
Clock	Internal
Retrain	High BER (realiza retransmisiones para condiciones de BER no satisfactorias)

Cuadro 4.34 Configuración de la línea principal del modem

Restoral Opt's

Este menú indica las características de restauración de un enlace dedicado. El enlace que se debe configurar debe ser de *dial backup*, por tanto debe quedar configurado solamente D to L (*Dial to Lease*) como manual.

Restore	Auto/FP
L to D	Low/Fast
D to L	Manual

Cuadro 4.35 Configuración de las características de restauración del enlace en el modem

Acu Opt's

ACU (*Automatic Calling Unit*) es el menú que permite realizar el discado automático a través de la configuración del número telefónico almacenado en el *default dial*.

Default dial	1
V25 resp	V25bis

Cuadro 4.36 Configuración de las características de discado

Terminal Opt's

Este menú configura los parámetros de velocidad a la cual se “ mirarán ” entre DTE's, el control de flujo y la configuración de las señales de *handshake*.

DTE rate	64k
Flow	XON/XOFF
DTR	High
RTS	Normal
CTS	Normal
RTS/CTS delay	0
DCD	Normal
DSR	Normal

Cuadro 4.37 Características del DTE y configuración de las señales de handshake

Telco Opt's

Este menú establece los niveles de transmisión de la señal de datos tanto para una línea de dial como de línea privada o *lease*.

LD tx level	-10 dBm
-------------	---------

Cuadro 4.38 Nivel de transmisión para *dial backup*

4.1.3 Configuración del puente digital

El puente digital tiene como función principal el repartir la señal hacia los dos terminales, y será el encargado de dar el reloj al puerto del ruteador para que la información fluya hacia estos dos terminales. Se utilizará para este diseño un puente digital Motorola Codex 2185, el cual se compone de tres grupos de *dip-switches* desde donde se configurará la velocidad de los puertos, el reloj y los interfaces de cada canal. La configuración del puente digital es la que se indica a continuación:

Grupo uno: selecciona la velocidad de los datos en el puerto de salida. Se selecciona 9600 ya que la velocidad configurada en las líneas de AS400 es de 9600 bps. Ver cuadro 4.39

Clock Data Rate (bps)	Setear 1-6 a:	Setear 1-7 a:	Setear 1-8 a:
75	Up	Up	Up
1200	Up	Up	Down
2400	Up	Down	Up
4800	Up	Down	Down
7200	Down	Up	Up
9600	Down	Up	Down
14400	Down	Down	Up
19200	Down	Down	Down

Cuadro 4.39 Grupo uno de *dip-switches* para setear la velocidad de los puertos

Grupo dos: Este es un grupo de *dip switches* usados para setear la señal de contención, el formato sincrónico o asincrónico de los datos, la característica *anti-streaming*⁷, la señal de reloj, y las señales RTS o DCD.

Function Switch	Switch position	Función
2-1	Up Down	Setea Control Signal Contention Setea Data Contention
2-2	Up Down	Setea formato sincrónico de datos Setea formato asincrónico
2-3	Up Down	Setea el modo de buffer sincrónico en el circuito Setea el buffer sincrónico en bypass, no le interesa
2-4	Up Down	Deshabilita anti-streaming Habilita el anti-streaming
2-5 y 2-6		Setean el reloj en conjunto con el grupo tres de dip-switches
2-7	Up Down	Setea RTS o DCD transparente Setea en activo el RTS y DCD
2-8	Up down	Activa el CTS CTS transparente

Cuadro 4.40 Grupo 2 de *dip-switches* del puente digital

⁷ Anti-streaming es una característica del puente digital que establece que si un subcanal se queda retenido, el resto también quede retenido, sino al contrario, el que un canal quede retenido es transparente al resto.

En este grupo de *dip-switches*, el switch 2-1 indica el modo de contención de los datos. En este modo, un subcanal accesa al canal principal mediante el envío de datos generalmente con bits de espacio. En cambio mediante control de señales RTS/DCD, los subcanales accesan al canal principal mediante la activación de las señales mencionadas dependiendo de si es un DTE o un DCE. El puente digital retorna el CTS al subcanal que ha tomado datos.

El *dip-switch* 2-3 configura el *buffer* de datos cuando el puente se encuentra en modo sincrónico. En modo asincrónico este switch debe ser ignorado (*bypass*). Este *buffer* compensa la diferencia de fase que se presenta en el reloj entre un subcanal y el canal principal.

Grupo tres: el grupo tres es un segmento de 6 *dip-switches* usados para configurar los interfaces de cada canal. Si el canal es un DTE entonces debe ser conectado a un equipo tipo DTE, caso contrario deberá ser conectado a un DCE, de acuerdo con el cuadro 4.41:

Posición	SW 3-1	SW 3-2	SW 3-3	SW 3-4	SW 3-5	SW 3-6
Up	Main ch. DTE	Sch. 1 DTE	Sch. 2 DTE	Sch. 3 DTE	Sch. 4 DTE	Sch. 5 DTE
down	Main ch. DCE	Sch. 1 DCE	Sch. 2 DCE	Sch. 3 DCE	Sch. 4 DCE	Sch. 5 DCE

Cuadro 4.41 Grupo 3 de *dip-switches* para setear el tipo de interfaz del puerto

Se elige la configuración DTE en los subcanales ya que los equipos a conectarse son exclusivamente DTE's.

Tipo de reloj

El reloj de datos en el puente digital lo establece el *router*, de manera que el canal principal debe recibir este reloj. De acuerdo al cuadro 4.42 el reloj lo configuran los *dip-switches* 2-5 y 2-6. El cuadro 4.42 indica la configuración del reloj para el canal principal.

Fuente de reloj	subcanal 1	setear 2-5 a	setear 2-6 a
Canal principal	X	up	down
Internal	X	down	down
subcanal 1	DCE	down	up

Cuadro 4.42 Configuración del reloj

4.2 CRITERIO TECNICO Y ANALISIS DE COSTOS DE LA CONFIGURACION DEL ENLACE WAN *FRAME RELAY*

La red WAN que se ha formado requiere de equipos de interconectividad que sean garantizados a nivel de comunicaciones.

En el lado local se requiere un ruteador de las siguientes características:

- 1 puerto de red Ethernet 10 Base T
- 1 puerto de control
- 1 puerto con interfaz serial V.35 de alta velocidad
- Por lo menos 3 puertos seriales
- 2 tarjetas de voz FXS/FXO

De acuerdo a las características mencionadas, se requiere de un ruteador 6520 o de un Motorola Vanguard 6450. Por razones de análisis, en esta tesis se escogerá el MP Router 6520 con el número de puertos indicado.

El enlace de comunicaciones hasta el telepuerto principal del *carrier* requiere en el lado local de dos DSU/CSU's de las características ya analizadas, es decir un Motorola 3512 DSU/CSU con 2 puertos para datos, 1 de alta velocidad y 1 puerto para modem analógico. Además de esto, se debe disponer tanto en el lado local como remoto de dos líneas telefónicas para realizar el *dial backup* para la restauración del enlace desde la agencia hasta el telepuerto.

La restauración del enlace requiere de dos modems analógicos que cumplan como mínimo con el estándar V.34 para poder garantizar un enlace de 28.8 Kbps. Los modems escogidos son los Motorola 3266 SDC que poseen compresión de datos y a nivel de DTE's pueden dar hasta 128 Kbps en modo sincrónico.

En el lado remoto se requiere de lo siguiente:

- 1 puerto de red Ethernet 10 base T
- 1 puerto de control
- 3 puertos seriales (SDLC, Borroughs, Asincrónico)
- 2 tarjetas de voz FXS/FXO
- 1 puerto con interfaz V.35 de alta velocidad

Estas características al igual que el anterior las cumple un Motorola MP Router 6520 o un Motorola Vanguard 6450.

Se requiere además para el enlace SDLC de un puente digital de por lo menos 3 puertos para conectar a los respectivos controladores de cajas.

Para el enlace de comunicaciones, al igual que en el lado local se requiere de dos DSU/CSU's de las mismas características que en el lado local, 2 modems para *dial backup* y 2 líneas telefónicas.

4.2.1 Análisis de Costos

Para realizar este análisis y justificar adecuadamente la implementación de esta red WAN, se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

1. Costos de Operación
2. Costos de Instalación

3. Costos por mantenimiento de los equipos
4. Costos por depreciación

1. Costos de Operación

Los costos de operación de este enlace involucra los servicios tanto de transmisión digital a través de los DSU/CSU's tanto en Quito como Guayaquil, así como los servicios satelitales para enlazar los dos nodos. Estos rubros se los indica en el cuadro 4.43 conforme con los datos proporcionados en el registro oficial N.- 68 del 14 de Noviembre de 1996.

- a. Costos de Operación para la transmisión a través de los DSU/CSU's desde nodo matriz hasta el telepuerto satelital.

Circuito digital a 64 Kbps	Costo (UVC)	Costo (USD)
Circuito Matriz Quito- Telepuerto	36	242 ⁸
Circuito Matriz GYE- Telepuerto	36	242

Cuadro 4.43 Costo de operación de los circuitos de última milla en UVC's

- b. Costo mensual por arriendo del ancho de banda satelital

El costo del ancho de banda por satélite está dado para una portadora de 64 Kbps *Clear Channel* o SCPC (*Single Channel Per Carrier*), por tanto todo el ancho de banda estará dedicado para las aplicaciones mencionadas de punta a punta. El cuadro 4.44 describe este costo.

⁸ Se toma en cuenta 1 UVC = 36460 sucres y el dólar a 5440 sucres para el 20 de Agosto de 1998.

Rubro	Costo (USD)
Costo ancho de banda satelital de 64 Kbps	3880 ⁹

Cuadro 4.44 Costo por arriendo del ancho de banda satelital para una portadora SCPC

Por tanto, el costo total por operación se resume en la tabla 4.45.

Descripción	Costo (USD)
Circuito Matriz Quito- Telepuerto	242
Circuito Matriz GYE- Telepuerto	242
Costo ancho de banda satelital de 64 Kbps	3880
Costo total mensual	4364

Cuadro 4.45 Costo total por operación del circuito

2. Costos de Instalación

En el costo de instalación se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Costo por arrendamiento de los equipos DSU/CSU
- Costo acometida de cada punto (Matriz Quito-Telepuerto y Matriz GYE-Telepuerto)

Estos costos se desglosan en el cuadro 4.46:

Circuito	Costo de Inscripción (UVC)	Costo acometida (UVC)	Costo de instalación (UVC)
Matriz Quito - Telepuerto	24	8	32
Matriz Gye - Telepuerto	24	8	32
Costo total de Instalación			64

Cuadro 4.46 Costo total de instalación

⁹ Costo proporcionado por RAMTELECOM TELECOMUNICACIONES para una portadora SCPC.

Este costo en USD es de 429.

El costo de adquirir los equipos de comunicaciones se desglosa en el cuadro 4.47:

CANTIDAD	PRODUCTO/SERVICIO	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
2	MP Router 6520, 5 puertos seriales, 1 V.35, 4 RS232, 1 puerto ETH	4230	8460
2	Interfaz serial V.35	120	240
4	Motorola Modem 3266 SDC, V.34, 128 Kbps sync/async	1135	4540
4	Motorola 3512 DSU/CSU con 2 puertos	1140	4560
1	Puente digital Motorola Codex 2185	850	850
4	tarjetas para manejar 4 puertos de voz FXS/FXO en equipos Motorola MP Router 6520	700	2800
Costo Total equipamiento			21450

Cuadro 4.47 Costo total equipos de comunicaciones

A esto hay que añadir que el proveedor de los equipos da una garantía de 1 año contra defectos de fabricación. Los precios de los equipos se ha calculado en base a un promedio, con la información provista por UNIPLEX como distribuidor de equipos Motorola. Además de esto se sumará el 30% de interés anual a los equipos para sobre este costo calcular el valor de mantenimiento.

3. Costos de Mantenimiento

Todos los equipos de comunicaciones, sin excepción alguna requieren de un monitoreo diario, para si es del caso realizar cambios en las configuraciones, para de esta manera tener garantizado que las comunicaciones entre Quito y Guayaquil se van a mantener en un 99.8%. Esto requerirá de Ingenieros en Telecomunicaciones lo suficientemente capacitados para realizar esta tarea y mantener un plan de contingencia siempre activo en caso de caída del enlace sea a través de los DSU's o del enlace satelital que debe ser en un 99.8% confiable.

Se requiere realizar un mantenimiento de los equipos trimestralmente para garantizar que las condiciones ambientales así como de cableado sean las óptimas posibles. Todo esto incurre en gastos adicionales de operación y mantenimiento.

El mantenimiento de los equipos incluye:

- Mantenimiento físico de los equipos
- *Backups* de configuración
- Chequeo de cableado
- Repuestos en caso de avería de alguno de ellos
- Equipos de *backup* para reemplazo en caso de daño de alguno de ellos.

El costo de mantenimiento mensual se calcula en un porcentaje del 10% del costo total de equipos de comunicaciones, esto es:

Descripción	Costo (USD)
Costo por mantenimiento	2788.5

Cuadro 4.48 Costos por mantenimiento

4. Costos por depreciación

El costo de depreciación se calculará para un período de 5 años que durará el contrato y en el cual los equipos se depreciarán. Este valor se calcula en la tabla 4.49 a continuación:

Descripción	Costo (USD)
Costo de depreciación	464.75

Cuadro 4.49 Costo por depreciación de equipos

Por tanto el costo total se resume en el cuadro 4.50, tanto mensual como anualizado, esto es:

Descripción	Costo (USD)
Costo de Operación	4364
Costo de Instalación	429
Costo de Mantenimiento	2788.5
Costo de depreciación	464.75
Costo total	8046.25

Cuadro 4.50 Costo de Operación, Instalación y mantenimiento de la red WAN

El costo total del cuadro 4.50 es el correspondiente al primer mes. A partir del segundo en adelante ya no se toma en cuenta el costo de instalación, siendo por tanto el costo de este de: USD 7617.25.

Por tanto el costo anual de esta red es de: $8046.25 + 7617.25 \times 11 = \text{USD } 91836$.

De las 24 horas del día, los 30 días del mes, quiere decir que el banco tendrá 720 horas de atención continua de los sistemas. Si vamos a garantizar un 99.8% de operación

continúa considerando que el servicio satelital se verá interrumpido durante pocos minutos por efectos de manchas solares en ciertas épocas del año, quiere decir que el banco tendrá operativo sus sistemas 718 horas, esto implica bajas pérdidas de dinero del banco por no operación de sus sistemas.

Se debe considerar además que en esta inversión el banco tiene un ahorro considerable por llamadas interprovinciales, en las que la mayoría son llamadas sucursal - matriz. Los cajeros automáticos por su operabilidad continua generarán mayor cantidad de dinero ya que el usuario se inclinará por ir a un cajero que pasa operativo el 99% del tiempo que a otro que es inestable.

El mismo circuito interprovincial también es posible realizarlo a través de Teleholding, en el que el análisis de costos considera los mismos rubros, y en el que los valores serían los siguientes:

Costos de Operación:

Esta alternativa considera un solo enlace de punta a punta, en la que los costos por operación son las dadas por el Registro Oficial N.- 68 del 14 de Noviembre de 1996, la velocidad considerada es de 64 kbps. En el registro oficial se establece que los costos varían de acuerdo a la distancia entre los dos lugares. Entre Quito y Guayaquil existen más de 200 Km, y por tanto, los costos serían los mostrados en el cuadro 4.51:

Línea dedicada a 64 Kbps	Distancia (Km)	Costo (UVC)
Matriz Quito - Sucursal GYE	350 Km	375

Cuadro 4.51 Costos de operación por el circuito Quito - Guayaquil

Al igual que en el caso satelital, este valor expresado en dólares es de USD 2514

Costos de Instalación

En los costos de instalación se incluye el costo de inscripción y costo de acometida por cada extremo, considerando un promedio de 20 UVC's por cada uno.

Circuito	Costo de inscripción (UVC)	Valor acometida (UVC)	Costo total (UVC)
Quito - GYE	48	40	88

Cuadro 4.52 Costos por instalación del circuito Quito - Guayaquil

Costo de mantenimiento

Al igual que en la primera alternativa, el costo por mantenimiento se considera por el valor de los equipos. Hay que considerar que Teleholding entrega al usuario el enlace incluyendo los DSU/CSU's, con solamente un puerto para datos. Por tanto, es necesario configurar en los ruteadores un sistema de *backup* que permita enviar los datos por modem analógico a través de otro puerto. Con esto, ya no se considera los DSU/CSU de la primera alternativa, con lo cual el costo de equipamiento es de USD 16910, que aplicados el 30% de interés dará el costo de mantenimiento mensual.

Descripción	costo (USD)
Costo por mantenimiento	2198.3

Cuadro 4.53 Costos por mantenimiento

Costos de depreciación

Los equipos serán depreciados durante el período de 5 años, con lo cual los costos son los siguientes:

Descripción	Costo (USD)
Costo de depreciación	366.4

Cuadro 4.54 Costos de depreciación

Por consiguiente, los costos de esta alternativa son:

Descripción	Costo (USD)
Costo de Operación	2514
Costo de Instalación	590
Costo de Mantenimiento	2198.3
Costo de depreciación	366.4
Costo total	5668.7

Cuadro 4.55 Costo alternativa Teleholding

Costo total anual de esta alternativa: USD 68024.4

Relación de Alternativas

En la primera alternativa se ha garantizado un 99.8% de disponibilidad de los sistemas. Con la alternativa Teleholding, en promedio se garantiza un 99.1 % en el enlace Quito - Guayaquil, ya que es un circuito que utiliza la red de Andinatel. En principio se podría decir que la alternativa más barata es la que se debería tomar, pero en realidad la última palabra la tiene el usuario. Si el banco necesita un 99.8% de disponibilidad de su red,

5.1 CONCLUSIONES

- Una red WAN es una red de conmutación de paquetes que permite la comunicación de los datos entre distancias geográficas grandes incorporando en ésta servicios comerciales.
- El sistema X.121 de X.25 es algo similar al de una llamada telefónica, es decir, en la parte del proceso en que se descuelga la bocina y se comienza a marcar, en cuyo caso, el número que se marca cumple con el protocolo E.164.
- El sistema X.121 permite comunicarse con equipos DCE a todo nivel, ya que la comunicación es punto a punto, y en el que solamente un número es designado por cada puerto que provee los servicios X.25.
- En cuanto tiene que ver la implementación de protocolos WAN, tanto X.25, *Frame Relay* y ATM utilizan el mismo principio, dar el servicio más eficiente de comunicaciones al usuario. En la práctica cada uno de estos protocolos introduce mecanismos que los diferencian entre sí, tal como es alta velocidad y bajo retardo, soporte eficiente para tráficos a ráfagas, flexibilidad, eficiencia, buena relación de costo - beneficio, transporte integrado de distintos protocolos y su conectividad todos con todos, simplicidad en la gestión, manejo de interfaces estándares, etc.
- Para casos de redes que necesitan de altas velocidades de transmisión, *Frame Relay* o ATM son las soluciones adecuadas para la implementación de redes WAN, puesto que estos protocolos utilizan medios de transmisión en los que el análisis de errores los dejan a otras capas o aplicaciones realizar esto, permitiendo de esta manera que la red a implementarse sea lo más rápida y confiable posible. X.25 hoy en día ha sido relegado a aplicaciones de bajo ancho de banda pero de una manera muy confiable y por consiguiente más barato.

- En la red WAN analizada, se ha implementado el protocolo de comunicaciones *Frame Relay*, por cuanto éste permite la unificación de voz, datos y video en la configuración de sus tramas. Con esto es posible demostrar que la utilización de circuitos virtuales reemplaza a la visión de antes de una línea dedicada por aplicación, al contrario ahora un solo circuito físico puede implementar muchas aplicaciones en el ancho de banda contratado. *Frame Relay* utiliza una técnica de multiplexación que permite conectar un sitio a una nube mediante un único puerto y mediante una única conexión de alta velocidad a la red. Esto es importante, por cuanto se puede realizar transmisiones desde cualquier sitio sin importar el orden en que éstos se transmiten, lo que caracteriza este protocolo.
- Los FRADS son precisamente aquellos equipos que permiten la conexión a la nube *Frame Relay*, tomando la información proveniente de todos aquellos sitios conectados a ella, para poder enrutarlos hacia los lugares de destino correctos. Esta misión está encargada principalmente a los equipos ruteadores, de capa 3 que son los que realizan el ruteo de los paquetes.
- El manejo de la congestión es una tarea muy importante que debe cumplir un protocolo de comunicaciones. *Frame Relay* implementa en sus tramas bits de congestión, que son los encargados de notificar a la red cuándo la red se encuentra congestionada, en cuyo caso este protocolo maneja eficientemente esta información mediante una selección apropiada de descarte de tramas.
- Todas las tramas que participan en un enlace *Frame Relay* utilizan el mismo DLCI.
- *Frame Relay* ha sido mayormente usado en el área de las comunicaciones de alta velocidad por la interconexión de redes de área local (LAN) a través de redes área amplia (WAN).
- LMI es un sistema parecido a un sistema de gestión mínimo que suministra algunas funciones tales como:

Establecimiento de una conexión entre el usuario y la interfaz de red.

Supervisión de la disponibilidad de los circuitos *Frame Relay*.

Notificación a la red de nuevos PVC's y también de aquellos que han sido eliminados.

- Cuando se solicita el servicio *Frame Relay* se realiza un contrato por el cual el suministrador del servicio se obliga a garantizar un ancho de banda (CIR), el que puede ser menor a la del enlace físico. *Frame Relay* puede admitir ráfagas de tráfico que excedan del ancho de banda asignado, lo cual puede darse en casos de no congestión. Este exceso de ancho de banda es conocido como el EIR (*Excess Information Rate*) o Bc (*Committed Burst Size*).
- En la entrega confiable de los datos X.25 corrige los errores desde el último nodo en que se produjo el error, aumentando de esta manera el retardo en la transmisión.
- El protocolo ATM al igual que *Frame Relay* permite la colocación de múltiples señales en un solo canal, es decir multiplexa la información (voz, datos y video) a muy alta velocidad. Esta velocidad varía desde 25 Mbps hasta los 622 Mbps. Sus beneficios radican en su excelente escalabilidad, integración con las redes existentes, ancho de banda bajo demanda, adaptabilidad a los ambientes LAN y WAN, etc. Su deficiencia radica básicamente en que su implementación es bastante cara, además de su interoperabilidad con otras redes, por la falta de interfaces estándares ATM para integrar distintos protocolos.
- La comunicación de datos a través de líneas dedicadas o de tipo *dial* quedan para el uso de aplicaciones pequeñas que no demanden gran ancho de banda.
- Velocidades mucho más altas no se las puede conseguir utilizando un solo tipo de interfaz. Existen varios tipos de interfaces los cuales se puede disponer según la

necesidad del enlace, tal es así los interfaces EIA/TIA-232, V.35, V.36, EIA/TIA 449, V.24, X.21, G.703, etc.

- El ancho de banda disponible de una red es posible administrarlo de la mejor manera posible mediante la incorporación de equipos tales como los puentes digitales, *sharings*, mux, a través de los cuales la información es dividida o encolada en una trama para ser enviada al lado remoto de la red WAN y a partir de allí repartirse hacia los lugares de destino adecuados. La diferencia de los puentes digitales con respecto a los *sharings* radica en que los puentes suministran el reloj para la transmisión de los datos, lo que no lo hacen los *sharings* que simplemente reparten la información a cada uno de sus puertos.
- Una de las funciones de la capa 3 es determinar el mejor camino a través de la red para transmitir los datos. Esto permite a un *router* evaluar el/los caminos disponibles hacia el lugar de destino de los paquetes. Después que un *router* determina cuál camino usar, procede a conmutar el paquete, es decir tomando el paquete de un interfaz y enviarlo a otro interfaz o puerto que refleje el mejor camino hacia el destino del paquete.
- El estudio exhaustivo de los dos ruteadores, ha permitido conocer la parte de enrutamiento de los paquetes de información cuando éstos salen por el puerto respectivo hacia la red extensa (WAN) para posteriormente a su llegada ser desensamblados del protocolo *Frame Relay* y ser enrutados hacia los equipos destino. Se ha tomado en cuenta aspectos desde la configuración de una llamada hasta la configuración de redes grandes considerando protocolos tales como SDLC, *Borroughs*, IP. La configuración del ruteador va a depender del tipo de protocolo que maneje, ya que cada uno de éstos tiene su propia configuración, la que ya ha sido estudiada en el capítulo I de esta tesis.
- El router 6520 permite un interfaz equipo-usuario muy amigable, pues en éste se tiene en cada menú una serie de parámetros que deben ser configurados dependiendo

la aplicación a manejarse, su configuración se ha orientado a los protocolos SDLC y básicamente *Frame Relay* y *Voice Relay*. El manejo de voz especialmente caracteriza estos equipos, pues manejan muy eficientemente la voz entre las dos puntas, a pesar de que ésta es comprimida para poder ser transmitida en el ancho de banda asignado. Con esta característica se elimina básicamente la construcción de redes para voz, pues ésta puede ser integrada con los datos. Cisco actualmente no presenta sus equipos para manejo de voz, sino que más bien va encaminado hacia la parte de datos. Tanto este *router* como el 6520 así como otros tipos de *routers* pueden ser interconectados a través de un interfaz universal llamado RFC 1490, la interconexión de las redes toma en cuenta aspectos de configuración de los nodos, puertos, parámetros de conexión en la LAN, interfaces de red LAN y WAN, tablas de selección de rutas, direcciones IP, manejo de voz, etc.

- Cuando se realiza la configuración de un puerto FRI es muy importante tomar en cuenta si para la transmisión de los paquetes es necesario añadir cabeceras o no para su salida hacia la red con mayor seguridad. Para esto en la configuración del *Annex G* tiene muchas ventajas respecto del *bypass*. *Annex G* añade una cabecera al paquete y una cabecera LAPB a los datos. Con esto se logra una transmisión más confiable en la que cada estación pueda ser interfaz con muchos puertos, lo que no sucede con el *bypass* que como su palabra lo dice simplemente pasa los datos, con lo cual no se tiene mucha certeza si han ocurrido errores en la transmisión, solamente es un puente para los datos. Cuando un equipo se configura básicamente con parámetros propietarios del fabricante, presenta la desventaja de que no podrá “hablar” con otros equipos, se deberá especificar un interfaz universal para mejor interoperabilidad.
- Un enlace a través de un *router* es algo similar a una llamada telefónica. Un puerto realiza una llamada a otro puerto de un equipo diferente para establecer una comunicación entre ellos y de esta manera lograr un camino para la transmisión de los datos.

- La administración de una red es mucho más fácil realizarla cuando se dispone de varias herramientas que permitan al administrador poder tomar una estadística o saber en que estado se encuentra determinado enlace. En este caso el 6520 al igual que Cisco dispone de esto en una manera muy amplia ya que permite analizar el nodo, los puertos, protocolos y la calidad del enlace de acuerdo al tráfico que circula por la línea.

- Es muy importante determinar en el ruteador la tabla de selección de rutas, ya que es la espina dorsal del enlace, ya que es allí donde el ruteador toma el dato para enrutar las llamadas hacia el/los destinos determinados. Cada entrada en esta tabla indica una dirección de red. Cuando existen muchas direcciones de red que van hacia un mismo destino, es muy aconsejable realizar el subdireccionamiento en grupos, ya que una sola llamada bastará para que se establezca la comunicación de los grupos hacia los puertos determinados del *router* con la interconexión hacia los DTE's respectivos.

- El *broadcast* es una característica especial de los ruteadores que permite que múltiples usuarios reciban la misma información de un terminal de datos. Este *broadcast* puede darse en circuitos permanentes o en circuitos conmutados.

- Cuando se trata de unir múltiples redes de una WAN es necesario utilizar un protocolo muy confiable de enrutamiento tal como es el TCP/IP, el cual es un servicio de entrega no orientado a conexión, es decir cada paquete es tratado independientemente de otros y donde la secuencia de paquetes enviados de un lado a otro pueda tomar caminos diferentes y de una entrega de paquetes con el mejor esfuerzo, características primordiales en estos protocolos.

- IP caracteriza cómo los *hosts* y *gateways* deben procesar los paquetes, cuándo se deben generar los errores y bajo qué condiciones los paquetes deben ser descartados.

- Así como era de mucha utilidad el subdireccionamiento en grupos es también necesario la utilización de subredes IP ya que permite que un sitio con muchos segmentos físicos de red usen una simple dirección de red IP.
- El ruteador utiliza RIP para intercambiar información de rutas con otros ruteadores con el propósito de actualizar las tablas de ruteo. Es decir RIP es un protocolo de información interna del ruteador que provee de información de rutas a aquellos ruteadores conectados entre sí, no es un protocolo de ruteo de paquetes.
- Una ruta dinámica es aquella que puede ser aprendida a través del RIP, no así en una ruta estática que es aquella que puede ser configurada para aquellos destinos que no pueden ser descubiertos dinámicamente.
- En el análisis de los ruteadores es muy importante el ARP (*Address Resolution Protocol*) ya que es aquel que traduce las direcciones IP en las respectivas direcciones físicas dentro de la red. En el direccionamiento de subredes la selección de los campos que debe hacer el ruteador lo hace a través de la llamada máscara de red.
- En cierta manera se puede decir que tanto Motorola 6520 como el router CISCO manejan el ruteo de la información de una manera un tanto similar, pero no igual. Para poder escoger cualquiera de los dos un administrador de red debe fijarse por la tecnología que va a manejar y el costo que incurre en esto.
- Un estudio mucho más complejo en redes WAN involucra equipos más complejos tales como son los equipos para redes satelitales, entre los cuales se citan los modems satelitales, multiplexores estadísticos, equipos para administrar dinámicamente el ancho de banda en *Frame Relay*, equipos para interconexión de voz, etc.

- En nuestro país, *Frame Relay* domina las comunicaciones, básicamente en la interconexión de redes, las que mayormente son utilizadas en empresas tales como bancos, petroleras, empresas geográficamente separadas, etc.
- Para mantener un sistema de comunicaciones en un alto porcentaje activo y confiable, un proveedor de servicios de telecomunicaciones requiere de ingenieros capacitados que deben estar operando y monitoreando los enlaces a diario, contando con herramientas tales como planes de contingencia, mantenimiento, *software* de monitoreo, inventarios lógicos de los enlaces, equipos de *backup*, *backups* de las configuraciones de los equipos, seguridad de los sistemas, etc.
- *Voice Relay* ha demostrado ser una herramienta muy poderosa en la implementación de sistemas de voz, especialmente en la interconexión de centrales telefónicas a nivel de interfaces E&M y FXS/FXO, lo cual permite a las empresas obtener grandes ahorros de dinero, por cuanto todo su tráfico de voz va en el mismo enlace físico de datos, y por sobre todo ahorros a la hora de pagar las cuentas de teléfono.
- La implementación de redes *Frame Relay* también permite ahorro sustancial de equipos, ya que este protocolo permite implementar en un solo circuito múltiples protocolos, jugando un papel importante el ancho de banda. Con esto el usuario no tiene que estar implementando canales de comunicación, y por cada canal un par de modems, o DSU's por cada protocolo que maneje.
- La red WAN formada puede manejar eficientemente todo su tráfico de datos así como de voz, puesto que es una red enteramente digital con servicios *Frame Relay*. Del análisis económico realizado, se puede concluir que cualquiera de las dos redes (satelital o a través de Teleholding) se puede implementar, por cuanto proveen un margen aceptable de disponibilidad de la red.
- El análisis de los equipos de interconectividad para redes WAN ha sido un pilar fundamental para entender las comunicaciones digitales de hoy en día. Entender el

- Si el enlace de comunicaciones tiene un medio de transmisión por cobre, se requiere utilizar modems de buena calidad que puedan sensar la línea en todo momento y el administrador de red pueda observar los parámetros de funcionamiento de la línea.
- Si los enlaces por cobre son relativamente grandes, se recomienda solicitar un medio de transmisión a cuatro hilos, por cuanto proveen mayor distancia para la señal.
- En los diseños de enlaces, es sumamente importante considerar el suministro de reloj, pues éste constituye el pilar de una comunicación confiable ya que todos los equipos de comunicaciones deberán estar sincronizados con éste reloj.
- Antes de poner en producción un enlace se deben realizar las pruebas necesarias para asegurarse de que el canal que se entrega es confiable. En la práctica esto es posible mediante la utilización de un analizador de protocolos, en el que se pueden realizar mediciones de los enlaces, principalmente utilización de ancho de banda y medición de BER, éste garantiza que un enlace es excelente, bueno o malo, para de esta manera localizar en caso de problemas dónde se encuentra la falla.
- Para modems analógicos la relación señal a ruido (SNR) debe ser por lo menos de 8 y un nivel de calidad (SQ) de 9. Menos de estos valores el sistema empieza a introducir errores en el enlace y por tanto caídas consecutivas de éste.
- Los modems, DSU/CSU's deben estar bien calibrados los niveles de transmisión para asegurar los niveles requeridos de SNR y SQ.
- Tener siempre en mente que el servicio de comunicaciones que se le debe dar al usuario es el mejor y confiable 100%.

A.1 Comandos de Configuración AT

A continuación se presenta el set de comandos de configuración AT para la operación de los modems:

COMANDO	DESCRIPCION
AT	Prefijo de los comandos. Código de atención
A/	Repetir el último comando
+++	Secuencia de escape
A	Responder
D	Dial
T	discado por tonos
P	discado por pulsos
,	pausa (2 seg)
W	esperar por tono de discado
R	conmutar a modo de respuesta después del discado.
@	esperar por 5 seg de silencio
;	retornar a modo de comando después de marcar.
E	No Escribir el caracter local (Echo off)
E1	Escribir el caracter (Echo on)
H	colgar
H1	Forza al modem a off hook
L o L1	Volumen bajo del parlante
L2	Volumen medio
L3	Volumen alto
M	Volumen apagado
M1	Volumen apagado cuando hay portadora
M2	Parlante siempre prendido
M3	Volumen apagado cuando se disca y portadora presente
X2	espera por tono de discado
X3	detecta señal de ocupado
X4	espera tono, detecta tono de ocupado
&C	DCD en alto
&C1	DCD en alto cuando hay portadora
&C2	DCD en bajo 5 seg después de desconectado
&C3	DCD le sigue al RTS remoto
&D	Ignorar DTR
&D2	DTR desconectado

&D3	DTR en bajo y resetea al modem para guardar la configuración
&L	Línea de dial
&L1	Línea dedicada a 2 hilos
&L2	Línea dedicada a 4 hilos
&M	dial asincrónico/datos asincrónicos
&M1	dial asincrónico/datos sincrónicos
&M3	dial manual/datos sincrónicos
&M4	Autodial V.25 bis con protocolo Bisync/sincrónico.
&M5	Autodial V.25 bis con protocolo SDLC/sincrónico.
&M6	V.25 bis dial asincrónico/datos sincrónicos
&R	CTS normal
&R1	CTS siempre en alto
&R2	CTS le sigue a DCD
&R9	CTS igual que RTS
&S	DSR siempre en alto
&S1	DSR en alto cuando está listo para aceptar datos
&S2	DSR en bajo por 5 segundos después de desconectar
&S3	DSR le sigue a off hook (OH)
&T	terminar test
&T1	iniciar loopback análogo
&T3	iniciar loopback digital
&T6	iniciar loopback digital remoto
&V1	desplegar status de la señal recibida
&X	reloj interno
&X1	reloj externo
&X2	recibir reloj
%B	usar velocidad de DTE
%B1	300 bps máximo
%B2	1200 bps máximo
%B3	2400 bps máx
%B4	4800 bps máx
%B5	9600 bps no codificados max
%B6	9600 bps máx
%B7	7200 bps max
%B8	12000 bps max
%B9	14400 bps max

%B11	16800 bps max
%B12	19200 bps max
%B13	21600 bps max
%B14	24000 bps max
%B15	26400 bps max
%B16	28800 bps max
%C	compresión deshabilitado
%C1	compresión habilitada para transmisión y recepción de datos.
%C2	compresión habilitada solo para transmisión de datos
%C3	compresión habilitada solamente en recepción de datos
%E	deshabilitar autoretransmisiones
%E1	habilitar autoretransmisiones
%L2	1200 bps min
%L3	2400 bps min
%L4	4800 bps min
%L5	9600 bps no codificado min
%L6	9600 bps min
%L7	7200 bps min
%L8	12000 bps min
%L9	14400 bps min
%L11	16800 bps min
%L12	19200 bps min
%L13	21600 bps min
%L14	24000 bps min
%L15	26400 bps min
%L16	28800 bps min
%R	deshabilitar velocidad de adaptación al medio
%R1	habilitar velocidad de adaptación automática con bajo BER
%R2	habilitar velocidad de adaptación automática con BER medio
%R3	habilitar velocidad de adaptación automática con alto BER
\A	máximo tamaño del bloque de 64 caracteres
\A1	máximo tamaño del bloque de 128 caracteres
\A2	máximo tamaño del bloque de 192 caracteres
\A3	máximo tamaño del bloque de 256 caracteres
\M	V.42 deshabilitado

\M1	V.42 habilitado
\N2	solamente MNP
\N3	MNP o normal
\N4	LAPM solamente
\Q	deshabilitar control de flujo del DTE
\Q1	habilitar control de flujo XON/XOFF del DTE
\Q2	habilitar CTS para control de flujo hacia el DTE
\Q3	habilitar control de flujo bilateral CTS/RTS
\Q4	deshabilitar control de flujo del DCE
\Q5	habilitar control de flujo XON/XOFF del DCE
\Q6	habilitar CTS para control de flujo hacia el DCE
\R	Indicador de timbrado, se mantiene encendido mientras dure la llamada
\R1	Indicador de timbrado, se apaga cuando el modem ha contestado la llamada
*DB	dial backup manual
*DB1	dial backup automático
*DG	deshabilita loop digital bilateral
*DG1	habilita loop digital
*LB	retorna a línea dedicada
*MM	modulación automodo
*MM1	V.21
*MM2	Bell 103J
*MM4	Bell 212A
*MM5	V.22 bis
*MM6	V.27 bis a 4 hilos
*MM10	V.33 4 hilos solamente
*MM11	V.32 bis
*MM12	V.34
*NT	deshabilita set de comandos AT
*NT1	habilita set de comandos AT
*OR	Origina la llamada (Originate)
*OR1	contesta la llamada (Forced Answer)
*RD	ignora pin 21
*TDn	Configurar transmisión dial de -10 a -30 dbm
*TLn	configura la transmisión de la línea dedicada a n db donde n es un número entre 0 y -30 db.

B.1 Estadísticas del Router 6520

La siguiente tabla resume los términos usados en las estadísticas detalladas del puerto FRI:

TERMINO	DESCRIPCION
Port Number	Especifica un puerto específico en el diagrama de red.
Port Type	Indica el tipo de puerto. Puerto FRI es el que solamente soporta Frame Relay
Port Status	Especifica el status actual del puerto
# configured stations	Especifica el número de estaciones que han sido configuradas
Port Speed	Velocidad de transmisión en bps
Data Summary:	Characters: Número de caracteres recibidos o transmitidos desde el último booteo o encendido de las estadísticas Frames: Número de tramas recibidas o transmitidas desde el último booteo o encendido de las estadísticas Av Fr Size: Número promedio de bytes contenidos en la trama. Characters/sec: Número promedio de caracteres recibidos o transmitidos por segundo Frames/sec: Número promedio de tramas recibidas o transmitidas por segundo Port Util: Factor determinado por comparación de volumen (characters/.sec) de datos y velocidad de reloj para un puerto específico.
EIA Summary	State: Estado actual de las señales EIA. Input: DTR (Data Terminal Ready) RTS (Request to Send) MB (Make Busy) PI4 Ignorado. Nota: Estas señales son monitoreadas por el Puerto terminal de control (CTP) Output: DSR (Data Set Ready) DCD (Data Carrier Detect) RI (Ring Indicator) CTS (Clear To Send) Nota: Estas señales son generadas en el puerto del ruteador.

Cuadro B-1 Términos usados en las estadísticas del puerto FRI

La tabla a continuación describe los términos usados en las estadísticas detalladas de la Estación FRI:

TERMINO	DESCRIPCION
Port Number	Designa un puerto específico en el diagrama de red
Station Number	Identifica la estación que está siendo configurada
Station Type	FRI es el tipo de estación que soporta FRI
DLCI	Identificador de la estación en el puerto FRI y debe coincidir con el configurado en el nodo de red Frame Relay
Station Status	Normal
Station State	Uncontrolled: La estación está en un estado no congestionado Controlled: La estación está en un estado

	congestionado Unused: La estación está deshabilitada
Configured CIR	Committed Information Rate
Congestion Detected	Implicit: Número de veces que se ha detectado tramas perdidas Explicit: Número de tramas recibidas con seteo de bit BECN
Allowed Info Rate	Velocidad a la cual los datos son aceptados por la red
Call Summary	Maximum PVC: Máximo número de canales permanentes asignados entre los recursos de la red SVC: Máximo número de SVCs disponibles en la red Current PVC: Número actual de canales permanentes en uso SVC: Número actual de SVCs actualmente en uso
Data Summary	Characters: Número de caracteres recibidos o transmitidos desde el último booteo o encendido de las estadísticas Packets: Número de paquetes recibidos o transmitidos desde el último booteo o encendido de las estadísticas Frames: Número de tramas recibidas o transmitidas desde el último booteo o encendido de las estadísticas Characters/sec: Número promedio de caracteres recibidos o transmitidos por segundo Packets/sec: Número promedio de caracteres recibidos o transmitidos por segundo Frames/sec: Número promedio de tramas recibidas o transmitidas por segundo Utilization: Indica la cantidad de bytes de usuario enviadas bajo el link como un porcentaje del máximo número de bytes que pudieron haber sido enviadas.
Number of Packets Queued	Número actual de paquetes bufereados desde el último booteo o encendido de las estadísticas.
Frame Summary	Info: Datos transmitidos o recibidos desde el último booteo o encendido de las estadísticas RNR (Receiver Not Ready): Usado por el DTE o la red para requerir que el flujo de datos sea detenido en un circuito virtual particular. SABM (Set Asynchronous Balanced Mode): Envía un encendido inicial al nodo para inicializar el enlace y permitir la comunicación DM (Disconnected Mode): Emitida por la red para requerir una SABM desde el DTE. RR (Receiver Ready): Usado para encerrar el requerimiento RNR. REJ (Reject): Una REJ es transmitida por un receptor para requerir retransmisión de la trama, debido a la detección de la transmisión de una trama errada DISC (Disconnect): Antes de inicializar el link, DISC es emitido por el DTE o DCE para asegurar que los dos lados del enlace están en fase. UA (Unnumbered Acknowledgment): Respuesta a una SABM FRMR (Frame Reject): Transmitida por el receptor hacia el transmisor, esta trama es transmitida para

	reportar una condición de error.
Packet Summary	<p>Data: Paquete conteniendo información</p> <p>RNR: Usada por el DTE o la red para requerir que el flujo de datos sea detenido en un circuito virtual particular</p> <p>Call Request: El DTE inicia el establecimiento de un circuito virtual con el DTE remoto mediante el envío de un requerimiento de llamada.</p> <p>Clear Request: Emitido por el DTE o DCE para requerir que se inicie el término de la llamada.</p> <p>Interrupt Request: Inicia un procedimiento que permite enviar un octeto de información a un DTE remoto en el cual el flujo normal de paquetes es temporalmente bloqueado.</p> <p>Reset Request: Usado para iniciar una transferencia de datos en un PVC, el cual puede ser necesario si un PVC ha sido dado de baja pero está disponible. Bajo ciertas condiciones este procedimiento puede también ser usado para un SVC.</p> <p>Restart Request: Puede ser emitido por el DTE o por el DCE. Este procedimiento limpia todos los SVCs y resetea todos los PVCs gobernados por el DTE que emite el requerimiento.</p> <p>Receiver Ready (RR): Paquete de control de flujo usado para limpiar la solicitud de RNR.</p> <p>Reject Packet: Emitido por un DTE para iniciar la retransmisión desde la red de paquetes de datos no reconocidos. Esta opción está disponible solamente durante la transferencia de datos.</p> <p>Call Accept: Enviado por el DTE al que se ha enviado una llamada para indicar que la llamada fue aceptada. Esto causa que el DTE que realiza la llamada reciba un paquete de aceptación de llamada o llamada conectada.</p> <p>Clear Confirm: Enviado por DTE que realiza la llamada al DTE que recibe la llamada para indicar un acuse de recibo.</p> <p>Interrupt Confirmation: Reconoce la interrupción y es siempre generado por el DTE</p> <p>Reset Confirm: Enviado al DTE que está inicializando cuando un procedimiento de reset es completado.</p> <p>Restart Confirm: Recibido por el DTE local que emite el requerimiento de reinicio sobre la aceptación del DCE.</p>
Last Inbound LCN	Especifica el número del canal lógico del último paquete que ingresó.
Inbound Processing Status	Resultado de la última llamada entrante recibida en la estación.
Last Inbound Call, Before Processing	<p>Called Address: Dirección a la que se realizó la llamada antes de que ésta sea procesada</p> <p>Calling Address: Dirección desde la cual se origina la llamada</p> <p>Facilities: Información usadaa desde el paquete de requerimiento de llamada</p> <p>CUD: Los primeros 4 bytes son reservados para</p>

	protocolo. El campo remanente consiste de 12 bytes que transportan los datos de usuario o rutean información específica a la red
Last Inbound Call, After Processing	Called Address: Dirección a la que se llamó después de procesarla Calling Address: Dirección donde fue originada la llamada Facilities: Información usada desde el paquete de requerimiento de llamada CUD: el mismo significado anterior
Last Outbound Call, Before Processing	Called Address Calling Address Facilities CUD
Last Outbound Call, After Processing	Called Address Calling Address Facilities CUD

Cuadro B-2 Términos usados en las estadísticas de la estación FRI

El Cuadro B-3 describe los términos usados en el campo *status* del *Link*

TERMINO	DESCRIPCION
Type	Entity: Especifica el número de puerto y el número de estación Subtype: Puerto FRI o Station FRI
State	State: status actual del link operacional especificado bajo el puerto o estación Up: Puerto o estación operacional Down: Puerto o estación no operacional Disabled: Puerto o estación deshabilitado Speed: Velocidad de transmisión en bps Date/Time: Cuando la condición estuvo presente CRC Errors: Número de errores detectados desde el último booteo del nodo o encendido de las estadísticas Link Down: Especifica el número de links inoperativos. Ocurre cuando el número de intentos para conectarse (seteado en la configuración) es excedido Data Frames: Número de tramas recibidas desde el último booteo del nodo o encendido de las estadísticas Utilization: Indica la cantidad de bytes enviados bajo el link expresados como un porcentaje del máximo número de bytes que podrían haber sido enviados.

Cuadro B-3 Términos usados en el *status* del *Link*

B.2 Estadísticas del Router CISCO

Serial 1 is up, line protocol is up	Indica que tanto el puerto como el protocolo están trabajando.
Hardware is MCI Serial	Indica el tipo de Hardware utilizado
Internet Address is 131.1.11.2 subnet mask is 255.255.255.0	Indica la dirección IP con su respectiva máscara
MTU 1500 bytes, BW 56Kbit, DLY 20000 usec, rely 252/255, load 1/255	Especifica parámetros de configuración del puerto y protocolo utilizados
Encapsulation Frame Relay	Especifica el tipo de encapsulado
Loopback not set	Indica que no se está realizando un loop
LMI DLCI 1023	Indica el tipo de DLCI utilizado, en este caso para el protocolo LMI las transacciones realizadas con el DLCI 1023.
Last Input.... , output	Indica la última entrada y salida de paquetes
Last clearing of "show interface" counters	Indica el último encendido de los contadores que se activan cuando se ingresa este comando
6019 packets input, 305319 bytes, 0 no buffer received 2973 broadcasts, 0 runts, 0 giants 7 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 7 abort 8595 packets output, 3499314 bytes, 0 underruns 0 output errors, 0 collisions, 10 interface resets, 0 restarts 17 carrier transitions	Indica un análisis de los paquetes de entrada y salida, análisis de broadcasts configurados en la red así como los errores producidos durante la transmisión de datos.

Cuadro B-4 Términos usados en las estadísticas de Cisco

ANEXO C

C.1 Estructura de los *dip-switches* para configurar el puente digital Motorola 2185

C.2 Estructura del Menú de configuración del 3612 DSU/CSU

C.3 Estructura del Menú de configuración del modem 3266 de Motorola

C.4 Menús de configuración del MP *Router* 6520

C.1.1 Function Switch One

<i>Switch</i>	<i>Up</i>	<i>Down</i>
<i>1-1</i>	<i>disable Subchannel 1</i>	<i>enable Subchannel 1</i>
<i>1-2</i>	<i>disable Subchannel 2</i>	<i>enable Subchannel 2</i>
<i>1-3</i>	<i>disable Subchannel 3</i>	<i>enable Subchannel 3</i>
<i>1-4</i>	<i>disable Subchannel 4</i>	<i>enable Subchannel 4</i>
<i>1-5</i>	<i>disable Subchannel 5</i>	<i>enable Subchannel 5</i>

Table C.1.1 Enabling/Disabling Subchannels

<i>Clock Data Rate (bps)</i>	<i>Set 1-6 to:</i>	<i>Set 1-7 to:</i>	<i>Set 1-8 to:</i>
75	Up	Up	Up
1200	Up	Up	Down
2400	Up	Down	Up
4800	Up	Down	Down
7200	Down	Up	Up
9600	Down	Up	Down
14400	Down	Down	Up
19200	Down	Down	Down

Table C.1.2 Data Rate Selection Using Switch Segments 1-6 to 1-8

<i>Function Switch</i>	<i>Switch Position</i>	<i>Function</i>
2-1	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Sets Control Signal Contention</i> <i>Sets Data Contention</i>
2-2	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Sets synchronous data format</i> <i>Sets asynchronous data format</i>
2-3	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Synchronous Data Retiming Buffer in circuit</i> <i>Synchronous Data Retiming Buffer Bypassed</i>
2-4	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Disables Anti-Streaming</i> <i>Enables Anti-Streaming</i>
2-5 and 2-6	<i>See Table</i>	<i>These two switches, in conjunction with each other, set Clock Routing</i>
2-7	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Sets main channel RTS or DCD transparent</i> <i>Straps main channel RTS or DCE ON</i>
2-8	<i>Up</i> <i>Down</i>	<i>Straps main channel inbound CTS ON</i> <i>Sets main channel inbound CTS transparent</i>

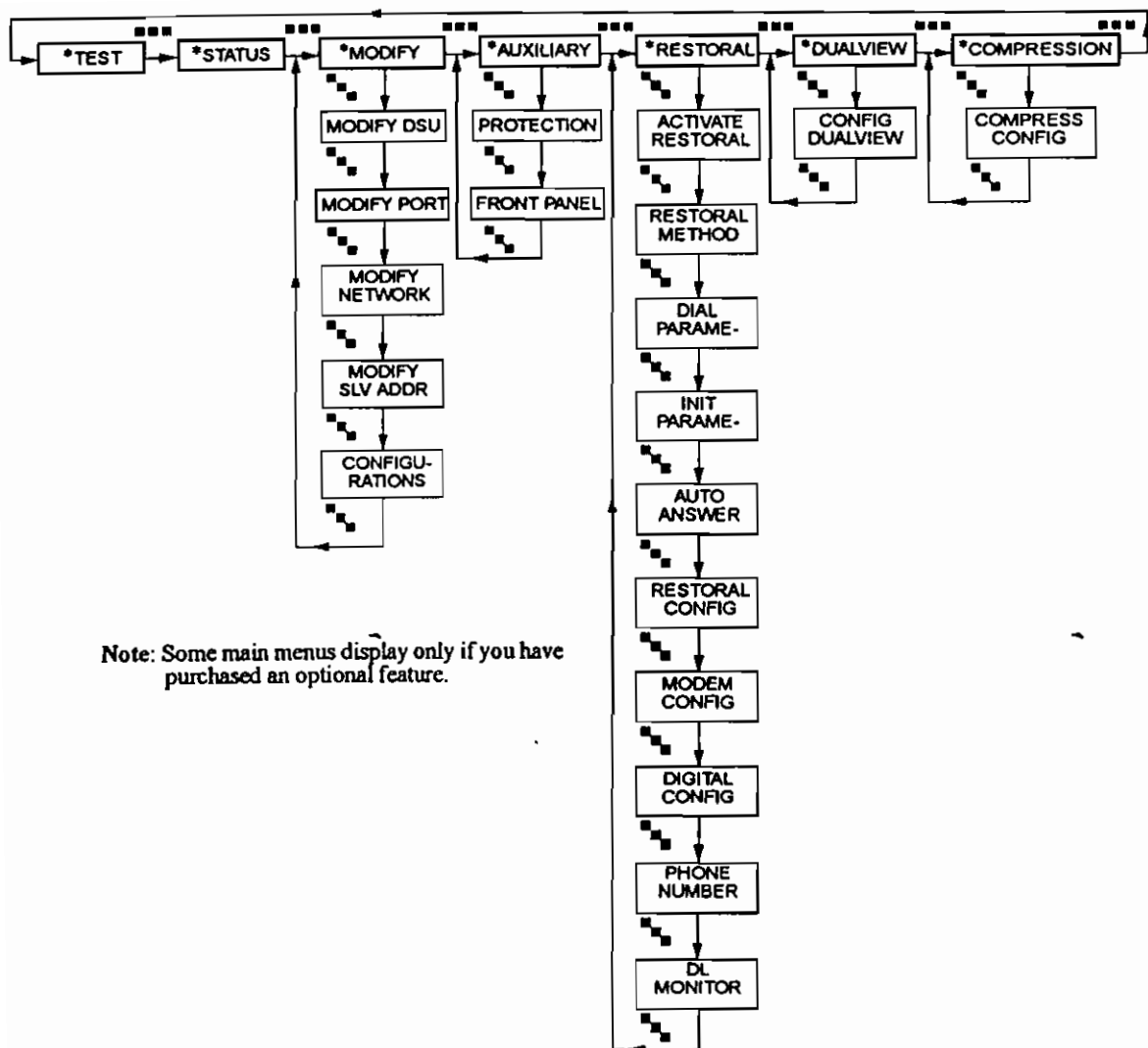
Table C.1.3 Function Switch Two Summary

<i>Clock Source</i>	<i>Subchannel 1</i>	<i>Set 2-5 to:</i>	<i>Set 2-6 to:</i>
<i>Main Channel</i>	<i>X</i>	<i>Up</i>	<i>Down</i>
<i>Internal</i>	<i>X</i>	<i>Down</i>	<i>Down</i>
<i>Sub Ch. 1</i>	<i>DCE</i>	<i>Down</i>	<i>Up</i>

Table C.1.4 Clock Routing Configurations

<i>POS</i>	<i>Sw 3-1</i>	<i>Sw 3-2</i>	<i>Sw 3-3</i>	<i>Sw 3-4</i>	<i>Sw 3-5</i>	<i>Sw 3-6</i>
<i>UP</i>	<i>Main Ch DTE</i>	<i>Sch. 1 DTE</i>	<i>Sch 2 DTE</i>	<i>Sch 3 DTE</i>	<i>Sch 4 DTE</i>	<i>Sch 5 DTE</i>
<i>DOWN</i>	<i>Main Ch DCE</i>	<i>Sch 1 DCE</i>	<i>Sch 2 DCE</i>	<i>Sch 3 DCE</i>	<i>Sch 4 DCE</i>	<i>Sch 5 DCE</i>

Table C.1.5 DTE/DCE Optioning



Note: Some main menus display only if you have purchased an optional feature.

Fig C.2.1 Menús para configuración del DSU/CSU 3612

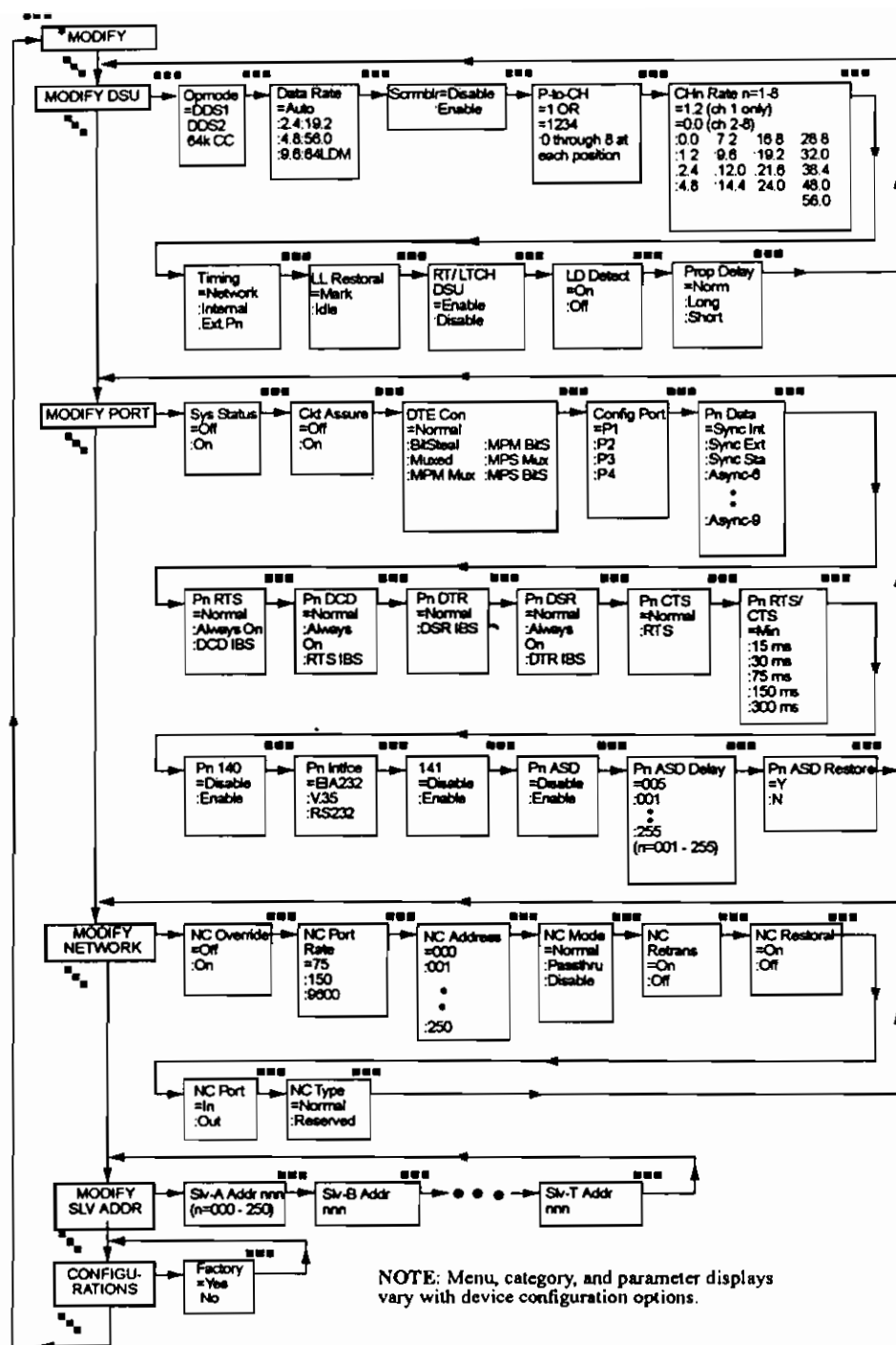


Fig C.2.2 Menú de configuración para modificación de parámetros de línea y puerto

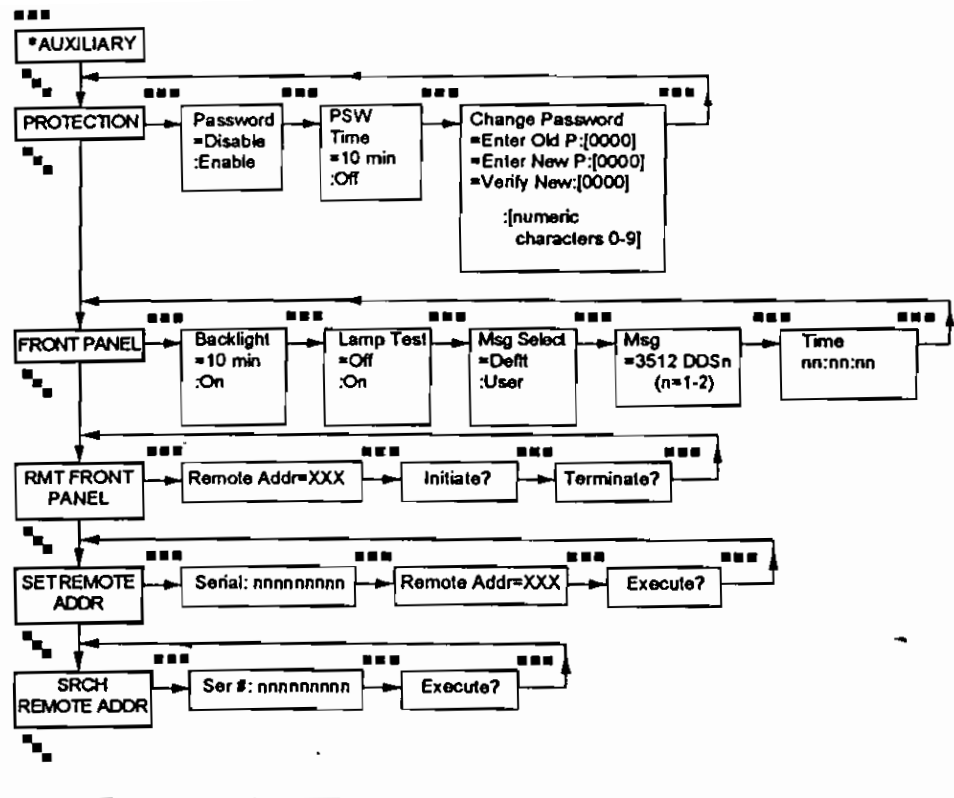


Fig C.2.3 Parámetros de configuración auxiliar para protección de usuario, propiedades para desplegar los comandos, conexión remota

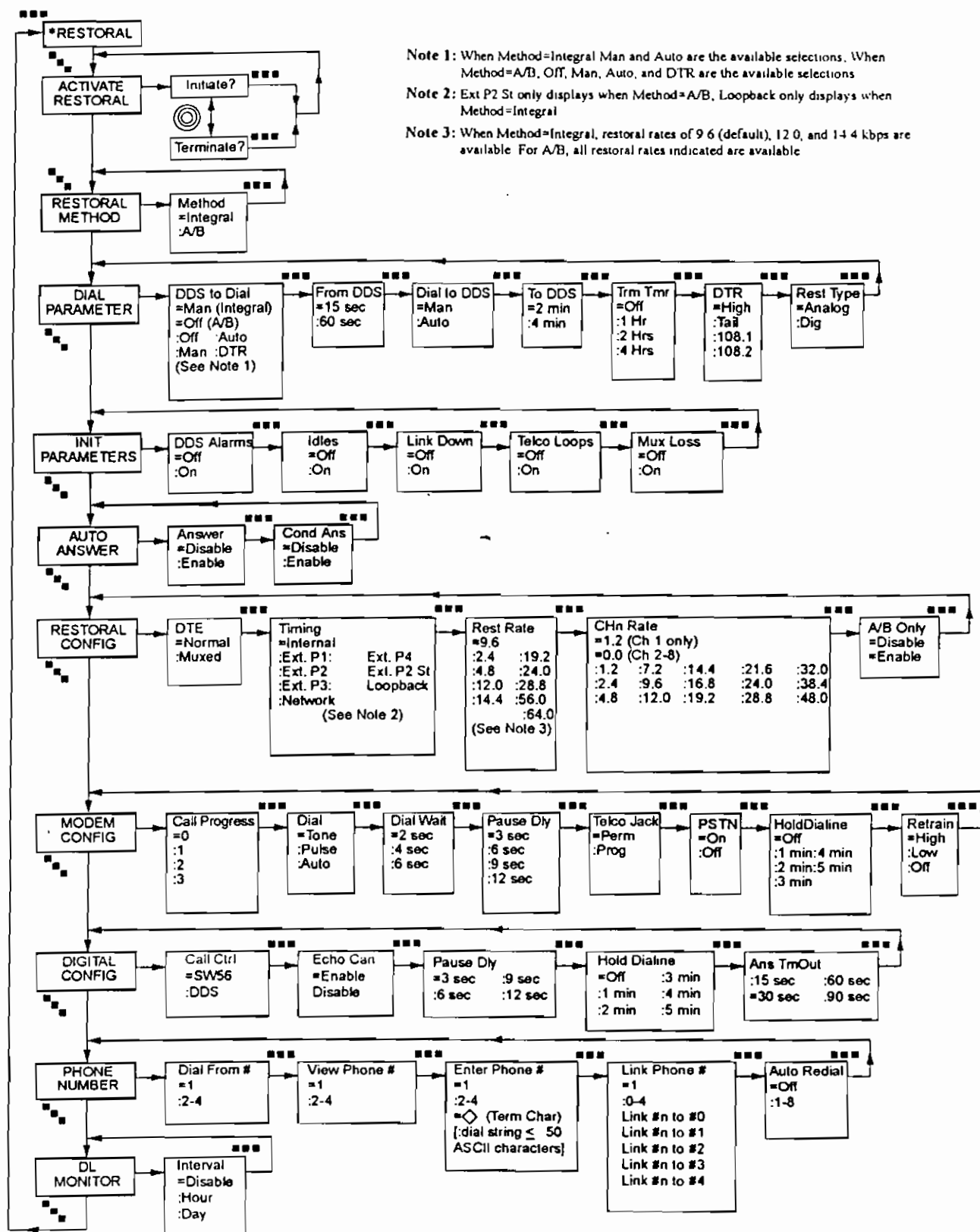
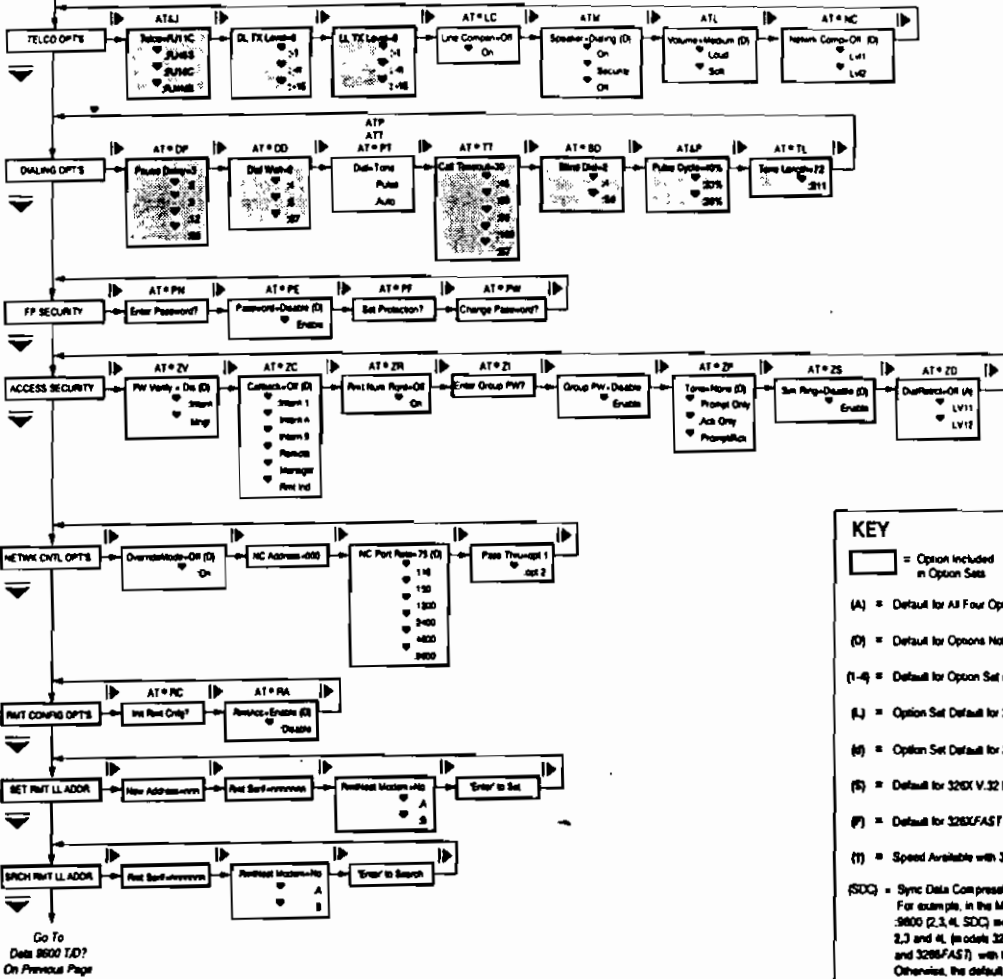


Fig C.2.4 Menú de configuración para la restauración del enlace de comunicaciones

From Previous Page



KEY

☐ = Option included in Option Set ☐ = Country Specific Option

(A) = Default for All Four Option Sets

(O) = Default for Options Not Included in Option Set

(1-4) = Default for Option Set n (1-4)

(A) = Option Set Default for 3261, 3263, 3266, 3268 Modems

(B) = Option Set Default for 3280, 3262, 3265, 3267 Modems

(C) = Default for 326X V.32 Modem

(P) = Default for 326XFAST Modem

(T) = Speed Available with 326XFAST Option Only

(SDC) = Sync Data Compression (available for 326XFAST-SDC models only)
For example, in the Min Rate (AT+MN) option, the :8000 (2,3,4, SDC) means 8000 is the default for option sets 2,3 and 4. (in models 3261FAST, 3263FAST, 3266FAST and 3268FAST) with the Sync Data Compression product. Otherwise, the default is 300 kbps for all four option sets.

C.4.1 CONFIGURACION DE UN NODO

Node Record Configuration

Node Name: (blank)/
Node Address: (blank)/
Node Number: (blank)/
Chassis Type: 6520/
Maximum Routing Hops: 15/
Hop Count Facility Code: 200/
Control Port Subaddress: 98/
Control Port Idle Disconnect Time (minutes): 10/
Alarm Distribution: CTP/
Alarm Printer Mnemonic: (blank)/
Alarm Selection: HIGH/
Threshold Alarm Timer (minutes): 15/
Broadcast Port Subaddress: 95/
*Number of Broadcast Nets: 0/
*Number of Broadcast Input Channels: 1/
*Billing Printer Mnemonic: (blank)/
*Billing Record Call Threshold: 10/
Maximum Billing Records: 100/
*Billing Record Timer (minutes): 0/
PVC Billing Record Timer (minutes): 0/
Maximum Simultaneous Calls: 100/
Port Utilization Threshold (%): 75/
Buffer Utilization Threshold (%): 75/
CPU Utilization Threshold (%): 75/
Port Error Threshold: 10/
PAD Bulletin Message: (blank)/
PAD Banner Message: ^M^JMotorola 6520 (node %N) port %P(%C)^M^J/
DCP Facility: 201/
*Codex Proprietary Protocol ID: 192/
*LAN Connection Subaddress: 94/
Contact: (blank)/
Domain Name: (blank)/
Node Location: (blank)/
*Traffic Priority: MED/
*Traffic Priority Step: 8/
*Max Frame Size: 2200/
Codex Facility: 202/
*Route Selection Table Size: 16/
*Mnemonic Table Size: 16/
*PVC Setup Table Size: 16/
*Inbound Call Translation Table Size: 64/
*Number of Network Services Channels: 1024/
Node switched services security password: (blank)/
*Quantity of DSP Devices: 256/
*Quantity of SES Devices: 256/
Primary NUIC Data Network Address: (blank)/
Secondary NUIC Data Network Address: (blank)/
Billing Printer2 Mnemonic: (blank)/
E.164 format identifier: 09/
DORM Subaddress: 91/
Other DORM Address: (blank)/
*Number of X32 Ports: 50/
*DC enable facility: 61/
*DC negotiate facility: 62/
*Ring Frequency: 25Hz/

C.4.2 PARAMETROS DE CONFIGURACION DE PUERTOS

PUERTO FRI:

```
[1] Port Number: 1
[1] *Port Type: FRI
[1] Connection Type: SIMP
[1] Clock Source: EXT
[1] Clock Speed: 64000
[1] *Highest Station Number: 1
[1] Frame Sequence Counting: NORM
[1] Packet Sequence Counting: NORM
[1] Control Protocol Support: NONE
[1] High Priority Station: 0
[1] Maximum Voice Bandwidth bits per sec: 40000
```

PUERTO SDLC:

```
[19] Port Number: 1
[19] *Port Type: PAD/
[19] *Subtype: HPAD
[19] Port Control: NONE
[19] Transmission Encoding: NRZ
[19] *Type of Line: FDX
[19] Transmission type: TWA
[19] HPAD Response Delay: 0
[19] Clock Source: EXT
[19] Clock Speed: 9600
[19] *Number of Controllers: 4
[19] Poll Timer: 30
[19] Poll Frequency Period: 50
[19] Tries: 16
[19] SDLC Port Options: MARKi
[19] Port Address: (blank)
[19] Maximum Frame Size: 1024
[19] RTS to CTS Delay: 0
```

PUERTO FXS/FXO:

```
[1] Port Number: 1
[1] *Port Type: pad
[1] Interface Type: FXS
[1] Signaling Mode: Normal
[1] Number of Rings: 1
[1] Compression Rate (KHz): B8K
[1] DSI Control: Enabled
[1] Smoothing Delay (msec): 40
[1] Echo Cancellor: Enabled
[1] Echo Return Loss (dB): 0
[1] Input Signal Level (dB): 0
[1] Output Signal Level (dB): 0
[1] Fax Support: Enabled
[1] FAX Rate (KHz): 9.6K
[1] Call Control: offhook
[1] Call Mnemonic: (blank)
[1] Group Subaddress (Hunt Group): (blank)
[1] Billing: OFF
[1] Local Subscriber Address: (blank)
```

```

[1] Enhance Debugging: NONE
[1] RX Signaling State Change Filter (msec): 10
[1] Rx Interrring Wait (sec): 10
[1] Rx Ring State Change Filter (msec): 200
[1] Rx Disconnect Timer (msec): 300
[1] Re-configure DTMF/Pulse Digits and Wink/Delay Timer Parameters?:
No
[1] Re-configure Call Progress Tone Parameters?: No

```

C.4.3 PARAMETROS DE CONFIGURACION DE ESTACIONES

ESTACIONES FRI:

```

[1] *Station Type: ANNEX_G
[1] DLCI: 16
[1] Committed Information Rate (CIR): 16000
[1] Committed Burst Size (BC): 16000
[1] End-to-End Transit Delay: 50
[1] Congestion Control Mode: NORMAL
[1] Link Address: DTE
[1] *Number of PVC Channels: 0
[1] *Starting PVC Channel Number: 1
[1] *Number of SVC Channels: 16
[1] *Starting SVC Channel Number: 1
[1] *Number of Voice SVC Channels: 0
[1] Initial Frame: SABM
[1] T1 Transmission Retry Timer (1/10 sec): 30
[1] T4 Poll Timer: 40
[1] N2 Transmission Tries: 10
[1] K Frame Window: 7
[1] W Packet Window: 2
[1] P Packet Size: 128
[1] Data Queue Upper Threshold: 5
[1] Data Queue Lower Threshold: 0
[1] Restart Timer: 180
[1] Reset Timer: 180
[1] Call Timer: 200
[1] Clear Timer: 180
[1] X.25 Options: none
[1] Restricted Connection Destination: (blank)
[1] CUG Membership: --,--,--,--,--,--,--,--
[1] Billing Records: OFF
[1] Frame Segmenter: Disabled

```

ESTACION SDLC:

```

[1] Station Number: 1
[1] Station Address: 01
[1] K Frame Window: 7
[1] Autocall Mnemonic: (blank)
[1] Protocol ID: C3000000
[1] CUG Membership: --,--,--,--,--,--,--,--
[1] QLLC Options: none
[1] XID: (blank)
[1] Station Subaddress: blank

```

```
[1] Group Address: 00
[1] Billing Records: OFF
[1] X.25 Network Password: (blank)
[1] Traffic Priority: HIGH
[1] *Protection Level: NONE
[1] Reconnection Timeout: 2
[1] Reconnection Tries Limit: 4
```

C.4.4 PARAMETROS DE CONFIGURACION PARA LAN

PARAMETROS IP

```
IP Parameters configuration

*Maximum Number of IP Interfaces: 36
*Internal IP Address: (blank)
*Internal Net Mask: 255.255.255.0
*Access Control: Disabled
*RIP Enable: Enabled
*Originate Default Route: Disabled
*Advertised Default Route Metric: 10
*Default Gateway: 0.0.0.0
*Default Gateway Metric: 10
*Directed Broadcast: Enabled
*All Subnet Broadcast: Disabled
*IP Route Table Size: 768
*IP Route Cache Size: 64
*Reassembly Buffer Size: 12000
*BOOTP Forwarding: Enabled
*BOOTP Max Allowed Metric: 4
*BOOTP Seconds Before Forward: 0
```

CONFIGURACION DE LOS INTERFACES IP

```
IP Interface Configuration Table

[1] *Interface Number: 1
[1] *IP Address : 0.0.0.0
[1] *IP Address Mask: 255.255.255.0
[1] *Accept RIP: Enabled
[1] *On Demand RIP: Disabled
[1] *Learn Network Routes: Enabled
[1] *Learn Subnet Routes: Enabled
[1] *Override Default Route: Disabled
[1] *Override Static Routes: Disabled
[1] *Advertise Default Route: Disabled
[1] *Advertise Network Routes: Enabled
[1] *Advertise Subnet Routes: Enabled
[1] *Advertise Static/Direct Routes: Enabled
[1] *IP RIP Split Horizon: Enabled
[1] *Broadcast Style: LOCAL
[1] *Broadcast Fill Pattern: 1
[1] *MTU Size: 1500
```

CONFIGURACION DE LOS INTERFACES DEL ROUTER

```
Interfaces Table configuration

*Interface #1 State : Unconfigured
*Interface #2 State : Unconfigured
*Interface #3 State : Unconfigured
*Interface #4 State : Unconfigured
*Interface #5 State : Unconfigured
*Interface #6 State : Unconfigured
*Interface #7 State : Unconfigured
*Interface #8 State : Unconfigured
*Interface #9 State : Unconfigured
*Interface #10 State :Unconfigured
*Interface #11 State :Unconfigured
*Interface #12 State :Unconfigured
*Interface #13 State :Unconfigured
*Interface #14 State :Unconfigured
*Interface #15 State :Unconfigured
*Interface #16 State :Unconfigured
*Interface #17 State :Unconfigured
*Interface #18 State :Unconfigured
```

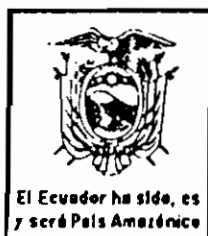
TABLA DE CONEXIÓN LAN

```
LAN Connection Table Configuration

[1] *Lan Forwarder Type: brid
[1] Lan Connection Type: PT_TO_PT
[1] *Router Interface Number: 1
[1] Encapsulation Type: CODEX
[1] Autocall Mnemonic: (blank)
[1] LCON Queue Limit: 16000
[1] Billing Records: OFF
[1] Traffic Priority: HIGH
```


ANEXO D

REGISTRO OFICIAL REFERENTE A TARIFAS DE CIRCUITOS DEDICADOS



REGISTRO OFICIAL

ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR

Administración del Sr. Abg. Abdalá Bucaram Ortiz
Presidente Constitucional de la República

Año I -- Quito, Jueves 14 de Noviembre de 1996 -- N° 68

DR. ROBERTO GRANJA MAYA
DIRECTOR

Teléfonos: Dirección: 212 - 564 — Suscripción anual: s/. 378.000
Distribución (Almacén): 583 - 227 — Impreso en la Editora Nacional
4.500 ejemplares — 4 páginas — Valor s/. 1.100

S U P L E M E N T O

SUMARIO:

Págs.

FUNCION EJECUTIVA

ACUERDO:

MINISTERIO DE EDUCACION:

- 1365 Exclúyese del inventario del Patrimonio Cultural de la Nación, al inmueble ubicado en la calle Pichincha 718, entre 10 de Agosto y Sucre de la ciudad de Guayaquil 1

RESOLUCION:

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL):

- 150-27-CONATEL-96 Autorizanse topes máximos tarifarios y su norma de aplicación general para los servicios que presta EMETEL S. A. 2

bien ha perdido su carácter de bien perteneciente al Patrimonio Cultural de la Nación", cuando los deterioros hayan eliminado su interés como tal, sin que sea factible su restauración.

Que el señor Director Nacional del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, con oficio No. 671-DNPC-96 en base al informe Técnico presentado por el Jefe del Departamento Nacional de Inventario, Registro e Inspectoría de dicho Instituto constante en memorando No. 080-DI-96, solicita la emisión del Acuerdo Ministerial para la exclusión del inventario del Patrimonio Cultural, del inmueble ubicado en la ciudad de Guayaquil, localizado en la calle Pichincha 718, entre 10 de Agosto y Sucre, parroquia Rocafuerte, Código de Bienes Inmuebles 4-G-1-90-52, Registro 52, Archivo 001, Catastro 03-09-08, por cuanto dicho inmueble "ha perdido su carácter de bien perteneciente al Patrimonio Cultural"; y,

En uso de sus atribuciones que le confiere la Ley,

Acuerda:

ARTICULO PRIMERO.- Excluir del inventario del Patrimonio Cultural de la Nación al inmueble ubicado en la ciudad de Guayaquil, localizado en la calle Pichincha 718, entre 10 de Agosto y Sucre, parroquia Rocafuerte, Código de Bienes Inmuebles 4-G-1-90-52, Registro 52, Archivo 001, Catastro 03-09-08, por cuanto dicho inmueble "ha perdido su carácter de bien perteneciente al Patrimonio Cultural";

Comuníquese y publíquese.- En la ciudad de Quito, a 24 octubre 1996.

f.) Dr. Pablo Celli de la Torre, Ministro de Educación y Cultura Encargado

Certifico que esta copia es igual a su original. Quito, octubre 24 de 1996 - f.) Illegible

No. 1365

**EL MINISTRO DE EDUCACION Y CULTURA
ENCARGADO**

Considerando:

Que conforme a lo dispuesto en el Art. 39 de la Ley de Patrimonio Cultural y el Art. 13 del Reglamento General de la Ley, es potestad del Ministerio de Educación y Cultura, por las atribuciones que le confiere la Ley, declarar que "un

N° 150-27-CONATEL-96

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
CONATEL

Considerando:

Que EMETEL mediante oficio 96-243-DIR EMETEL de 1 de agosto de 1996 ha puesto en consideración de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones una propuesta de ajuste del pliego tarifario para su aplicación en los servicios de telefonía y de alquiler de circuitos dedicados;

Que mediante resolución N° 94-21-CONATEL-96 el CONATEL se pronunció negativamente sobre el pliego tarifario propuesto por EMETEL, por considerar necesario un estudio más profundo sobre los impactos de su aplicación y dispuso a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones presente un informe con las recomendaciones pertinentes para su conocimiento y aprobación;

Que mediante oficio N° SNT-96-OFICIO N° 1065 del 16 de octubre de 1996 la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, presentó a consideración del CONATEL el correspondiente informe;

Que el Artículo 4 de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones prevé el establecimiento de tarifas especiales o diferenciadas para el servicio residencial popular, marginal y rural, orientales, de Galápagos y de zonas fronterizas;

Que el artículo 5 de la Ley Reformatoria prohíbe los subsidios excepto los contemplados en el artículo anterior;

Que el artículo 134 del Reglamento a la Ley Especial de Telecomunicaciones y de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones prohíbe al CONATEL establecer tarifas discriminatorias para los diferentes operadores en un determinado mercado;

Que el Capítulo VII del referido Reglamento estipula que el CONATEL establecerá las tarifas máximas para todos los servicios de telecomunicaciones, considerando las propuestas que presenten a la Secretaría las operadoras debidamente habilitadas;

Que en el Capítulo y Reglamento antes citados se determina que los operadores deben someter a consideración de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones sus propuestas de pliegos tarifarios para todos los servicios y que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones debe verificar su adecuación a las tarifas máximas aprobadas por el CONATEL; y,

En uso de las atribuciones que le confiere la Ley Reformatoria de la Ley Especial de Telecomunicaciones, del artículo 10, unnumerado tercero, literal e),

Resuelve:

ARTICULO PRIMERO: Autorizar los siguientes topos máximos tarifarios y su norma de aplicación general para los servicios que presta EMETEL S.A.

1. SERVICIOS DE TELEFONIA

1. DERECHO DE INSCRIPCION

Categoría A (popular y rural):	30 UVC
Categoría B:	60 UVC
Categoría C:	130 UVC

2. PENSION BASICA

Categoría A (popular y rural):

con derecho a 300 minutos de uso local libres: 0.30 UVC/MES

Categoría B:

con derecho a 200 minutos de uso local libres: 0.80 UVC/MES

Categoría C: 1.50 UVC/MES

3. TARIFAS DE USO

3.1 Uso Local

Categoría A (popular y rural):

a partir del minuto 301: 0.0010 UVC/MINUTO

Categoría B:

a partir del minuto 201: 0.0010 UVC/MINUTO

Categoría C: 0.0050 UVC/MINUTO

3.2 Uso de Larga Distancia

3.2.1 USO REGIONAL

Categoría A (popular y rural):

0.0030 UVC/MINUTO

Categoría B:

0.0030 UVC/MINUTO

Categoría C:

0.0150 UVC/MINUTO

3.2.2 USO NACIONAL

Categoría A (popular y rural):

0.0050 UVC/MINUTO

Categoría B:

0.0050 UVC/MINUTO

Categoría C:

0.0250 UVC/MINUTO

3.2.3 USO INTERNACIONAL

A. Grupo 1 (Pacto Andino)

0.80 US\$/MINUTO

B. Grupo 2 (Resto de América)

1.10 US\$/MINUTO

C. Grupo 3 (Europa y Japón)

1.60 US\$/MINUTO

D. Grupo 4 (Resto del Mundo)

1.90 US\$/MINUTO

E. Móvil Marítimo

9.20 US\$/MINUTO

4.	TARIFAS DE SERVICIO TELEFONICO PUBLICO (CATEGORIA D)		256	1080
			512	1620
			1024	3240
4.1	Llamada Local	0.009 UVC/MINUTO	1544	4860
4.2	Llamada Regional	0.028 UVC/MINUTO	2048	5400
4.3	Llamada Nacional	0.038 UVC/MINUTO		
4.4	Llamada Internacional	0.502 UVC/MINUTO		

II. CIRCUITOS PARA TRANSMISION DE DATOS

1. Derecho de inscripción

A. Locales:	24	UVC
B. Nacionales:	48	UVC
C. Internacionales:	600	US\$

Por cada extremo se debe añadir el valor de acometida.

2. Traslados

A. Local:	12	UVC
B. Nacional:	24	UVC

Por cada extremo se debe añadir el valor de acometida.

3. CIRCUITOS PERMANENTES LOCALES PARA TRANSMISION DE DATOS.

VELOCIDAD (Kb/s)	TARIFA UVC/MES
64	36
128	72
256	144
512	216
1024	432
1544	648
2048	720

4. CIRCUITOS PERMANENTES NACIONALES PARA TRANSMISION DE DATOS.

4.1 CIRCUITO PERMANENTE NACIONAL HASTA 50 Km.

VELOCIDAD (Kb/s)	TARIFA UVC/MES
64	165
128	330
256	660
512	990
1024	1980
1544	2970
2048	3300

4.2 CIRCUITO PERMANENTE NACIONAL ENTRE 50 Km Y 200 Km.

VELOCIDAD (Kb/s)	TARIFA UVC/MES
64	270
128	540

4.3 CIRCUITO PERMANENTE NACIONAL PARA MAS DE 200Km.

VELOCIDAD (Kb/s)	TARIFA UVC/MES
64	375
128	750
256	1500
512	2250
1024	4500
1544	6750
2048	7500

5. CIRCUITO PERMANENTE INTERNACIONAL

VELOCIDAD (Kb/s)	TARIFA (US\$/MES)
64	4000
128	8000
256	16000
512	20000
1024	28000
1544	32000
2048	40000

6. CIRCUITOS TEMPORALES PARA TRANSMISION DE DATOS.

Hasta 1.5 veces el equivalente diario de las tarifas para circuitos permanentes.

III. TARIFAS ADICIONALES

1. SERVICIOS DE OPERADORA

Hasta 1.3 veces la tarifa de uso del servicio telefónico automático correspondientes a la categoría comercial e industrial.

2. TRASLADOS

Traslados, por cada ocasión: 4.50 UVC

3. SERVICIOS ADICIONALES

Cambio de número, por cada ocasión:	1.50	UVC
Suspensión temporal del servicio, por mes o fracción:	1.00	UVC/MES
Bloqueo de larga distancia nacional, por cada ocasión:	1.00	UVC
Bloqueo de larga distancia internacional, por ocasión:	1.00	UVC
Cambio de categoría, nombre o razón social.	5.00	UVC

4. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

Marcación abreviada:	0.25	UVC/MES
Transferencia de llamadas:	0.25	UVC/MES

Línea conmutada directa	0.25	UVC/MES
Llamada en espera	0.25	UVC/MES
Cambio de código	0.25	UVC/MES
Facturación detallada	0.50	UVC/MES
Detección de número llamante	1.00	UVC/SEMANA

5. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Derecho de inscripción:	100	UVC
Pensión básica mensual:	2	UVC/MES
Por cada canal B adicional:	0.50	UVC/MES

ARTICULO SEGUNDO: NORMAS DE APLICACION GENERAL PARA LAS TARIFAS DE TELEFONIA

- Los topes tarifarios se ajustarán semestralmente en sucres tomando como valor del UVC para el semestre el que corresponde a las siguientes fechas: 1 de enero y 1 de julio.
- El abonado pagará, al momento en que se le apruebe la solicitud, el 30% de los derechos de inscripción vigentes a la fecha en que presentó la solicitud de servicio; y el 70% restante al recibir el servicio. Los derechos de inscripción serán reembolsables, en el 50% del valor de los derechos de inscripción vigentes cuando el abonado entregue la línea al operador (EMETEL S.A.) o si, por cualquier causa, el operador retire el servicio, excepto cuando el retiro del servicio sea motivado por uso indebido.
- En caso de que un abonado no pague las facturas correspondientes al servicio, el operador podrá impedir que dicho abonado origine llamadas pero no impedirá que el abonado moroso reciba llamadas. Tres meses de mora dará derecho al operador a dar por terminado el contrato de prestación de servicios (en cuyo caso deberá reconocer al abonado el monto mencionado en el párrafo anterior).
- No se facturará pensión básica al abonado cuya línea haya estado fuera de servicio 10 días o más al mes.
- Los teléfonos públicos, serán considerados, como de categoría D y sus tarifas se ajustarán en múltiplos de 100 sucres, aproximando al valor superior a partir de 30 sucres.
- Se consideran llamadas locales las que tienen lugar dentro de una misma ciudad. En el caso de Quito se considera que el área local incluye las centrales telefónicas de: Calderón, Carapungo, San Antonio de Pichincha, Pomasqui, Calacali, Cumbayá, Tumbaco, Sangolquí y San Rafael; para Guayaquil se incluyen las centrales de Durán, Primavera de Durán, Puntilla, Orquídeas (Pascuales), Lago de Capipeira y Chongón.
- Se define como regiones las que actualmente tiene EMETEL S.A. Llamada de larga distancia regional es la que tiene lugar dentro de una misma región, llamada de larga distancia nacional es la que tiene lugar entre dos regiones, llamada de larga distancia internacional es la que tiene lugar desde el Ecuador hacia otro país o viceversa.

- Serán considerados como categoría B, los servicios telefónicos de unidades habitacionales residenciales unifamiliares o multifamiliares, uso profesional, administración del Estado, dependencias de las Fuerzas Armadas, dependencias de la Policía Nacional, Administración Seccional (Municipios, Consejos Provinciales), instituciones universitarias y educacionales públicas, instituciones religiosas, instituciones privadas sin fines de lucro, instituciones deportivas, pequeños comercios e industrias, talleres artesanales, con un máximo de dos líneas por negocio y otros que a criterio de CONATEL deberán estar en esta categoría.
- Serán considerados como categoría C, los servicios telefónicos de: bancos, industrias, establecimientos de comercio, empresas de transporte, agencias de noticias, centros médicos (boticas, farmacias y droguerías), instituciones universitarias y educacionales privadas, agencias de viajes, medios de comunicación, clínicas y hospitales particulares, estaciones de servicios y gasolineras, hoteles, moteles, pensiones, residenciales, restaurantes, cafés, discotecas, embajadas, consulados, delegaciones, agencias y organismos internacionales y otros que a criterio de CONATEL deberán estar en esta categoría.
- La tarifa establecida para la categoría A (popular y rural) implica un subsidio. Se ubicará en la categoría popular a los abonados residenciales que cumplan una o varias de las condiciones siguientes:
 - Marginal: Abonados que se encuentren ubicados en las áreas urbano-marginales EMETEL S.A. presentará anualmente una propuesta de definición de áreas urbano-marginales y la misma será conocida y resuelta por el CONATEL.
 - Rural: Abonados conectados a centrales o unidades remotas de abonado con capacidad inferior a 1000 líneas, que no se hallen en los centros urbanos de más de 17.000 habitantes.
 - Orientales: Abonados ubicados en la región amazónica.
 - Galápagos: Abonados ubicados en la provincia de Galápagos.
 - Fronterizos: Abonados ubicados en cantones fronterizos del Ecuador.

ARTICULO TERCERO: Disponer a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones que suscriba convenios sobre los objetivos de la calidad del servicio de cada operador en los términos descritos en el Art. 5 de la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones; la Superintendencia de Telecomunicaciones verificará el cumplimiento de esos objetivos.

El presente pliego tarifario entrará en vigencia a partir de publicación en el Registro Oficial.

Dado en Quito, a 31 de octubre de 1996.

f) Ing Carlos Manzur P., Presidente del CONATEL.

f) Dr. Julio Martínez A., Secretario del CONATEL

CONATEL. Es fiel copia del original. f) El Secretario

BIBLIOGRAFIA

1. COMER DOUGLAS, "Redes globales de información con Internet y TCP/IP", *Prentice-Hall*, México, 1996.
2. TANEMBAUM ANDREW, "Redes de ordenadores", *Prentice-Hall*, México, 1991
3. MOTOROLA CODEX, "SNA/SDLC *Operator's Guide*", 1997
4. MOTOROLA CODEX, "V.34 *Series Modem User's Guide*", 1997
5. MOTOROLA CODEX, "2185 *Digital Bridge Operator's Guide*", 1996
6. RAD, "*Data Communications Products*", 1997
7. RAD, "8-Channel Multiprotocol X.25/Frame Relay PAD", 1995
8. MOTOROLA CODEX, "*Vanguard 100 Operator's Guide*", 1995
9. MOTOROLA CODEX, "*Vanguard 300/305 Operator's Guide*", 1995
10. MOTOROLA CODEX, "*Vanguard 6400 Operator's Guide*", 1998
11. MOTOROLA CODEX, "6520 *MP ROUTING OPERATIONS*", 1996
12. MOTOROLA CODEX, "*NETWORK ACCESS PRODUCTS, Configuration and Administration*", 1998
13. CISCO SYSTEMS, "*Introduction to Cisco Router Configuration*", 1996
14. INTERNATIONAL DATA SCIENCES, "*Sharing Unit*", USA
15. MOTOROLA UDS, "*Multiplexers Operator's Guide*", 1993
16. MOTOROLA CODEX, "*Frame Relay Interface*", 1995
17. RED, "Sistemas Operativos", Madrid, 1996

INTERNET

1. www.ibw.com.ni/alanb/frame-relay/cfr2.htm
2. www.astrocorp.com/univers/ordert1.shtml