

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**DISEÑO DE UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES (X.25)
DE VOZ Y DATOS PARA EL BANCO DE LA PRODUCCION**

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

PABLO GERARDO DEL SALTO PEREIRA

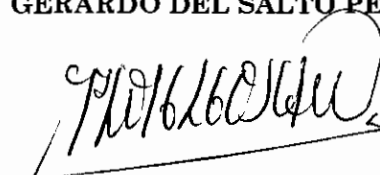
QUITO, DICIEMBRE DE 1995

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que colaboraron en la realización de este trabajo y a aquellas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de mi vida estudiantil. A toda la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Un reconocimiento especial al Sr. Ing. Pablo Hidalgo, por su acertada dirección en el presente trabajo.

**CERTIFICO QUE LA PRESENTE TESIS
HA SIDO ELABORADA EN SU
TOTALIDAD POR EL SEÑOR PABLO
GERARDO DEL SALTO PEREIRA.**



ING. PABLO HIDALGO

INTRODUCCION

El desarrollo de las telecomunicaciones es cada día más acelerado, de tal forma que los sistemas de comunicaciones suelen con frecuencia perder actualidad en menos de diez años. Debido a que el mundo de hoy es altamente competitivo, cualquier institución que no renueve su infraestructura de comunicaciones se verá en seria desventaja frente a aquellas que si lo hagan.

En nuestro medio es muy común observar que las instituciones, tanto públicas como privadas, con el fin de mejorar su servicio de atención al público y por lo tanto asegurar una debida rentabilidad a sus negocios, suelen realizar altas inversiones principalmente en el software que deben utilizar sus sistemas aplicativos descuidando o minimizando las inversiones para el hardware de comunicaciones. Esta situación es similar a adquirir un auto muy veloz (software) y conducirlo sobre un camino vecinal (infraestructura de comunicaciones obsoleta). Mientras mejores sean los sistemas de comunicación de datos, estos podrán fluir con mayor velocidad.

El presente trabajo de tesis expone el diseño de una red de comunicaciones altamente confiable para el transporte de información de voz y datos, para una de las instituciones de mayor trascendencia en el sector bancario del Ecuador: el Banco de la Producción. En el diseño se utiliza uno de los protocolos de comunicaciones de mayor importancia en la actualidad: el protocolo de conmutación de paquetes (X.25), debido a la confiabilidad que ofrece a la información transportada por medios de comunicaciones de mediana y baja calidad, tales como los presentes en nuestro medio.

La investigación parte de un estudio teórico de la tecnología X.25 y las facilidades que presenta para la integración del tráfico de voz y datos, para posteriormente enfocarlo a las necesidades reales del Banco. Este estudio preliminar permitirá tomar en cuenta muchos factores decisivos para la implementación de la red.

Luego se realiza un estudio de los requerimientos del Banco, en cuanto a conectividad y del cambio de sistemas aplicativos que justifiquen la renovación de la infraestructura de telecomunicaciones, para soportar tales necesidades. Este estudio incluye la evaluación del tráfico de datos actual y su proyección a las necesidades futuras que crearán las nuevas aplicaciones, con el fin de dimensionar adecuadamente las características de los equipos de comunicaciones necesarios.

Debido a que el Banco tiene cobertura nacional, y en cada punto de nuestro país existen condiciones diferentes en cuanto a infraestructura de comunicaciones, se realiza un estudio caso por caso, para determinar la mejor solución de conectividad para las Agencias y Sucursales del Banco. Se plantean de forma general varias alternativas y se aconseja la topología de red más adecuada, de acuerdo a los análisis realizados. De este hecho surge una configuración de la red muy interesante y totalmente real en términos de factibilidad y disponibilidad de recursos y tecnología en el Ecuador, aplicable no solamente al Banco de la Producción sino a todas aquellas instituciones con características similares.

El diseño de la red propuesta para el Banco de la Producción se basa en la existencia real a esta fecha, de los recursos de telecomunicaciones en el Ecuador, más que a un diseño puramente teórico que no sería factible de implementar. Con este objetivo, se ha realizado un estudio exhaustivo de las posibles alternativas, tales como enlaces de líneas dedicadas, conmutadas, sistemas de radio multipunto y satélite.

Posteriormente, se realiza un análisis económico de la rentabilidad del proyecto, con el objeto de evaluar los ingresos, que por una nueva infraestructura, el Banco de la Producción percibiría. Esto permite justificar la inversión en equipos y servicios de telecomunicaciones requerida.

Finalmente se realiza un estudio de las "tecnologías de punta" (*Fast Packet, Frame Relay y Asynchronous Transfer Mode*), que podrían ser implementadas como una proyección de migración de la red propuesta hacia una red LAN(*Local Area Network*)/WAN(*Wide Area Network*) para multimedia (*voz, datos y video*) en un futuro.

Uno de los principales objetivos de esta investigación, además de presentar una solución real de conectividad para el Banco de la Producción, es proveer un documento lo más completo en la medida de lo posible, sobre tecnologías de comunicaciones factibles de implementar en el Ecuador (y sus proyecciones), que pueda servir de guía para aquellos diseñadores de redes de telemática y estudiantes de telecomunicaciones de la Facultad, por lo que se espera sea de utilidad para estos fines.

INDICE

1	CARACTERISTICAS Y MODOS DE OPERACION DE UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES X.25	
1.1	COMPONENTES DE UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES X.25 Y RECOMENDACIONES DEL CCITT ASOCIADAS A ELLOS	1
1.1.1	Concepto de una Red Pública de Datos (PDN)	2
1.1.2	Componentes de una Red de Paquetes X.25	5
1.1.3	Las Recomendaciones del CCITT para una Red de Conmutación de Paquetes	12
1.1.4	La Recomendación X.25 dentro del Modelo OSI	19
1.1.5	Manejo de Conexiones Virtuales dentro de una Red X.25	22
1.2	ALGORITMOS DE ENRUTAMIENTO PARA REDES X.25	24
1.2.1	Algoritmos No Adaptivos o Estáticos	25
1.2.2	Algoritmos Adaptivos o Dinámicos	28
1.3	PROCEDIMIENTO DE TRANSFERENCIA DE DATOS EN PADs (PACKET ASSEMBLER/DISASSEMBLER) Y NODOS X.25	31
1.3.1	Características y Recomendaciones del CCITT involucradas en el Nivel 1 de X.25	32
1.3.2	Características del Protocolo X.25 de Nivel 2	36
1.3.3	Procedimiento Balanceado de Acceso al Enlace (LAPB)	37
1.3.4	Funciones del Nivel 2 de X.25	38
1.3.5	Estructura de las Tramas X.25	40
1.3.6	Tipos de Tramas X.25	45
1.3.7	Procedimiento de Transferencia de Datos en Tramas X.25	48
1.3.8	Control de Flujo en el Nivel 2 de X.25	52
1.3.9	Manejo de Condiciones de Error en el Nivel 2 de X.25	53
1.3.10	Características del Protocolo X.25 de Nivel 3	55
1.3.11	Asignación de Canales Lógicos y Manejo de Circuitos Virtuales	57
1.3.12	Formato y Tipos de Paquetes X.25	58
1.3.13	Modos de Direccionamiento en Redes X.25 Públicas y Privadas	61

1.3.14	Procedimiento de Transferencia de Paquetes X.25	66
1.3.15	Recuperación de Errores mediante Contadores	74
1.4	FACILIDADES QUE OFRECEN LOS PADs Y NODOS X.25	75
1.4.1	Facilidades Ofrecidas de acuerdo a las Recomendaciones X.1 y X.2 del CCITT	75
1.4.2	Facilidades Esenciales según el CCITT	77
1.4.3	Facilidades Adicionales de acuerdo al CCITT	81
1.4.4	Facilidades de Usuarios de Circuitos Virtuales Permanentes	83
1.4.5	Parámetros de Suscripción dentro de una Red de Conmutación de Paquetes	84
1.4.6	Ventajas y Desventajas de una Red de Conmutación de Paquetes	85
1.5	APLICACIONES	90
1.5.1	Soporte de Protocolos Poleables en Multipunto X.25	90
1.5.2	Soporte de Ambientes SNA/SDLC	93
1.5.3	Soporte de Protocolos Asincrónicos	93
1.5.4	Soporte de Multiplexación Estadística	95
2	CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DE LA DIGITALIZACION DE VOZ DENTRO DE UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES	
2.1	CONECTIVIDAD QUE PRESENTA UNA RED PUBLICA TELEFONICA CONMUTADA PARA LA TRANSMISION DE VOZ	96
2.1.1	Estructura de la Red Local	96
2.1.2	Estructura de la Red Interurbana	97
2.1.3	Tipos de Enlaces Troncales	98
2.1.4	Señalización A y B de Vías Rápidas en Tramas T1 para el Tráfico de Voz	100
2.1.5	Señales de Supervisión	101
2.1.6	Señalización de Direccionamiento	108
2.1.7	Señalización de Información y Protocolos de Inicio de Llamada	110
2.2	VENTAJAS DE LA DIGITALIZACION DENTRO DE UNA RED DE TRANSMISION DE DATOS	112

2.2.1	Conversión de Señal Analógica a Digital y Modulación PCM	112
2.2.2	Características de Rendimiento en la Digitalización de Voz	114
2.3	ESQUEMAS DE COMPRESION DE DATOS PARA LA VOZ DIGITALIZADA	118
2.3.1	PCM "Compandida" (<i>Companded PCM</i>)	120
2.3.2	La Modulación DPCM (<i>Differential Pulse Code Modulation</i>) y ADPCM (<i>Adaptive Differential Pulse Code Modulation</i>).	121
2.3.3	Modulación DPCM por Predicción Adaptiva (<i>Adaptive-Predictive DPCM</i>)	121
2.3.4	La Modulación Delta (<i>Delta Modulation</i>)	122
2.3.5	La Modulación CVDS (<i>Continuously Variable Slope Delta Modulation</i>)	123
2.3.6	Codificación de "Sub-banda" (SBC: <i>Sub-Band Coding</i>)	124
2.3.7	Técnicas de Análisis Síntesis	124
2.4	MULTIPLEXACION DE VOZ Y DATOS	125
2.4.1	Características y Diferencias entre los Tráficos de Voz y Datos	125
2.4.2	Multiplexores de Voz y Datos	126
2.4.3	Aplicaciones de Voz Digitalizada al Interior de una Red de Voz/datos	129
2.5	PAQUETIZACION X.25 DE LA VOZ DIGITALIZADA	135
2.5.1	Características Generales de los "Paquetizadores " de Voz	135
2.5.2	Estructura del Paquete de Voz	136
2.5.3	Consideraciones Prácticas para la Transmisión de Voz "Paquetizada" dentro de una red de Conmutación de Paquetes.	138
2.5.4	Aplicaciones de los "Paquetizadores" de Voz	140
2.5.5	Integración de Tecnologías X.25 y TDM para la Transmisión Simultánea de Voz y Datos	140
2.5.6	Integración de Redes de Area Local en Redes X.25 de Voz y Datos	141
3	CALCULO DE UNA RED DE DATOS X.25 PARA EL BANCO DE LA PRODUCCION	
3.1	ESTADO ACTUAL DE LA RED DEL BANCO	143
3.1.1	Distribución Física de Agencias y Sucursales	143

3.1.2	Asignación de Puertos en el <i>Host</i> para Enlaces (<i>links</i>) a Servicios de la Matriz, Sucursales y Agencias	145
3.1.3	Distribución de Cajeros Automáticos (ATMs) para la Matriz, las Sucursales y Agencias	146
3.1.4	Topología de las Sucursales y Agencias	147
3.2	REQUERIMIENTOS DEL BANCO	156
3.2.1	Enlaces Analógicos Existentes	157
3.2.2	Análisis de la Calidad de los Enlaces Analógicos Existentes	158
3.2.3	Elección del Tipo de Tecnología a Utilizar para la Optimización de la Red del Banco de la Producción	160
3.3	ANALISIS DEL TRAFICO PARA EL DISEÑO DE LA RED X.25	162
3.3.1	Cálculo del Tráfico ISO-Asincrónico de Agencias y Sucursales	162
3.3.2	Cálculo del Tráfico X.25 de Agencias y Sucursales	168
3.4	IDENTIFICACION DE PADs Y NODOS X.25 EN BASE AL TRAFICO DE DATOS INVOLUCRADO	170
3.4.1	Asignación de los Nodos X.25 de la Red de Datos	171
3.4.2	Asignación de los PADs X.25 de la Red de Datos	172
3.4.3	Simbología y Diagramación de la Red X.25	172
3.4.4	Numeración de Enlaces Sincrónicos X.25	173
3.4.5	Asignación de Zonas y Direcciones X.25 para Nodos y PADs X.25	175
3.4.6	Determinación del Número de Canales Lógicos Necesarios en PADs y Nodos X.25	179
3.5	REQUERIMIENTOS DEL BACKBONE Y DESCRIPCION DE SUS COMPONENTES	179
3.5.1	Requerimientos de los Nodos y PADs de la Red	179
3.5.2	Requerimientos de los Modems de la Red	181
3.5.3	Requerimientos del Equipo Controlador de la Red	185

4 IMPLEMENTACION DE MULTIPUNTOS X.25 Y ENLACES DE VOZ/DATOS X.25

4.1	IMPLEMENTACION DE ENLACES MULTIPUNTO PARA AGENCIAS TIPO	187
4.1.1	Sistemas Punto a Punto y Multipunto	187
4.1.2	Procedimiento de "Poleo" y Selección	189
4.1.3	Análisis Previo a la Elección del Medio de Transmisión y la Tecnología a Utilizar para los Enlaces Multipunto	192
4.1.4	Implementación de Enlaces de Modems Multipunto	193
4.1.5	Implementación de Enlaces de Radio Multipunto	196
4.1.6	Implementación de Enlaces Satelitales	204
4.2	IMPLEMENTACION DE MULTIPLEXACION DE VOZ Y DATOS PARA SUCURSALES Y AGENCIAS TIPO	213
4.2.1	Multiplexación TDM de Voz y Datos X.25 hacia Sucursales y Agencias Tipo	214
4.2.2	Paquetización de la Voz Mediante Paquetizadores X.25 y Transmisión Simultánea de Voz y Datos con el Formato X.25	215
4.3	ESTRUCTURA GLOBAL DE LA RED	222
4.4	ANALISIS DE COSTOS DE LA RED DE TRANSMISION DE PAQUETES A IMPLEMENTAR	230
4.4.1	Costos de los Equipos de la Red	230
4.4.2	Costos de los Enlaces entre Sucursales y Agencias	233
4.4.3	Costos de Instalación y Mantenimiento de la Red	240
4.4.4	Costos de Software	241
4.4.5	Costos Totales por Invertir	241
4.4.6	Costos Anuales de Operación y Mantenimiento de la Red	242
4.4.7	Beneficios de la Nueva Red de Comunicaciones	242
4.4.8	Cálculo de la Relación Beneficio/Costo para la Red X.25	248

5 X.25 COMO PARTE INTEGRAL DE TECNOLOGIAS FUTURAS: *FAST PACKET Y FRAME RELAY*

5.1	EL BACKBONE T1	251
5.1.1	Evolución de las Redes Analógicas hacia Redes Digitales	251
5.1.2	La Unidad de Servicio de Datos y de Canal (DSU/CSU)	253
5.1.3	Los Servicios T1/E1	254
5.1.4	Formato de las Tramas T1/E1	256
5.1.5	El Servicio T1/E1 Fraccional	260
5.2	LA TECNOLOGIA FAST PACKET	262
5.2.1	Definición	262
5.2.2	Beneficios de la Tecnología <i>Fast Packet</i>	262
5.2.3	Formato de los Paquetes de Alta Velocidad	265
5.2.4	Modo de Operación de una Red <i>Fast Packet</i>	266
5.2.5	Manejo del Tráfico de Voz en las Redes <i>Fast Packet</i>	268
5.2.6	La Tecnología <i>Fast Packet</i> frente a la Tecnología X.25	269
5.3	LA TECNOLOGIA FRAME RELAY	271
5.3.1	Definición	272
5.3.2	Beneficios de la Tecnología <i>Frame Relay</i>	273
5.3.3	Limitaciones de la Tecnología <i>Frame Relay</i>	277
5.3.4	<i>Frame Relay</i> y el Modelo OSI	277
5.3.5	El Protocolo de Núcleo de Enlace de Datos (<i>Data Link Core</i>)	278
5.3.6	Modo de Operación de una Red <i>Frame Relay</i>	281
5.3.7	Manejo de Condiciones de Congestión en una Red <i>Frame Relay</i>	283
5.3.8	La Tecnología <i>Frame Relay</i> frente a la Tecnología X.25	287
5.4	APLICACIONES DE VOZ, VIDEO Y DATOS SOBRE UNA MISMA RED DE ALTA VELOCIDAD	289
5.4.1	La Red Digital de Servicios Integrados	289
5.4.2	Componentes de una Red ISDN	290
5.4.3	Interfaz de Acceso a una Red ISDN	292
5.4.4	Modo de Operación de una Red ISDN	292
5.4.5	Protocolos Asociados al Canal D de una Red ISDN	294
5.4.6	Redes ISDN de Banda Ancha (<i>Cell Relay</i>)	297
5.4.7	La Tecnología ATM y el Modelo de Referencia B-ISDN	298

6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

ANEXOS

- Anexo 1 Alfabeto Internacional # 5**
- Anexo 2 Parámetros X.3**
- Anexo 3 Recomendaciones Relacionadas con X.25**
- Anexo 4 Descripción Física y Señales del Interfaz V.35**
- Anexo 5 Códigos X.25 de Causa y Diagnósticos**
- Anexo 6 Recursos o Facilidades Opcionales Definidas por el CCITT para X.25**
- Anexo 7 Formatos de Paquetes X.25**
- Anexo 8 Descripción del Protocolo *ISO-Asynchronous***
- Anexo 9 Descripción del Protocolo SDLC**
- Anexo 10 Registros Oficiales Relacionados con la Tarificación de Servicios de Telecomunicaciones**
- Anexo 11 Disposición Geográfica de las Centrales Telefónicas del EMETEL**

BIBLIOGRAFIA

1.1 COMPONENTES DE UNA RED DE PAQUETES X.25 Y RECOMENDACIONES DEL CCITT ASOCIADAS A ELLOS

Desde las dos últimas décadas, las tecnologías de las telecomunicaciones y la computación se han vuelto convergentes. La industria de procesamiento de datos ha evolucionado desde el procesamiento tipo *batch*¹ hasta el procesamiento transaccional, mientras que la necesidad de servicios de comunicación ha ido en aumento debido al creciente número de sistemas de computación instalados. En parte, estos servicios de comunicación son provistos por las redes telefónicas públicas, que debido a su implementación en todo país, permiten que cualquier usuario se conecte con otro usuario de su misma localidad o de cualquier parte del mundo.

El problema radica en que las redes telefónicas, especialmente en cuanto al interfaz entregado al usuario, están diseñadas para transportar voz y no señales digitales de alta velocidad (datos) producidos por los sistemas de computación. La conmutación de paquetes provee una solución a este problema; a pesar de ser una tecnología radicalmente diferente a los métodos convencionales de enrutamiento de información, puede ser implementada sobre las redes de telecomunicaciones existentes.

La conmutación de paquetes permite la transferencia de datos entre dispositivos de comunicación a través de una red de datos compartida, en lugar de una única conexión física mediante líneas telefónicas, de tal forma de posibilitar al usuario un mejor acceso a los sistemas computacionales.

Pensemos ahora que cada organización perteneciente a cualquier sector tal como bancaria, industrial, científica, etc., decide implementar su propia red de datos con dispositivos provenientes de varios fabricantes, cada uno de los cuales tiene su propio sistema de manejo de información, tipo de interfaz hacia los equipos de computación, etc. Llegará un punto en el que la interconexión con organismos afines sea una necesidad imperativa, y si cada red maneja sus propias normas, se podría producir una verdadera "torre de Babel" al momento de querer implementar tal integración.

¹ Procesamiento en el cual la información es recolectada en grupos antes de su procesamiento. Elias M. Awad, "Introducción de los computadores en los negocios", Madrid-España, 1979, Capítulo 6. Pg. 134.

Es aquí donde nace la necesidad de una organización internacional que se encargue de emitir recomendaciones tendientes a lograr una compatibilidad dentro o entre cualquier red que contenga dispositivos perteneciente a cualquier fabricante. Tal administración es provista por una agencia de las Naciones Unidas llamada Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Dentro de la ITU, el organismo responsable de las comunicaciones telefónicas y de datos es el denominado CCITT² (Comité Consultivo de Telegrafía y Telefonía Internacional). Este comité está formado por 160 miembros representantes de varios países, incluyendo miembros de comisiones tales como la FCC (*Federal Communication Commission*) y representantes de las administraciones de telefonía y telegrafía de cada país (PTTs).

El CCITT está más interesado en establecer los estándares que faciliten al usuario acceder a las redes y la forma en la que éstas interactúan. El interés, en el presente trabajo, se sitúa en las interacciones entre usuarios, antes que en las interacciones entre redes X.25, lo cual está a cargo de las administraciones de cada red.

1.1.1 Concepto de una Red Pública de Datos (PDN)

Una Red Pública de Datos (*PDN: Public Data Network*) es un servicio de comunicaciones provisto a usuarios de computadoras, quienes pagan por este servicio para transportar datos desde un sistema computacional hasta otro.

En el sentido ideal, una PDN debería haber sido diseñada exclusivamente para soportar señales digitales. En la práctica, las redes públicas de datos se han desarrollado en varios países en base a las redes telefónicas ya existentes provistas de organización, experiencia y recursos que posibiliten la implementación de comunicaciones de datos en gran escala.

Ya que el CCITT estuvo involucrado en la estandarización de las Redes Telefónicas Conmutadas Públicas (*PSTN: Public Switched Telephone Network*), ha observado que existe una estrecha analogía entre los estándares que norman una PSTN y aquellos establecidos posteriormente para gobernar una PDN. La compatibilidad entre las distintas redes telefónicas nacionales no fue accidental, ya que los 160 miembros del

² Actualmente las funciones del CCITT han sido asumidas directamente por la ITU, pues el primer organismo ha desaparecido.

CCITT habían adoptado estándares relacionados, especialmente a como un usuario establece una llamada (por ej. procedimientos de *dialing*) y la forma en que las diferentes redes manejarían llamadas originadas desde otras redes.

Debido a que las PSTNs fueron diseñadas para transportar voz y no datos, algunas PTTs nacionales adoptaron cierta forma de PDNs dentro de sus países, con medios de comunicación digitales, surgiendo la necesidad de una estandarización a este respecto por parte del CCITT. Una PDN puede llegar hasta sus usuarios mediante varios tipos de tecnologías de transmisión. Algunas PDNs poseen circuitos de alto rendimiento y enlaces satelitales exclusivos para sus usuarios. Otras PDNs ofrecen alternativas menos costosas mediante una mezcla de circuitos de tipo telefónico y de conmutación de datos. No obstante, el método de mayor difusión para el transporte y enrutamiento de datos es la conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes es una técnica empleada por las PDNs en la cual, los datos transferidos son divididos en bloques de una longitud fija (generalmente 128 bytes). Estos paquetes están revestidos de información de control para manejar su ruta a través de la red y detectar cualquier error que ocurra durante la transmisión. Una PDN que utilice la técnica de conmutación de paquetes es conocida como Red de Conmutación de Paquetes (*PSDN: Packet Switch Data Network*).

Además de las PSDNs existen otras alternativas para la comunicación entre computadoras: por medio de líneas tipo *dial*, líneas dedicadas, etc.. El seleccionar la mejor alternativa radica principalmente en los requerimientos de rendimiento de las aplicaciones del usuario (que cantidad de datos ha de ser transferida y a que velocidad) frente al costo involucrado en su implementación. Algunas de las alternativas más importantes son presentadas a continuación.

a) Líneas *Dial-up*.

También conocidas como líneas telefónicas conmutadas o de discado, presentan el método más simple para conectar dos sistemas de computación ubicados en localidades geográficamente alejadas. Esta conexión es realizada con la ayuda de modems colocados en cada extremo que sirven, entre otras cosas, para la conversión de las señales digitales a una forma analógica que permita su transmisión sobre una red telefónica concebida para transportar señales vocales.

Actualmente existen modems de alta velocidad que permiten suplir las deficiencias que presenta una línea telefónica conmutada normal (susceptibilidad al ruido e interferencia) mediante esquemas de codificación avanzados y ecualización. Es así como de velocidades de 1200 bps y 2400 bps, consideradas como altas hasta hace pocos años, se tienen actualmente velocidades de hasta 28.800 bps (de acuerdo a la norma V.34 de la ITU). De esta forma se tiene que, sin utilizar compresión de datos, se ha llegado casi a la frontera de lo que una línea con un ancho de banda vocal puede alcanzar (30.000 bps para un ancho de banda de 3.000 Hz y una relación de señal a ruido de 30 dB, según la ley de Shannon). Actualmente existen modems que realizando compresión de datos pueden llegar hasta a velocidades de 128 Kbps sobre líneas analógicas no condicionadas.

Sin embargo, frente a la calidad que puede ofrecer una línea dedicada, las líneas tipo *dial* presentan un rendimiento algo bajo.

b) Líneas dedicadas.

También conocidas como líneas privadas o arrendadas (*leased lines*). Son capaces de cumplir con requerimientos de muy alto rendimiento, siendo el único limitante la capacidad del modem involucrado en la conexión. Este alto rendimiento es posible, debido a que la red telefónica tiene asignado un camino fijo entre los dos puntos de la conexión, de tal forma de poder someter este camino a cierto tipo de acondicionamientos para proveer un servicio rápido y libre de error; esto no sería económico de implementar en una red telefónica conmutada ya que cada conexión puede ser llevada a cabo por distintos caminos de la red en cada sesión de trabajo. Los puntos negativos en este tipo de implementación son el costo y la inflexibilidad: el usuario paga por el acondicionamiento de sus líneas y está esclavizado a un solo punto de destino.

En este tipo de líneas suele utilizarse ecualizadores para compensar los problemas de respuesta de frecuencia (variación de la amplitud de la señal para distintos tonos de frecuencia) y retardo de envolvente (ciertas frecuencias sufren un retardo mayor que otras) presentes siempre en las líneas analógicas. Adicionalmente se utilizan amplificadores para ajustar el nivel de potencia de la señal.

Los servicios de acondicionamiento de las líneas privadas se dividen en dos tipos: el C y el D. El primer tipo de acondicionamiento se divide en cinco categorías: C1, C2, C3, C4 y C5, siendo C1, C2 y C4 las de mayor utilización (mejoran las características de

amplitud y retardo de la línea). El segundo tipo servicio, el cual se divide en varias categorías, especifica límites en la relación señal a ruido (*SNR: Signal to Noise Ratio*) y las distorsiones de armónicas. Sin embargo no es posible mezclar dos acondicionamientos del mismo tipo, pero sí elegir uno del tipo C en conjunto con uno del D.

c) **Redes de Conmutación de Circuitos.**

Las redes de conmutación de circuitos totalmente digitales tienen un rendimiento similar al de las líneas dedicadas (con velocidades de 48.000 bps o más) y ofrecen un alto grado de flexibilidad, ya que los circuitos de datos son conmutados entre los computadores de forma semejante a como se conmutan las llamadas de los usuarios de las redes telefónicas conmutadas.

Existen algunas PDNs que utilizan la técnica de conmutación de circuitos, pero presentan ciertas desventajas comparadas con las PSDNs: son costosas para ciertos tipos de transferencia de datos y su disponibilidad es limitada. Desde el punto de vista operacional, el rendimiento de la conmutación de circuitos es impresionante, especialmente cuando se considera los tiempos muy rápidos de conexión que presenta tal tecnología; no obstante, una red de conmutación de circuitos no ofrece los mismos beneficios al usuario como lo hace una PSDN, como se verá más adelante.

1.1.2 Componentes de una Red de Paquetes X.25

La conmutación de paquetes es una tecnología de red de datos en la cual los datos de un usuario son segmentados en unidades pequeñas (paquetes) y transmitidos desde un origen hasta un destino por medio de canales de comunicación compartidos tal como lo indica la figura 1-1.

Un sistema de conmutación de paquetes, tiene como columna vertebral de la red (*backbone*) un conjunto de nodos o conmutadores de paquetes (*packet switches*) interconectados entre sí. Cada nodo maneja el tráfico de los dispositivos conectados a él, así como el tráfico proveniente de los otros nodos de la red. Los usuarios que acceden a la red por medio de terminales se conectan al conmutador de paquetes mediante líneas públicas privadas o *dial-up*, mientras que los computadores generalmente lo hacen por medio de líneas dedicadas.

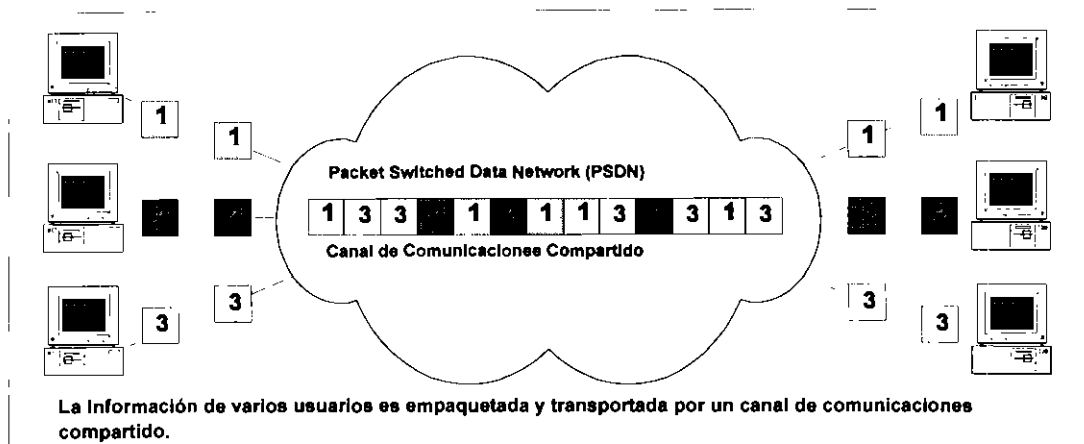


Figura 1-1. Representación de una Red de Conmutación de Paquetes.

En general, una red de conmutación de paquetes consta de 5 tipos de componentes:

- Componentes de Acceso Local (*LAC: Local Access Components*).
- Ensambladores y desensambladores de paquetes (*PAD: Packet Assembler/Disassemblers*).
- Nodos de conmutación de paquetes (*PN: Packet Switching Nodes*).
- Enlaces de red (*NL: Network Links*).
- Sistema de administración de red (*NMS: Network Management System*).

La figura 1-2 muestra un diagrama esquemático de una PSDN (*Packet Switched Data Network*) o simplemente PSN (*Packet Switched Network*).

a) Componentes de Acceso Local (*LAC*).

Para transmitir datos a través de una PSDN, los datos deben ser llevados desde el extremo de usuario a un PAD o a un nodo de conmutación que posea funciones de PAD incluidas. Existen tres componentes de acceso local para cumplir este propósito:

- Terminales de dato de usuario final.
- Línea de de acceso local.
- Dispositivo de transmisión de usuario final (modem).

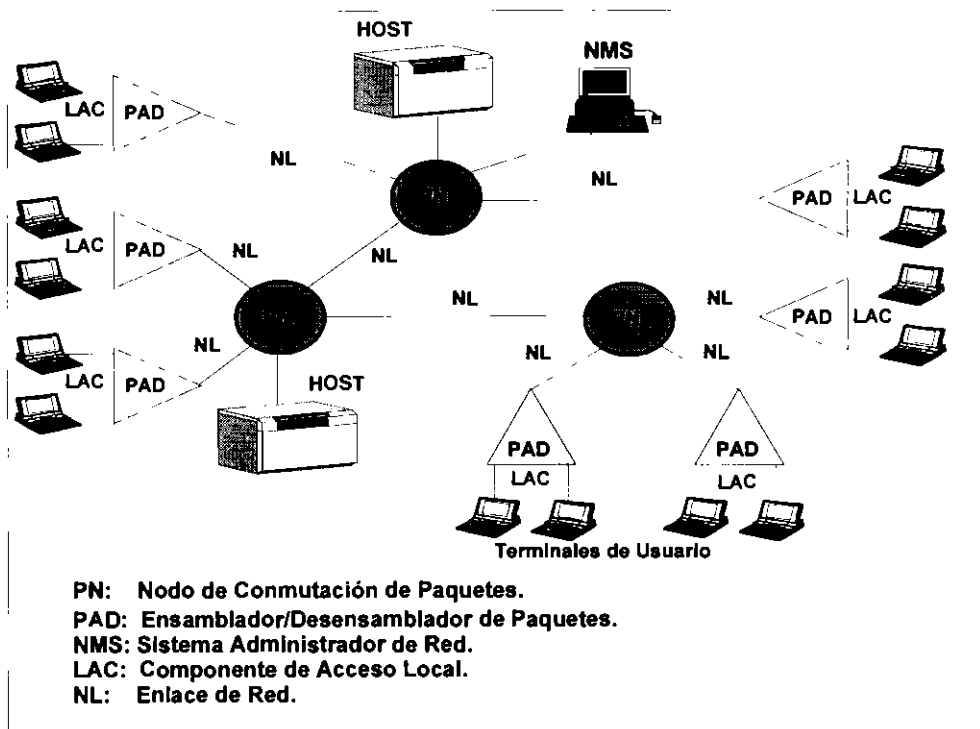


Figura 1-2. Componentes de una Red de Conmutación de Paquetes.

Los tres tipos de líneas de acceso local utilizadas en la conmutación de paquetes son:

- Líneas analógicas conmutadas (por ej. *dial-up*)
- Canales analógicos arrendados (por ej. líneas privadas).
- Canales digitales arrendados (por ej. circuitos DDS³).

Dependiendo de la línea de acceso local elegida y de la velocidad deseada, se utilizará una de las tecnologías de transmisión para alcanzar la red (por ej. modems para líneas analógicas y *DSU/CSUs: Digital Service Units/Channel Service Units* para líneas digitales).

b) Ensambladores/desensambladores de paquetes (PADs).

Los terminales de usuario y los computadores (*HOSTs*) generalmente transmiten su información en forma de caracteres individuales (por ej. asincrónicamente) o en una corriente de caracteres desprovista de información de direccionamiento (*addressing*) y de

³ DDS: Dataphone Digital Service, servicio digital ofrecido por AT&T especialmente en Estados Unidos para transmisión de datos a una velocidad fija.

control. Sin embargo, independientemente del tipo de **DTE** (*Data Terminal Equipment*) utilizado, la salida debe ser estandarizada antes de ser llevada a un nodo de conmutación de paquetes, ya que las redes de paquetes manejan únicamente bloques de datos (transmisión sincrónica). Por esto, es necesaria la utilización de algún dispositivo que permita la conversión de grupos de caracteres a bloques.

La función principal de un PAD es asegurar la compatibilidad entre varios dispositivos de usuario (*host* y terminales) y la red de conmutación de paquetes. El PAD realiza la conversión necesaria (de caracteres a bloques) mediante la acumulación de datos en un buffer de memoria, típicamente de 128 octetos⁴. Adicionalmente, este grupo de datos es revestido de información de control, conformándose el llamado "paquete de datos".

Los datos "empaquetados" son llevados a un nodo de conmutación de paquetes para su enrutamiento hacia su destino final, donde otro PAD puede realizar el "desempaquetamiento" de los datos antes de ser enviados hacia el *host* o terminal de destino.

Otras de las funciones realizadas por un PAD pueden ser:

- Concentración física de líneas.
- Funciones de establecimiento y liberación de llamadas.
- Conversión de código.
- Emulación de protocolo.
- Funciones de conmutación local.
- Funciones de tarificación de llamadas (*billing*).

Los PADs están diseñados para soportar un *throughput* (transferencia de información bidireccional) menor que los nodos de conmutación, esto es, de 10 a 100 paquetes por segundo. Como ya se mencionó, en algunas ocasiones, el nodo X.25 incorpora las funciones de PAD y similarmente, el PAD puede realizar la conmutación de los datos empaquetados. Ciertos computadores pueden incluir en su circuitería el hardware y software necesario para transformar sus datos internamente al formato X.25, por lo que pueden acceder a un nodo sin necesidad de un PAD.

⁴ Octeto es un byte compuesto por ocho bits.

c) Nodos de conmutación de paquetes (PN).

El corazón de una red de conmutación de paquetes es el nodo de conmutación de paquetes o nodo X.25 (por la recomendación del CCITT que lo normaliza). Su función principal es asegurar que cada paquete sea enrutado hacia su correcto destino. Otras de sus funciones incluyen:

- Tarificación de llamadas.
- Diagnósticos internos de la red.
- Soporte de acceso directo de computadores *host*.
- Conexiones tipo *gateway*⁵ para *internetworking* (enlace entre redes X.25).

Frecuentemente, para efectos de confiabilidad, se suelen implementar estructuras redundantes para duplicar componentes que pueden llegar a ser críticos dentro de la red. Los nodos X.25 son dispositivos de un muy alto *throughput* (entre 30 a 3.000 paquetes por segundo).

La mayoría de los conmutadores de paquetes suelen venir en presentaciones modulares, lo cual permite (de ser necesaria) una reconfiguración de la red. Los nodos X.25 con tal presentación, permiten hacer actualizaciones en el número de puertos disponibles, usualmente en incrementos de 4, 8 ó 16 puertos. Cada módulo en un nodo X.25 provee una función específica; por ejemplo, se tiene una o dos tarjetas inteligentes (con microprocesadores y periféricos asociados) y una o varias tarjetas no inteligentes (que contienen otros componentes electrónicos) que realizan funciones dedicadas de interfaz.

Los niveles jerárquicos dentro de un conmutador de paquetes son: el módulo, el chasis y el *rack*. Un *rack* de comunicaciones puede contener un determinado número de chasis de varios fabricantes. Un chasis (*minirack*) puede contener varios módulos (tarjetas) en un encapsulado estándar.

Un diseño modular permite el crecimiento de la red mediante la adición de memoria, unidades de procesamiento central (*CPUs*), dispositivos periféricos o módulos

⁵ Conexiones entre redes que manejan diferentes protocolos, en las cuales se realiza conversión de protocolos. Motorola University Press, "The Basics Book of Information Networking", Massachusetts, 1992, Capítulo 10, pg. 122.

de tarjetas de puertos (tarjetas de expansión). La duplicación de CPUs (dos tarjetas inteligentes) permite entre otras cosas incrementar la capacidad del nodo (*throughput*).

d) Enlaces de red (NL).

La red de conmutación de paquetes opera sobre un *backbone* de nodos X.25, los cuales están conectados entre sí mediante enlaces de alta velocidad denominados enlaces de red. Para tales enlaces es posible utilizar tecnologías tales como:

- Líneas analógicos.
- Líneas digitales.
- Sistemas de microonda.
- Sistemas satelitales.

En la actualidad, las tecnologías de enlace de red más comunes son las siguientes:

- *Digital Dataphone Service (DDS)*, y otros servicios similares ofrecidos por las PTTs.
- Líneas privadas analógicas punto a punto.

La velocidad de los enlaces de red puede oscilar desde 9.6 Kbps hasta 56/64 Kbps. En la figura 1-1 pudo apreciarse que únicamente los datos empaquetados son transportados a través de estos enlaces de red, frecuentemente estos enlaces son conocidos como el nivel de *backbone* o el *backbone* de la red de paquetes. Los PADs y sus accesos locales son identificados como el nivel de acceso o red de acceso.

La diferencia de arquitectura entre los datos de acceso (variedad de velocidades, códigos y protocolos) y los datos del *backbone* (protocolo y formato comunes con información de enrutamiento) es de mucha importancia en el diseño y operación de una PSDN.

e) Sistema de administración de red (NMS).

El sistema de administración y el control de la red es de extrema importancia en todo tipo de redes, y más aún en redes de conmutación de paquetes ya que permite el

monitoreo y control de toda la red (incluyendo modems, multiplexores, PADs, nodos X.25, etc.). Este sistema, compuesto de hardware y software, permite a un operador autorizado configurar parámetros de operación, monitorear el rendimiento de la red, realizar estadísticas, obtener diagnósticos y actualizar tablas de enrutamiento local o remotamente a cualquier punto de la red.

La función más crítica de un sistema administrador de red es el almacenar y mantener una base de datos de la red, lo cual es de especial importancia cuando existe una desconfiguración de algún punto de la red o se desea hacer actualizaciones en el hardware de uno o varios puntos de la red (por ej. incluir tarjetas de expansión en determinados nodos y PADs). No existe necesidad de coordinar una acción en cada punto con la presencia de personal calificado, mas que para la instalación del hardware adicional, ya que desde una localidad central se puede descargar hacia todos los nodos la nueva configuración de la red.

Otras funciones de un NMS incluyen:

- Revisión de accesos autorizados/asistencia en el proceso de establecimiento de llamadas.
- Recepción de alarmas provenientes de componentes de la red con problemas.
- Recolección de estadísticas de operación de los nodos de la red.
- Recolección y almacenamiento de datos de tarificación de llamadas.
- Realización de pruebas de diagnóstico de la red.
- Realización de acciones para corregir problemas en localidades remotas de la red.

El NMS permite que un operador, desde una estación de trabajo realice una amplia gama de funciones tales como:

- Configuración de interfaces de red para usuarios finales.
- Carga del software de inicialización o configuración hacia todos los dispositivos de la red.
- Recepción de reportes (alarmas) desde la red de paquetes.
- Recepción de resultados de diagnósticos.

1.1.3 Las Recomendaciones del CCITT para una Red de Conmutación de Paquetes⁶

En los primeros días de la conmutación de paquetes, las redes públicas de datos establecían sus propios protocolos de acceso a la red (un protocolo es un conjunto de reglas y procedimientos que coordinan el flujo de información entre recursos de comunicación de dos usuarios). Para evitar el peligro potencial de caos debido a incompatibilidades entre los computadores *host* o terminales de operadores y las redes de datos, el CCITT emitió en 1976 las "Recomendaciones X", las cuales ofrecieron un protocolo de acceso de red estándar. La recomendación X.25 (y sus recomendaciones relacionadas: X.3, X.28, X.29, X.32, X.75, X.96, y X.121) forma la base de lo que es actualmente la conmutación de paquetes.

La recomendación X.25 emitida por el CCITT lleva como título: "Interfaz entre el Equipo Terminal de Datos (DTE) y el Equipo de Terminación de Circuito de Datos (DCE) para Terminales Operando en Modo de Paquete y Conectado a una Red Pública de Datos por medio de un Circuito Dedicado". El equipo terminal de datos (DTE), el cual es un usuario del sistema, puede dividirse en dos categorías: DTE operando en modo de paquete y DTE operando en modo *start-stop*. El primer tipo debe poseer el software y hardware necesarios para poder enviar y recibir información en forma de paquetes, es a este tipo de DTE al cual hace alusión la recomendación X.25; el segundo, agrupa a todo dispositivo asincrónico (usualmente un terminal) que envía y recibe información en forma de caracteres y suele ser notado como **DTE-C**.

De acuerdo a la definición del interfaz DTE/DCE, el puerto dentro de la red es referido como Equipo de Terminación de circuito de Datos (DCE). El DCE puede ser un modem, un pedazo de cable o un procesador de la red. No es necesario considerar las características físicas del DCE, pero sí es importante entenderlo como una frontera definida entre el usuario y las funciones de la red. Esta frontera es el interfaz DTE/DCE, y entre dos *Host* conectados a la red existirán dos interfaces DTE/DCE.

La figura 1-3 esquematiza las relaciones entre un DTE y un DCE de acuerdo a la norma X.25. Aunque la recomendación X.25 es frecuentemente utilizada en enlaces de red entre los nodos de conmutación de paquetes, no es necesariamente aplicable al

⁶ Hewlett Packard, "X.25: The PSN Connection, An explanation of recommendation X.25", Francia, 1985, Capítulo 8, pgs. 9-22.

protocolo utilizado dentro de la red. Con esto se quiere decir que la norma X.25 especifica únicamente el interfaz entre un equipo terminal de datos en modo de paquete y un nodo de una red de paquetes para acceso a una red pública o privada sobre líneas dedicadas. Generalmente, para obviar el detalle de las especificaciones individuales de una PSN (tales como los recursos de transmisión), se suele representar la red como una nube denominada "nube X.25".

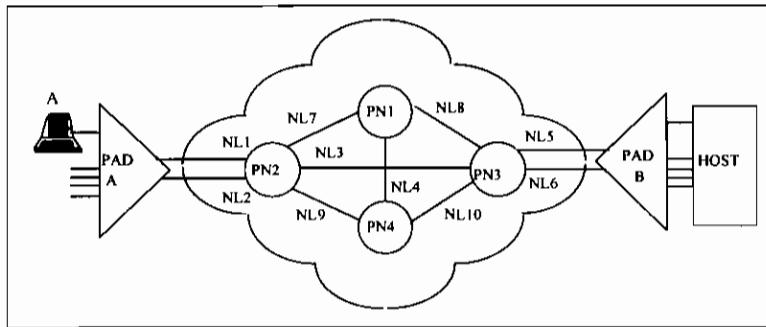


Figura 1-3. Relaciones existentes entre un DTE y un DCE en un ambiente X.25. La nube X.25 ofrece rutas alternativas para los datos del usuario.

Las principales recomendaciones relacionadas con X.25 son:

- X.21 bis: Interfaz físico.
- X.1 y X.2: Opciones de usuario en la PSDN.
- X.3, X.28 y X.29: Opciones del DTE.
- X.75: Enlace entre PSDNs.
- X.121: Direccionamiento al interior de la PSDN.

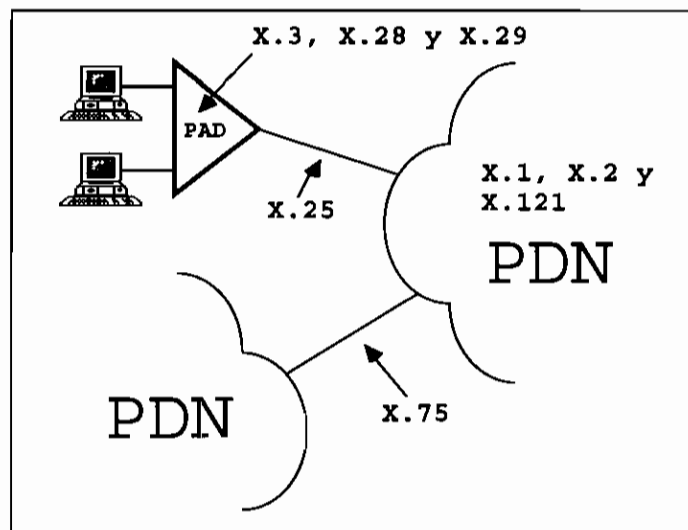


Figura 1-4. Las Recomendaciones "X" para la conmutación de paquetes.

Las recomendaciones X.3, X.28 y X.29 establecen el modo en el cual los usuarios de protocolos asincrónicos pueden lograr conexiones a través de la red X.25. La recomendación X.75 especifica la forma de interactuar entre dos redes de conmutación de paquetes. A continuación se describen estas recomendaciones.

a) La Recomendación X.3.

La función más básica de un PAD es convertir los datos de protocolos asincrónicos en paquetes X.25 para poder transportarlos a través de una PSDN. La recomendación X.3 especifica los parámetros de PAD necesarios para realizar esta conversión. Todos estos parámetros no necesitan ser conocidos por el usuario, ya que pueden ser configurados remotamente desde el *host* o por un nivel de aplicación.

Los parámetros X.3 se listan a continuación:

1. Escape del modo de transferencia de datos: Permite abandonar temporalmente la transferencia de datos para examinar o modificar otros parámetros X.3.
2. Eco: Permite habilitar o deshabilitar el retorno de la señal transmitida por el PAD.
3. Señal de liberación de datos: Permite seleccionar un conjunto de caracteres (CR, ESC, BEL, ENQ, ACK, EOT, ETX, etc.), que al ser recibidos desde el DTE provocarán que el PAD deje de empaquetar los datos y libere tales paquetes.
4. Tiempo de inactividad (*Idle Timer*): Permite seleccionar un intervalo de tiempo entre caracteres recibidos sucesivamente desde el DTE. Al finalizar este tiempo, el PAD termina el empaquetamiento de datos y libera los paquetes a la red.
5. Control de flujo desde el PAD (*Ancillary Device Control*): El PAD indica al DTE si puede o no aceptar información mediante la emisión de caracteres XON/XOFF.

6. Señales de servicio de PAD: Permite al DTE seleccionar si el PAD puede o no transmitir señales de servicio al DTE. Tales señales son: RESET, COM, PAD ID, ERROR, CLR, ENGAGED, FREE, PAR (serán explicados más adelante).
7. Procedimiento de ruptura (*Break*): Define la acción del PAD después de recibir una señal de *break* desde el DTE. Por ejemplo: transmitir un paquete de interrupción, enviar un *Reset*, escape de la transferencia de datos, etc.
8. Descartar salida de datos: Indica al PAD si debe descartar los paquetes recibidos en lugar de desensamblarlos y entregarlos al DTE. Este parámetro trabaja en conjunto con el parámetro anterior.
9. Inserción de caracteres PAD con cada *Carrier Return* (CR): Permite insertar caracteres de PAD después de cada CR para dar tiempo a las impresoras a realizar la acción mecánica del CR.
10. Formato de Líneas (*Line Folding*): Provee la inserción automática de efectos de formato, los cuales determinan la longitud de la línea con caracteres.
11. Velocidad del DTE: Indica al DTE la velocidad de acceso al PAD. Desde 50 hasta 64000 bps.
12. Control de flujo desde el DTE: Permite que el DTE indique al PAD su posibilidad o imposibilidad de recibir más datos mediante los caracteres de XON/XOFF (caracteres DC1 y DC3).
13. Inserción de *linefeed*: Permite la inserción de un *linefeed* por cada *carrier return*.
14. Inserción de caracteres PAD con cada *Linefeed*: Da tiempo a dispositivos tales como una impresora a realizar la acción mecánica de *linefeed*.
15. Edición: Informa al PAD si la edición es realizada durante la transferencia de datos. La edición requiere el reconocimiento de ciertos caracteres dentro del flujo de datos para tomar la acción adecuada. Estos caracteres pueden ser un *backspace*, *delete*, etc.

16. Caracter de borrado: Indica el caracter de borrado escogido de entre el Alfabeto Internacional # 5⁷.
17. Borrado de línea: Indica el caracter de borrado de línea escogido del Alfabeto Internacional # 5.
18. Despliegue de línea: Indica el caracter utilizado para el despliegue de línea, escogido del Alfabeto Internacional # 5.

El conjunto completo de valores de los parámetros X.3 para un DTE dado es conocido como "perfil de PAD" (*PAD profile*). Generalmente, el usuario puede escoger entre un conjunto de *profiles*. En cualquier momento durante una llamada, cualquier parámetro X.3 puede ser leído o modificado (excepto el parámetro 11) mediante comandos de PAD dados por la norma X.28. El anexo 2 lista todas las opciones dentro de cada parámetro indicado, para la recomendación X.3.

b) La Recomendación X.28.

La recomendación X.28 relaciona el DTE asincrónico con el PAD mediante la definición del formato de las instrucciones enviadas por el PAD al usuario (señales de comando de PAD) y de las respuestas del PAD al terminal (señales de servicio de PAD).

Comando	Función	Respuesta
STAT	Pedido de información del estado de una llamada virtual puesta a un DTE remoto.	FREE o ENGAGED
CLR	Para liberar un circuito virtual.	CLR CONF/CLR ERR
PAR?	Lectura de algún parámetro X.3.	Valor del parámetro
SET?	Setear o resetear algún parámetro X.3.	Valor del parámetro
PROF	Para elegir algún PAD profile.	ACK
RESET	Para resetear un circuito virtual.	ACK
INT	Transmisión de interrupción.	ACK
SET	Para setear parámetros de PAD.	ACK
SEÑAL DE SELECCION DE COMANDO PAD	Establecimiento de un circuito virtual con un DTE remoto.	ACK

Tabla 1-1. Señales de Comando de un PAD.

⁷ Ver Anexo 1.

Los comandos X.28 permiten al usuario realizar los siguientes procedimientos:

- Establecimiento de llamada (*Call-setup*).
- Liberación de llamada (*Call clearing*).
- Intercambio de datos.
- Lectura/alteración de comandos X.3.

Las señales de comando y servicios del PAD se muestran en las tablas 1-1 y 1-2.

Formato	Explicación
RESET DTE	El DTE remoto ha reseteado el circuito virtual.
ERR	Reset debido a un error de procedimiento local.
NC	Reset debido a congestión de la red.
COM	Indicación de una llamada conectada.
PAD ID	Identificación del PAD.
ERROR ERR	Señal de comando de PAD errónea.
CLR	Indicación de liberación de la llamada.
ENGAGED	Respuesta al comando de pedido de estado.
FREE	Respuesta al comando de pedido de estado.
PAR + valor	Respuesta a comandos de READ, SET o SET & READ.

Tabla 1-2. Señales de Servicio de un PAD.

Adicionalmente, el PAD puede enviar los siguientes indicativos al terminal para explicar la causa por la cual una llamada ha sido liberada:

Mnemónico	Explicación
OCC	El número llamado está ocupado.
NC	Congestión temporal de la red.
INV	Requerimiento de facilidad no válida.
NA	Acceso denegado al DTE remoto.
RPE	Error de procedimiento remoto.
NP	Número no asignado.
DER	El número llamado está fuera de orden.
PAD	El PAD ha liberado la llamada por requerimiento del lado remoto.
DTE	El DTE remoto ha liberado la llamada.

c) La Recomendación X.29.

Esta recomendación permite a un dispositivo X.25 remoto, efectuar los comandos X.28 de *READ*, *SET* Y *SET & READ*, en el dispositivo X.25 local. La implementación de comandos X.28 por medio de X.29 es realizada incluyendo el comando en un paquete X.25. Los cambios realizados en los parámetros X.3 mediante X.29 serán válidos únicamente mientras dure la llamada.

Otras funciones de PAD y *Host* definidas por la recomendación X.29 son:

- Invitación al PAD para liberar el circuito virtual.
- Procedimientos de Interrupción y descarte de paquetes.
- Procedimientos para *resets*.
- Manejo de errores del PAD.

d) La Recomendación X.75.

Esta recomendación provee las reglas de transmisión de datos entre diferentes redes de datos X.25. La información es transferida mediante múltiples enlaces paralelos del tipo A1 o G1 (definidos en la norma X.92⁸) que conectan a dispositivos STE (*Switched Terminal Equipment*) que sirven de *gateways* entre las redes. Los enlaces deben soportar transmisión full duplex y los enlaces en paralelo son manejados mediante el denominado *Multilink Procedure* (MLP). Semejantemente a X.25, el nivel físico de X.75 puede ser implementada con la norma V apropiada (por ej. V.35). X.75 requiere que la transmisión de datos sea realizada a 64 Kbps (otras opciones son: 48 Kbps, 56 Kbps, 1,544 Mbps y 2,048 Mbps). El protocolo del nivel de enlace está basado en el procedimiento de acceso balanceado al enlace (LAPB) del protocolo HDLC.

Los datos entre las redes son transmitidos en tramas de igual forma que en el nivel 2 de X.25. Se definen tres estados del canal:

- Estado de enlace del canal: Provee transmisión en una dirección.
- Estado activo del canal: En el cual los canales de entrada o salida están recibiendo o emitiendo tramas.

⁸ Uylless Black, "The X Series Recommendations, Protocols for Data Communications Networks", N.Y.-USA, 1991, Capítulo 5, pg. 109.

- Estado libre del canal: En el cual los canales de entrada o salida están recibiendo o transmitiendo al menos 15 bits de 1L contiguos.

La recomendación X.75 especifica procedimientos de señalización para el establecimiento y liberación de circuitos virtuales, para servicios de circuitos virtuales permanentes, para transferencia de datos y de interrupciones, para control de flujo y para *resets*. Finalmente, el manejo de canales virtuales es semejante al utilizado por X.25 y los formatos de los paquetes son similares a los definidos por X.25.

e) La Recomendación X.121.

Esta recomendación se encarga del modo de direccionamiento en redes públicas de conmutación de paquetes. Será tratada ampliamente más adelante.

f) Otras Recomendaciones X.

El anexo 3 presenta un resumen de las recomendaciones del CCITT aplicables a la conmutación de paquetes.

1.1.4 La Recomendación X.25 dentro del Modelo OSI⁹

El objetivo de una red de comunicación de datos es transportar información entre una fuente y un destino de la manera más transparente posible, de tal forma que a los dos puntos extremos de la comunicación les parezca que no existe ninguna red de por medio. Dentro del modelo OSI (*Open System Interconnection*), la totalidad de procesos tales como el control de errores y el enrutamiento de llamadas están subdivididas en 7 capas o niveles.

Cada capa de este modelo, desarrollado por la ISO (*International Organization for Standardization*), realiza una función específica para lograr la transparencia en la comunicación permitiendo la conectividad entre sistemas de *hosts* de naturaleza heterogénea. Es decir, cada nivel de un equipo de un proveedor en particular, por ejemplo un *Host* IBM, podrá comunicarse con el nivel correspondiente de un equipo de otro proveedor, por ejemplo un *Host* DEC, situado en el otro extremo de la red. Cada nivel

⁹ Motorola University Press, "The Basics Book of X.25 Packet Switching", Massachusetts, 1992, Capítulo 3, pg. 20.

proporciona servicios al nivel superior y se beneficia de los servicios del nivel inferior. Por ejemplo, el nivel 2 (nivel de enlace) realiza revisión y recuperación de errores, de tal forma que pasa datos libres de error hacia el siguiente nivel, el nivel red. La figura 1-5 muestra una representación del modelo OSI para una conexión de dos sistemas abiertos dentro de una arquitectura de red.

Los niveles del 1 al 3 tienen una relación directa con las funciones internas de la red y son conocidas como el enlace de red. Las funciones de los niveles del 4 al 7 se refieren a los procesos que “corren” en los sistemas *Host* independientemente de la red utilizada. Estas funciones se conocen como servicios de usuario, ya que el usuario final es el que decide que hacer en su DTE o en el *Host* remoto; por ejemplo, transferencias de archivos o acceso a bases de datos remotas.

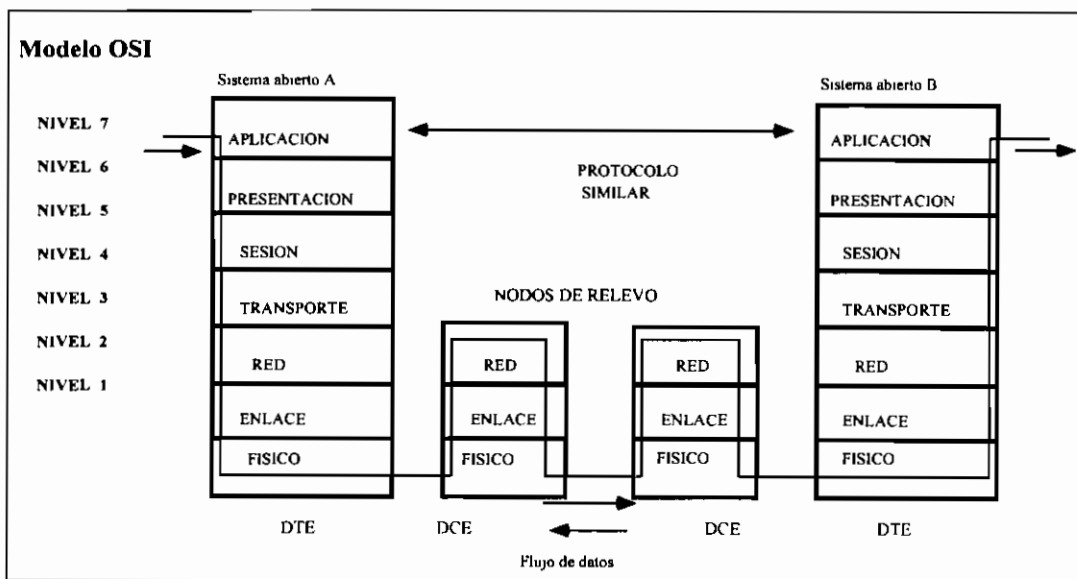


Figura 1-5. Modelo OSI de 7 Niveles. El protocolo X.25 abarca a los 3 primeros niveles.

Las funciones de cada nivel pueden ser resumida como sigue:

- APLICACION, nivel 7: Selecciona el servicio de red global apropiado para las aplicaciones de usuario.
- PRESENTACION, nivel 6: Provee conversión de códigos y cambios de formato en los datos de la aplicación de usuario.
- SESION, nivel 5: Coordina los procesos de aplicación entre usuarios en los diferentes *Hosts*.

- TRANSPORTE, nivel 4: Controla los procedimientos y mecanismos de la red, tales como el garantizar la integridad de los datos que atraviesan la red y otras funciones de extremo a extremo de la red.
- RED, nivel 3: Conmuta y enruta información, establece asociaciones lógicas entre *Hosts* remotos y provee indicaciones para conexiones remotas.
- ENLACE, nivel 2: Garantiza un enlace físico libre de errores entre el *Host* y la red y transfiere unidades de información al otro extremo del enlace.
- FISICO, nivel 1: Provee el interfaz hacia el medio físico para el flujo de datos; además contiene mecanismos para informar al nivel 2 la pérdida de una conexión físico de alimentación eléctrica.

La recomendación X.25 del CCITT conforma las tres primeras capas de este modelo OSI, mientras que los niveles superiores tienen únicamente significado en los extremos de la red, como procesos de control dentro de los *Hosts*. Es por esto que los nodos dentro de una PSDN soportan solamente los tres primeros niveles, y son considerados como nodos de relevo (ver figura 1-5), mientras que la implementación de los protocolos y funciones sobre el nivel 3 son responsabilidad del usuario. Las interacciones en el interfaz DTE/DCE para los tres niveles OSI tienen los siguientes procedimientos:

- X.25 de nivel 3: Es el interfaz lógico a nivel de paquete, en este nivel, se definen los formatos de los paquetes y los procedimientos de transferencia de información de control y de datos de usuario entre el DTE y el DCE. La unidad de transferencia de información en este nivel es el PAQUETE.
- X.25 de nivel 2: Es el interfaz lógico a nivel de trama (*frame*); en este nivel se define el proceso de acceso al enlace DTE/DCE que permita el intercambio de datos. La unidad de transferencia de información en este nivel es la trama o FRAME.
- X.25 de nivel 1: Define las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para la activación y desactivación del medio físico entre el DTE y el DCE. La unidad de transferencia de información en este nivel es el BIT.

1.1.5 Manejo de Conexiones Virtuales dentro de una Red X.25

Como ya se ha anotado, la conexión entre un dispositivo que maneje un protocolo nativo (asincrónico, BSC, etc.) y la red X.25 es llevada a cabo por un PAD o un FEP¹⁰ (*Front End Procesor*) mediante un "canal físico". Típicamente, una red de conmutación de paquetes es implementada sobre canales dedicados y la transmisión de paquetes se efectúa en base a circuitos virtuales. Un **circuito virtual** es una asociación entre un par de DTEs a través de una PSN y no representa una conexión física entre ellos. El circuito es llamado virtual ya que:

- Se lo hace sobre un ancho de banda asignado en base a la demanda desde una "piscina" de circuitos compartidos.
- No existe una conexión física directa entre las dos partes que intercambian datos sobre una red de paquetes.
- Se trata de una conexión lógica, es decir que la información de enrutamiento y destino está presente en cada paquete que atraviesa la red.

Un DTE puede comunicarse simultáneamente con varios DTEs a través de la PSN ya que la asociación lógica entre la fuente y el destino es realizada en el interfaz DTE/DCE; de esta forma, los paquetes conteniendo varias cabeceras y datos de usuario son multiplexados sobre el mismo enlace DTE/DCE provisto por el nivel 2.

La PSN revisará la cabecera de cada paquete en busca de información de las direcciones de origen y destino, y de acuerdo a ella, trazará la ruta de cada paquete. El proceso mediante el cual un DTE establece un circuito virtual con un DTE remoto es referido como "hacer una llamada".

Existen dos tipos de circuitos virtuales: Circuitos Virtuales Conmutados (**SVC**) y Circuitos Virtuales Permanentes (**PVC**).

a) Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs).

Un SVC es aquella conexión en la cual no existe un único circuito físico establecido entre las estaciones emisora y receptora de datos. En su lugar, la red establece

¹⁰ FEP: Dispositivo encargado de funciones orientadas a las comunicaciones; posee el software necesario para la administración de las líneas de comunicación y de la red. Uyless Black, "Data Communications and Distributed Networks", New Jersey, 1987, Capítulo 3, pg. 118.

dinámicamente la ruta que cause menor retardo para cada paquete de un mensaje. Durante toda la llamada virtual se mantiene un circuito lógico, el cual es un circuito electrónico utilizado para ejecutar una función lógica. La salida del circuito lógico depende del estado de la entrada (1L ó 0L).

Conforme cada paquete es transmitido, se establece un enlace físico temporal desde el emisor, a través de la red, hasta el destinatario. La forma de establecer un SVC es mediante un paquete de "*request*" emitido por el DTE que desea la conexión. El DTE destino acepta o no tal llamada mediante un paquete de aceptación, y durante la transferencia de información cualquiera de las partes puede liberar la llamada. Es por esto que un SVC es semejante a una línea *dial-up*.

Los SVCs pueden ser clasificados de tres formas de acuerdo a su habilidad de generar y/o aceptar llamadas:

- SVCs Bidireccionales (*Two Way*): Pueden originar y aceptar llamadas.
- SVCs de Entrada (*Incoming*): Únicamente pueden aceptar llamadas.
- SVCs de salida (*Outgoing*): Únicamente pueden originar llamadas.

El CCITT suele notar a los SVCs como "llamadas virtuales".

b) Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs).

Un PVC es una conexión para la cual, siempre se tiene asociado un único camino dedicado, durante toda una transmisión en particular, es decir que los paquetes serán transferidos en orden, por una misma ruta. Para un PVC, la red dispone una asociación fija entre las dos estaciones mediante la asignación de números de canales lógicos permanentes, de tal forma que los usuarios no requieren de un permiso para poder transmitir información.

Un PVC es semejante a una línea telefónica privada punto a punto ya que como se ha mencionado, no requiere de acciones de establecimiento y liberación de llamadas por parte del usuario.

La figura 1-6 presenta las conexiones entre tres DTEs mediante circuitos virtuales. Los paquetes enviados desde el DTE(a) hacia el DTE(b) pueden tomar varias rutas entre

los nodos de conmutación y llegarán a su destino gracias al direccionamiento que contengan. Simultáneamente, el DTE(a) puede comunicarse mediante otro circuito virtual con el DTE(c) y con cualquier otro DTE de la red dependiendo del número de circuitos virtuales definido en aquellos DTEs. De esta forma, dentro de la red existirán paquetes de varias fuentes con diferente destino, llegando a varios interfaces DTE/DCE donde serán identificados los circuitos virtuales de los paquetes, el paquete será revisado, contado y liberado en orden por el protocolo X.25 que controla el interfaz.

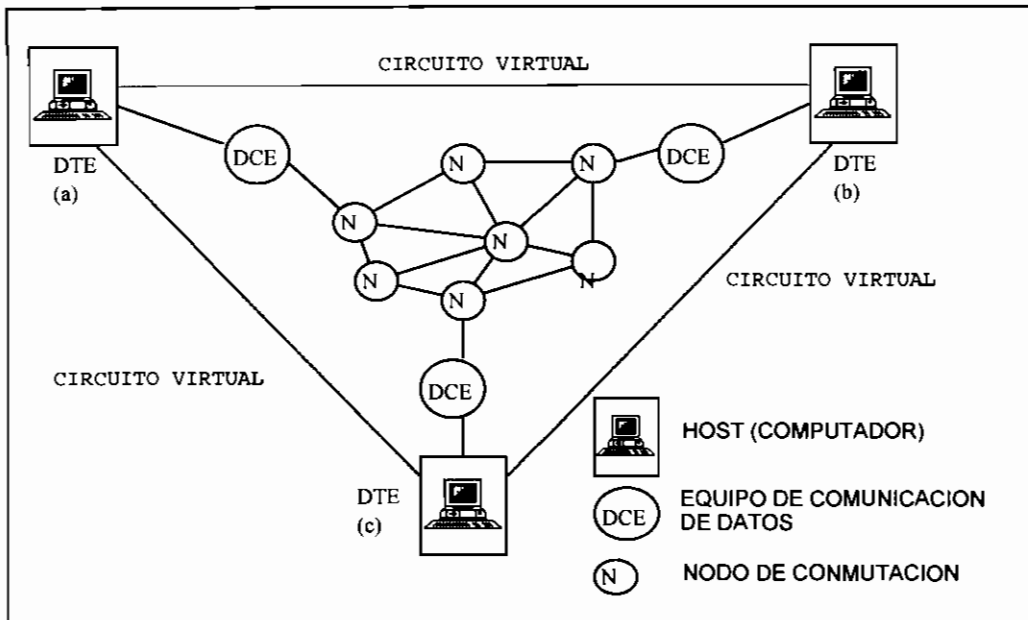


Figura 1-6. Establecimiento de circuitos virtuales entre 3 computadores bajo una red X.25.

1.2 ALGORITMOS DE ENRUTAMIENTO PARA REDES X.25

Volviendo al esquema de niveles de la ISO, el nivel de red es el encargado del enrutamiento de los paquetes emitidos desde una fuente hacia un destino. En este trayecto, los paquetes deben atravesar por varios conmutadores de paquetes o nodos X.25, también conocidos como *IMPs* (*Interface Message Processor*). Para evitar que los paquetes sean liberados desde un IMP hacia caminos que causen mayores retardos que los esperados para llegar a su destino, es necesario disponer de algoritmos eficaces que no alteren la aplicación del usuario.

Cuando para la comunicación a nivel 3 se utilizan datagramas¹¹, cada paquete es enrutado de forma independiente; en la actual versión de X.25 del CCITT se ha descartado esta forma de emisión de paquetes. Cuando se utiliza la técnica de circuitos virtuales, las decisiones de enrutamiento son tomadas únicamente al iniciarse un nuevo circuito virtual; de esta forma todos los paquetes siguen la ruta establecida por el paquete de inicio del circuito. Esto se conoce como enrutamiento de sesión, ya que cada sesión de usuario (por ej. un login remoto) es enrutado por un solo camino durante toda la sesión.

Los objetivos principales que persigue un algoritmo de enrutamiento son: exactitud, simplicidad, estabilidad, optimización y robustecimiento de la red. Además, debe ser capaz de reaccionar en el caso de que algún nodo falle o sufra congestión, sin necesidad de reinicializar la red mediante un *boot*. Para cumplir estas funciones, se han diseñado varios algoritmos de enrutamiento, pudiendo ser catalogados en dos grandes grupos: **algoritmos adaptivos** o dinámicos y **algoritmos no adaptivos** o estáticos. Los primeros basan sus decisiones de enrutamiento en mediciones o estimaciones de la topología y el tráfico presente en la red. Se subdividen en algoritmos centralizados, aislados y distribuidos. Los algoritmos no adaptivos eligen la ruta a seguir desde un nodo i hasta un nodo j mediante una tabla de enrutamiento fija, la cual es cargada en cada nodo el momento de inicializar la red mediante un *boot*.

1.2.1 Algoritmos No Adaptivos o Estáticos

- a) Enrutamiento basado en el camino más corto.

Una red de paquetes está compuesta por enlaces de red que unen los nodos X.25. Este algoritmo sugiere que para escoger el camino a seguir por los paquetes desde una fuente hasta un destino, simplemente se elija el camino más corto. Una forma de medir la longitud de un camino es mediante el número de saltos (*hops*) que debe dar un paquete para llegar a su destino. De acuerdo a esta métrica, en la figura 1-7, los caminos **ABC** y **ABE** son iguales.

Otra forma de medición se basa en la distancia geográfica en Km, y en este caso, si la figura 1-7a está dibujada a escala, se ve claramente que el camino ABC es mayor al

¹¹ El modelo datagrama no establece rutas fijas para los paquetes, los cuales son emitidos de forma independiente, pudiendo llegar a su destino fuera de orden. Andrew Tanenbaum, "Computer Networks", New Jersey-USA, 1988, Capítulo 5, pg. 280.

ABE. Es posible además, establecer una métrica en base al encolamiento y retardo que sufre un paquete de prueba, transmitido cada hora o cada día; en este caso el camino más corto es el más rápido.

Dentro de este tipo de algoritmos se puede citar el de Dijkstra (1959). En este algoritmo cada nodo de conmutación es etiquetado con la distancia desde el nodo fuente por el mejor camino conocido. Luego se observan las distancias hasta los nodos inmediatos, se establece el nodo más cercano (camino más corto) y se etiqueta tal nodo como el más cercano al nodo fuente. A continuación se toma el nodo más cercano como nodo fuente y se establece el camino más corto respecto a los nodos que lo circundan, se halla un nuevo nodo fuente y el proceso se repite hasta llegar al destino.

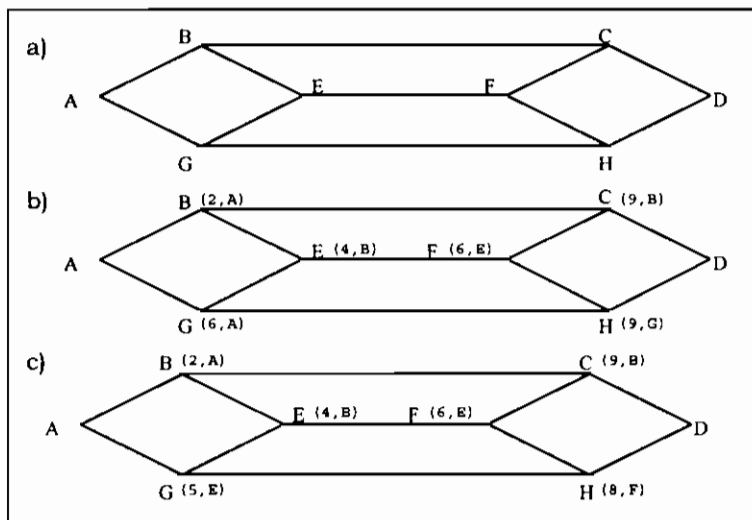


Figura 1-7. Representación de una red X.25 compuesta de 8 nodos.
a) Disposición de los nodos.
b) Cálculo del camino más corto.
c) Cálculo final del camino más corto.

En un inicio se puede dar una etiqueta tentativa hasta hallar el camino más corto; si la suma del valor de la etiqueta de un nodo considerado como fuente más la distancia al nodo adyacente considerado es menor a la etiqueta que posee tal nodo, se habrá encontrado un camino más corto. De esta forma, el nodo será reetiquetado con el valor de la suma menor en mención, y además con la identificación del nodo tomado como referencia para ese camino más corto. Estas etiquetas se muestran en la figura 1-7 entre paréntesis.

Por ejemplo, considerando la figura 1-7b, se han dado etiquetas tentativas a todos los nodos. Al evaluar el nodo G, se encuentra que es más rápido llegar a G desde A, a

través de B y E, antes que hacerlo directamente, por lo que en el nodo G se debe cambiar la etiqueta con el valor del nuevo camino más corto: por medio del nodo E antes que del nodo A directamente (ver fig. 1-7c). Una vez encontrados los caminos más cortos para todos los nodos, las etiquetas asociadas no serán cambiadas.

b) Enrutamiento de multicamino.

Este tipo de algoritmos considera que el mejor camino entre un par de nodos no es único. Ya que en la realidad pueden existir varios caminos de igual rendimiento, se eligen rutas múltiples o bifurcadas para transportar el tráfico entre un par de nodos. Estos algoritmos trabajan tanto para datagramas como para circuitos virtuales. En modo de datagrama, cuando un paquete llega a un nodo de conmutación, para su liberación se escoge entre varios caminos alternativos, independientemente de la elección hecha para el paquete anterior del datagrama que haya llegado anteriormente a tal nodo. Para el modo de circuito virtual, se elige una única ruta a seguir por los paquetes de ese circuito para llegar a su destino. Lógicamente, diferentes circuitos virtuales (de diferentes usuarios) son enrutados de forma independiente.

Estos algoritmos asignan a cada nodo una tabla en la cual cada fila representa un nodo destino y las columnas representan los primero, segundo y tercer mejores caminos que tiene el nodo poseedor de tal tabla para alcanzar cualquiera de los nodos destino. Cada nodo destino tiene asociados a cada camino funciones denominadas pesos, que se basan en criterios tales como la distancia, ancho de banda disponible, tráfico promedio, costos de comunicación, longitud media de encolamiento de paquetes, retardos medidos, etc.

Antes de liberar un paquete, el nodo genera un número randómico dentro de cierto rango (el cual tiene que ver con el valor de los pesos asociados a cada camino) y lo compara con los pesos, de su tabla de enrutamiento, utilizados como probabilidades. Considerando la figura 1-8, si el nodo J recibe un paquete destinado al nodo A, busca en su tabla de enrutamiento el destino A (ver fig. 1-8b) y genera un número en forma randómica. El rango del número randómico a generar está entre 0.00 y 0.99, si el número generado es menor a 0.63, el paquete seguirá el camino A, si está entre 0.63 y 0.83 lo hará por I, caso contrario utilizará el camino H, entonces estos tres pesos serán las probabilidades de que A, I ó H sean utilizados para la liberación del paquete.

Esta técnica incrementa el rendimiento y confiabilidad de la red ya que permite la interrupción de n-1 caminos de entre n para un par de nodos, sin que se bloquee el flujo de información entre ellos. Para que estos caminos tengan independencia total, se puede computar inicialmente el camino más corto entre fuente y destino, eliminar tal ruta incluyendo los nodos involucrados y volver a encontrar el camino más corto de entre los restantes y así sucesivamente, de tal forma que si falla algún camino no involucre a los otros caminos alternativos.

Las tablas de enrutamiento deben ser ingresadas por los operadores de la red en forma manual para todos los nodos antes de inicializar la red.

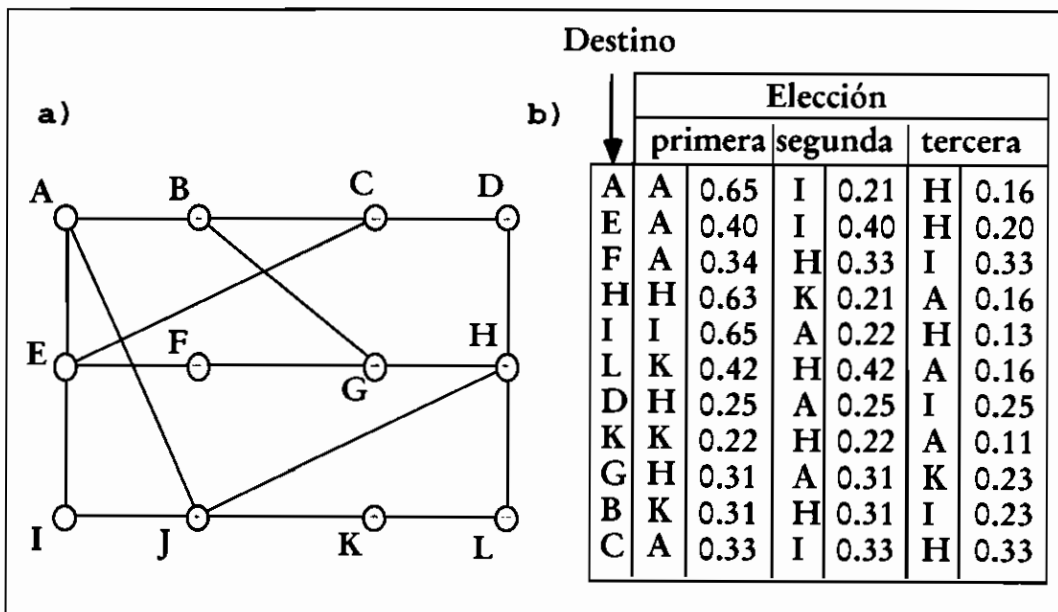


Figura 1-8. Enrutamiento de multicamino al Interior de una red X.25
a) Disposición de los nodos en la red..
b) Tabla de enrutamiento para el nodo J.

1.2.2 Algoritmos Adaptivos o Dinámicos

Cuando la red no presenta un comportamiento estático en cuanto a la estabilidad de sus caminos o cuando el tráfico varía a lo largo del día, es indispensable algún mecanismo que permita adaptar las tablas de enrutamiento de los nodos según las circunstancias actuales de la red. Esta es precisamente la función que deben desempeñar los algoritmos adaptivos, entre los cuales se puede citar los siguientes:

a) Enrutamiento centralizado.

Dispone de un Centro de Control de Enrutamiento (*RCC: Routing Control Center*) que tiene por función el recolectar la información de *status* enviada por cada nodo de la red. En base a este conocimiento global de la red, el RCC elige la ruta más óptima entre cada nodo. Es posible utilizar para cada circunstancia de la red algoritmos del camino más corto, de tal forma que dentro del RCC se actualicen constantemente las tablas de enrutamiento de los nodos. De esta forma se libera a los nodos de tareas de computación de rutas óptimas.

Si esta técnica es elegida como función del tráfico cambiante en la red, el cálculo de las rutas deberá efectuarse con frecuencia, lo cual puede cargar demasiado al CPU del RCC, y si la red es grande este cálculo podría tomar varios segundos con lo que se tendría una respuesta con cierto retardo. Si se toma como función el grado de adaptación de la red a cambios topológicos, podría ser adecuado "correr" el algoritmo cada minuto, dependiendo que tan estable sea la topología de la red. Para este tipo de configuración, es necesario disponer de una máquina RCC de *backup*, que entre a funcionar en el caso de que la máquina RCC falle.

Otro problema que se puede presentar consiste en que la actualización de las tablas de enrutamiento llega primero a los nodos cercanos. Esto puede llevar a inconsistencias que provocarían que hasta los paquetes que llevan información de las nuevas tablas de enrutamiento hacia los nodos más distantes de la red, sufran retardos. Por esta situación, la red tendría un período de confusión hasta la actualización de todos los nodos. Además, ya que cada nodo elige el camino más corto para enviar información de *status* hasta el RCC, las líneas de llegada al mismo sufrirán congestiones que las volverán vulnerables a fallas.

b) Enrutamiento aislado.

Soluciona el problema de centralización del RCC pues cada nodo toma sus decisiones de enrutamiento basándose en información propia; pese a esto, los nodos tratan de adaptarse a cambios de topología y tráfico. Uno de los algoritmos que utiliza esta técnica es el denominado "*hot potato*": cuando un paquete arriba a un nodo, éste lo ubica en la salida que tenga menos paquetes en cola, sin importarle a donde lleve tal salida. Una mejora de este procedimiento se obtiene si se la combina con algún tipo de

enrutamiento estático, considerándose tanto las colas en los *buffers* como los "pesos" estáticos de las líneas de salida. Para liberar un paquete en tránsito se suele elegir aquella salida cuya sumatoria entre la cola formada en el *buffer* y su peso sea menor. Si la cola excede cierto umbral (fijado por el operador de la red), se elegirá el segundo camino con la menor sumatoria y así sucesivamente.

Otro algoritmo que cae dentro de esta categoría es el denominado *Backward learning*. Este algoritmo incluye en cada paquete, la dirección del emisor y un contador que se incrementa en cada salto o "*hop*" que da el paquete. Por ejemplo, si desde el nodo H llega un paquete al nodo X con un *hop count* = 4 por la línea k, mientras no llegue algún paquete desde H con un *hop count* menor a 4 (esto implicaría un camino mejor) por otra línea, considerará que la mejor opción para llegar a H será por la línea k. Después de haberse transferido algunos paquetes, cada nodo habrá descubierto el camino más corto para llegar al resto de nodos de la red. Este algoritmo carece de memoria en cuanto a los mejores caminos secundarios descubiertos antes de encontrar el más rápido, de tal forma que en caso de fallas en el camino elegido, el proceso de asignación del mejor camino deberá empezar desde un principio.

Un extremo de esta técnica de enrutamiento es el denominado desbordamiento o *flooding*, en el que todo paquete que ingrese a un nodo es copiado hacia todas sus líneas de salida excepto por la que ingresó. Para evitar que los paquetes lleguen duplicados a un nodo, provenientes de caminos diferentes, cada nodo construye una tabla en la que lleva una cuenta de los paquetes provenientes de cada fuente. Todo *Host* numerará cada paquete enviado, por ejemplo, si el nodo A tiene registrado su contador de paquetes provenientes del *host* H en k y llega un paquete proveniente de H numerado como k - 1, tal paquete será descartado pues ya ha sido considerado anteriormente. Una alternativa a esta técnica es conocida como **desbordamiento selectivo**, en la cual los paquetes son copiados únicamente a aquellas salidas que estén aproximadamente en la dirección deseada.

c) Enrutamiento distribuido.

Este tipo de algoritmo permite que cada nodo intercambie información de enrutamiento con cada uno de los nodos vecinos (cuya distancia a ellos es un *hop*). Todos los nodos mantienen una tabla con una entrada para cada nodo restante de la red. Esta entrada está compuesta de dos partes: la línea de salida preferida para llegar al nodo

indicado en la entrada y un estimativo de tiempo o distancia bajo cualquiera de las métricas ya citadas: número de saltos, retardo estimado, número de paquetes encolados, etc. Gracias a esta tabla cada nodo conoce la distancia a todos los nodos de su vecindad.

Si la red asume como métrica el retardo, cada nodo sabrá el tiempo que le tomará a un paquete emitido por ellos para llegar a los nodos vecinos, y por la información de estos nodos, el tiempo necesitado para llegar hasta los nodos siguientes y así sucesivamente. Por ejemplo, considerando la figura 1-8, si el nodo J recibe la tabla de enrutamiento enviada por A, en la que se informa que todo paquete enviado desde A hacia G tarda x milisegundos en llegar, y si conoce que desde J hasta A existe un retardo de m milisegundos, entonces un paquete emitido desde J hacia G tardará $m + x$ milisegundos en alcanzar su destino.

El nodo J recibirá información similar de todos los nodos que lo circundan: I, H y K, entonces comparará los tiempos hasta el nodo G por medio de estos nodos circundantes y determinará la mejor ruta. Por ejemplo, si el retardo desde J por medio de H hacia G es el menor, J marcará en su tabla de enrutamiento que para llegar a G el mejor camino es mediante el nodo H. En todo nodo se realiza este tipo de cálculo para el resto de nodos de la red.

1.3 PROCEDIMIENTO DE TRANSFERENCIA DE DATOS EN PADs (PACKET ASSEMBLER/DISSASSEMBLER) Y NODOS X.25

Dentro de la estructura del protocolo X.25, cada nivel provee servicios al nivel superior y utiliza los servicios del nivel inferior. Cada nivel del DTE o DCE fuente empleará el mismo protocolo del nivel correspondiente en el DTE o DCE destino; de esta forma el protocolo X.25 está en concordancia con la filosofía de la estructura OSI.

La figura 1-9 representa la relación entre las entidades transferidas en cada nivel de X.25. El nivel de paquete no se ocupa del formato, contenido o significado de los datos de usuario, sino que los encapsula en paquetes que contienen un número máximo de bytes de usuario. Estos paquetes, además de la información de usuario, contienen información de control y direccionamiento, incluidos en un campo denominado cabecera

(*header*), siendo esta información analizada en cada nodo de relevo para su correcto enrutamiento.

El paquete es pasado al nivel de *frame* e insertado en el campo de datos de la trama. La trama contiene información de control y de revisión de errores, con el fin de asegurar la integridad del paquete al atravesar los enlaces DTE/DCE. De igual manera que en el nivel 3, el nivel 2 no se involucra con el contenido o significado de los campos dentro del paquete.

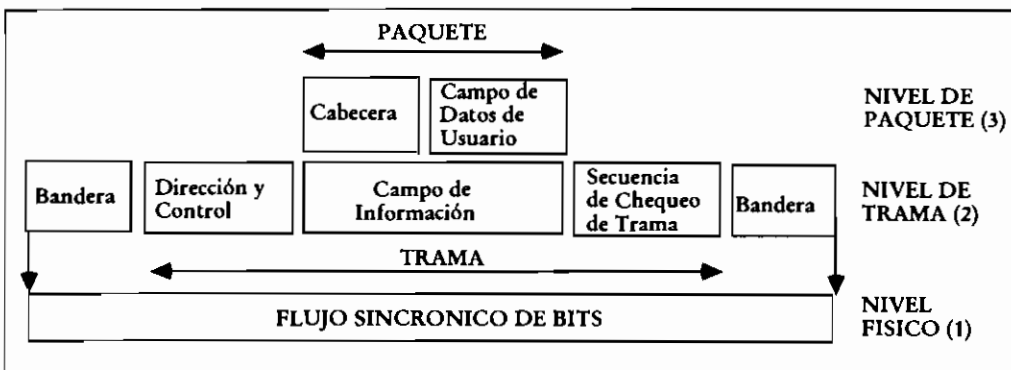


Figura 1-9. Relación entre bits, tramas y paquetes.

El flujo de bits requerido para formar las tramas es provisto por el nivel 1, el cual especifica el medio físico que enlaza el DTE con el DCE. El nivel 1 garantiza la consistencia de las señales que representan condiciones de 1 y 0 lógicos (1L y 0L). Aún más, el nivel 1 puede informar al nivel 2 la presencia de errores básicos tales como la de circuitos abiertos o fallas en la fuente de poder.

A lo largo de este acápite se hace una descripción detallada de cada uno de los niveles citados.

1.3.1 Características y Recomendaciones del CCITT involucradas en el Nivel 1 de X.25

Para que un usuario pueda acceder a una red es necesario el establecimiento de un enlace físico. De forma ideal, el usuario debería estar lo suficientemente cerca de un nodo de la red, de tal forma que su conexión sea realizada mediante un cable. En la práctica, generalmente este enlace es realizado mediante modems ya que no todos los usuarios están lo suficientemente cerca de los nodos. El nivel 1 de X.25 describe las

características físicas y el modo de operación del interfaz DTE-DCE necesarios para activar, mantener y desactivar la conexión entre los dispositivos DCE y DTE. Para cumplir con tales objetivos, el CCITT emitió las recomendaciones X.21 y X.21 bis, las cuales establecen los siguiente puntos:

- Tipo de conector.
- Niveles de voltaje en las señales.
- Nombres de las señales y sus funciones.
- Procedimiento seguido por las señales para manejar el transporte de los bits a través de los medios de transmisión.

a) La Recomendación X.21.

Esta recomendación es utilizada por la mayoría de las PDNs (Redes Públicas de Datos) en el mundo, siendo desarrollada en 1976 para cumplir requerimientos específicos de conexión entre un DTE y un nodo X.25. La recomendación X.21 utiliza un conector tipo D de 15 pines con la geometría especificada por la norma 4903 de la ISO (ver figura 1-10a), este conector es de tipo macho para el DTE y hembra para el DCE.

La recomendación X.21 utiliza las especificaciones eléctricas y funcionales de las normas X.24 (la cual estandariza el manejo de las señales del DTE y DCE según lo muestra la figura 1-10b), X.26 para velocidades de hasta 9.6 Kbps y 15 metros de enlace y X.27 para velocidades mayores a 9.6 Kbps, alcanzando velocidades de hasta 10 Mbps sobre 10 metros y de 100 Kbps sobre 1000 metros.

El reloj de sincronismo deberá ser provisto por el DCE y el DTE ha de operar en modo full-duplex. Considerando la figura 1-10b, el DTE utiliza las señales T y C para transmitir datos e información de control, mientras que el DCE utiliza las señales R e I para los datos y el control, de la siguiente manera:

DTE not Ready:	T=0	C=OFF	(nivel binario 1L)
DCE not Ready:	R=0	I=OFF	(nivel binario 1L)
DTE Ready:	T=1	C=OFF	(nivel binario 1L)
DCE Ready:	R=1	C=OFF	(nivel binario 1L)

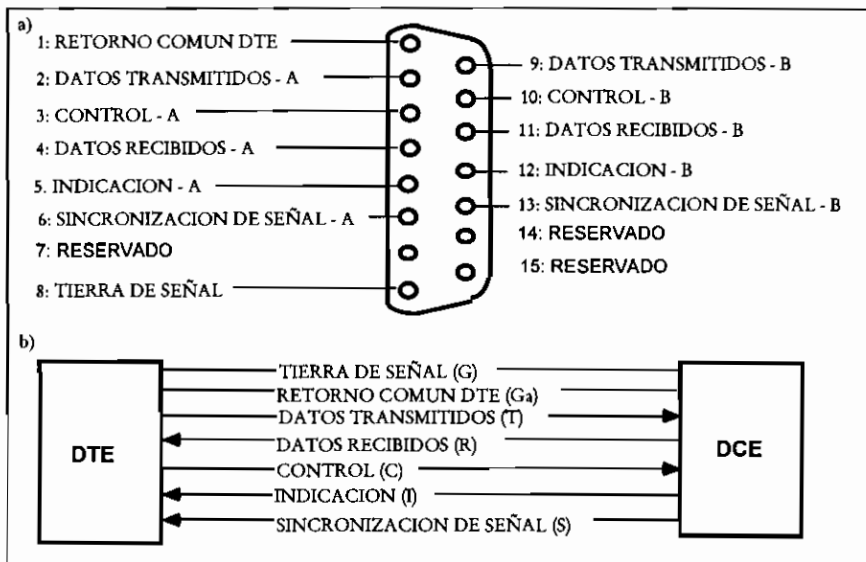


Figura 1-10. Descripción del interfaz X.21.
a) Distribución de pines.
b) Distribución de señales.

La norma X.21 define 2 fases en la operación del interfaz: la fase de reposo y la fase de transferencia de datos. En la fase de reposo las señales tanto del DTE como del DCE están en un estado de no listas; cuando estas señales pasen a un estado de listas, se entrará a la fase de transferencia de datos. En la fase de transferencia de datos el estado de las señales de es:

T = transmisión de datos C = ON(nivel binario 0L)
R = recepción de datos I = ON (nivel binario 0L)

La línea S contiene información de sincronismo dada por el DCE. Además de la línea S, es posible incluir una línea B (temporización de bytes) cuya función es agrupar tramas de 8 bits. Con esta opción el DTE sincronizará los caracteres sin necesidad de caracteres de sincronismo sino únicamente con el reloj B dado por el DCE. Si la señal B no es provista, o el DTE se ha de conectar a redes que no soporten este tipo de sincronización, será necesaria la inclusión de al menos 2 caracteres de sincronismo (SYN) antes de empezar cualquier transmisión o antes de cualquier secuencia de control. También es posible tener una señal de retorno común del DCE (Gb).

La tabla 1-3 presenta un ejemplo de un proceso de establecimiento y liberación de una llamada entre dos DTEs, con DCEs asociados en el trayecto. De acuerdo a esta tabla, las señales del DCE que indican el estado de la llamada (*call progress*), definidas en la recomendación X.96, consisten de números de dos dígitos. El primer dígito da una

clasificación general del resultado o estado de la llamada, mientras que el segundo da el detalle. Entre los mensajes de clasificación general se tiene: llamada establecida, intento otra vez, llamada fallida y con probabilidad de volver a fallar, congestiones de la red, etc. Durante el estado de reposo y liberación de llamadas, las señales T y R son de control.

Paso	C	I	Analogía con eventos telefónicos	DTE transmite en el hilo T	DCE transmite en el hilo R
0	Off	Off	No existe conexión	T = 1	R = 1
1	On	Off	DTE levanta el teléfono	T = 0	
2	On	Off	DCE da el tono de marcar		R = "+++...+"
3	On	Off	DTE marca el número telefónico	T = dirección	
4	On	Off	El teléfono remoto suena		R = Call Progress
5	On	On	Se levanta el auricular del teléfono remoto		R = 1
6	On	On	Conversación	T = datos	R = data
7	Off	On	DTE se despide	T = 0	
8	Off	Off	DCE se despide		R = 0
9	Off	Off	DCE cuelga el teléfono		R = 1
10	Off	Off	DTE cuelga el teléfono	T = 1	

Tabla 1-3. Ejemplo de la utilización de la norma X.21.

b) La Recomendación X.21 bis.

Esta recomendación, emitida por el CCITT en base a las recomendaciones V.24/V.28 (EIA RS-232-C en USA), establece un interfaz de 25 pines para la conexión entre equipos de usuarios (DTEs) y la red de conmutación de paquetes. La recomendación X.21 bis es utilizada comúnmente para conexiones sobre líneas analógicas mediante modems, mientras que si se dispone de líneas digitales, la norma X.21 entra en vigencia. Las características del interfaz X.21 bis pueden ser resumidas como:

Tipo de conexión:	punto a punto
Velocidad:	19.2 Kbps
Tipo de transmisión:	sincrónica, 4 hilos, full duplex
Máxima distancia entre DTE y DCE:	15 metros
Niveles de señal:	-3V a -25V = 1L +3V a +25V = 0L

La figura 1-11 presenta la distribución física de los pines del interfaz X.21 bis y las funciones de los circuitos utilizados. Las señales manejadas por este interfaz se clasifican en: señales de tierra, datos enviados y recibidos, y señales de control y temporización.

Dentro del nivel 1 de X.25 se puede encontrar además otros tipos de interfaces tales como el EIA 530 (con velocidades máximas de transmisión de hasta 80 Kbps) o el V.35/V.36. La recomendación V.35¹² reemplaza a la recomendación X.21 bis cuando la velocidad de transmisión es mayor o igual a 48 Kbps, mientras que la recomendación V.36 norma los modems de transmisión sincrónica para circuitos de banda de grupo básico (60 a 108 KHz) para enlaces de alta velocidad.

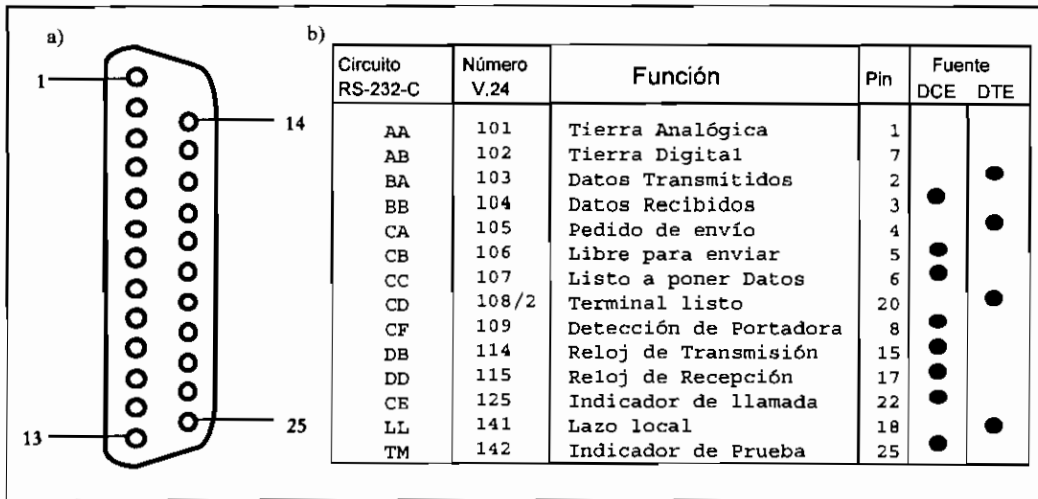


Figura 1-11. Descripción de la recomendación X.21 bis.

a) Distribución de pines.

b) Descripción de las funciones del interfaz.

1.3.2 Características del Protocolo X.25 de Nivel 2

Los circuitos de comunicación utilizados para transferir información desde un origen hasta un destino, están sujetos a cometer errores en forma ocasional; además disponen de velocidades de transmisión y tiempos de procesamiento limitados, con retardos de propagación entre la emisión de un bit y su recepción en el extremo remoto. Debido a esto, se ve la necesidad de implementar un protocolo capaz de tomar las recursos de transmisión ofrecidas por el nivel físico (que une al usuario con la red) y transformarlas en una línea que aparezca libre de errores para el nivel superior (nivel de paquetes o de red). La versión de la ISO, en su nivel 2 del modelo OSI, recibe el nombre de **enlace de datos**.

En el nivel 2 de X.25 se rompe el flujo de bits en porciones denominadas tramas (*frames*), siendo transmitidas en forma secuencial y a su recepción en el extremo remoto,

¹² Ver Anexo 4.

se envían acuses de recibo para informar cuales tramas han llegado sin problemas. La transmisión de estas tramas es de forma sincrónica y full-duplex.

El CCITT en 1976, recomendó para el nivel 2 de X.25, el llamado nivel de enlace, que utiliza el procedimiento de acceso al enlace de datos denominado LAP (*Link Access Procedure*), el cual está basado en el modo UA (modo normal en el que no es posible iniciar una respuesta sin haber recibido un "poleo" en un comando, existiendo una sola estación de comando) del protocolo HDLC (*High Level Data Link Control*). En 1980, ya que el protocolo HDLC no se ajustaba exactamente a los requerimientos de interfaz entre el nivel 2 y las redes de conmutación de paquetes, el CCITT transformó el LAP en un procedimiento balanceado denominado LAPB (*Link Access Procedure Balanced*), basado en el modo BA (modo asincrónico en el que cualquier respuesta a un comando puede ser emitida sin necesidad de esperar un "poleo" y cualquier estación puede asumir el papel de estación de comando en el enlace) de HDLC.

Aunque se ha nombrado a la clase de procedimiento HDLC utilizado en X.25 como asincrónica, el formato de los datos del enlace X.25 es sincrónico. El término asincrónico significa únicamente que cualquiera de las estaciones del enlace, pueden transmitir tramas en cualquier momento. Se puede concluir que en el nivel 2 de X.25 se transfieren tramas del tipo HDLC mediante el procedimiento definido por LAPB.

1.3.3 Procedimiento Balanceado de Acceso al Enlace (LAPB)

Como ya se ha dicho, en el nivel 2 de X.25 se transfieren tramas del tipo HDLC mediante el procedimiento definido por LAPB. Este procedimiento se divide en tres fases:

1. Establecimiento del enlace.- Se determina mediante una trama de comando emitida por el DTE o el DCE para determinar si el otro extremo está listo para transmitir y recibir tramas de datos. Si el otro extremo está listo, emitirá un acuse de recibo positivo mediante una trama de respuesta. El formato de la trama indicará si ésta es de comando o de respuesta.
2. Transferencia de información.- Se transfieren tramas conteniendo los datos de usuario. Se verifica que las tramas lleguen en la secuencia correcta y libres de error. El mensaje del usuario estará en paquetes dentro de estas tramas.

3. Desconexión del enlace.- Se establece que la información transferida está completa y se desconecta el enlace mediante un comando y esperando una respuesta de desconexión del otro extremo.

El protocolo LAPB no especifica la presencia de un solo maestro o esclavo, sino que cada extremo del enlace DCE-DTE puede convertirse, mediante la emisión de un comando, en estación maestra, como lo indica la figura 1-12.

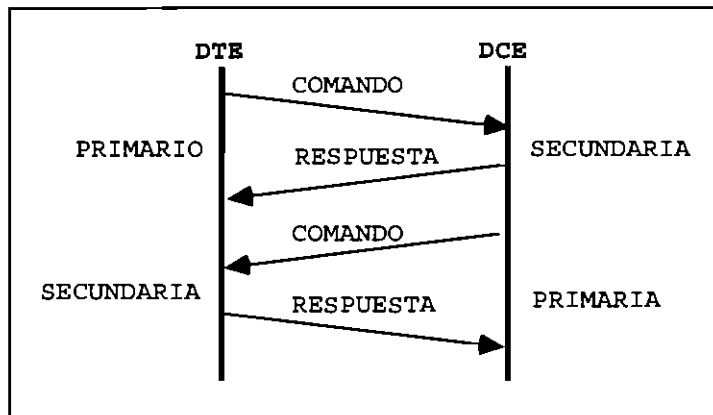


Figura 1-12 Relaciones DTE/DCE bajo el protocolo LAPB.

Siempre que un extremo del enlace desee iniciar la comunicación puede hacerlo, siempre que desee transmitir datos, el otro extremo estará recibiendo (pudiendo a su vez transmitir datos de forma simultánea) y cualquiera de los extremos puede causar una desconexión del enlace.

1.3.4 Funciones del Nivel 2 de X.25

El nivel enlace de X.25 es el encargado de efectuar las siguientes acciones:

- Construcción de las tramas (mediante banderas delimitadoras).
- Transparencia de información (diferenciación entre datos y banderas).
- Control de errores (Revisión de redundancia cíclica).
- Control de secuencia de tramas (mediante contadores).
- Control de la línea (en modo balanceado ambas estaciones pueden generar comandos).
- Control de tiempo (contadores de tiempo).
- Control de flujo (tramas de recepción no disponible).

Estas funciones pueden ser encasilladas en cuatro grupos:

- Administración del enlace.
- Control de errores.
- Control de flujo.
- Recuperación de fallas.

a) Administración del enlace.- El protocolo LAP-B utiliza varias tramas de diferentes tipos. Algunas tramas contienen los datos de la aplicación del usuario, otras, están encargadas de la administración del enlace realizando funciones tales como: aceptación o rechazo de tramas, desconexión del enlace, y varios modos de respuesta. Estas tramas de administración son conocidas como "tramas de comando y de respuesta".

b) Control de errores.- La finalidad del protocolo LAP-B es la de asegurar que los datos del usuario sean transferidos a través del enlace libres de errores. Para tal cometido, en el extremo emisor cada trama saliente es numerada de forma secuencial (campo de control de la trama) y sobre los datos se realiza un chequeo de redundancia cíclica (CRC). En el extremo receptor las tramas son ordenadas de acuerdo a su numeración. En el caso de presentarse errores en la transmisión, éstos serán detectados en el campo de CRC y se pedirá la retransmisión de la trama al extremo emisor. De esta forma se logra un enlace con un alto grado de seguridad.

c) Control de flujo.- Tiene que ver con el proceso mediante el cual el receptor de datos indica al emisor que suspenda temporalmente la emisión de tramas ya que no está listo a recibirlas (por ej. por limitaciones de almacenamiento). El control de flujo es realizado por el protocolo LAP-B mediante la numeración de secuencia de tramas y por una variable denominada tamaño de ventana (*window size*). El tamaño de la ventana es el número de tramas que pueden ser enviadas a través del enlace, antes de que el emisor cese la transmisión de las mismas hasta recibir un acuse de recibo por parte del receptor.

d) Recuperación de fallas.- En el modelo OSI todo nivel debe proveer los medios para la recuperación de fallas en el nivel inferior. De acuerdo a esto, LAP-B permite la recuperación de errores producidos en el nivel físico, a través de su esquema de secuenciamiento y acuses de recibo. En la mayoría de las redes públicas de paquetes se cuenta con caminos alternativos, por lo que, si LAP-B sensa una falla en el nivel físico, reencaminar su información por cualquiera de las rutas físicas alternativas.

1.3.5 Estructura de las Tramas X.25

La figura 1-13a esquematiza la transferencia de tramas X.25 entre un PAD y un FEP, la figura 1-13b indica la división de una trama X.25 en sus diferentes campos, cada uno de los cuales cumple con una función en particular.

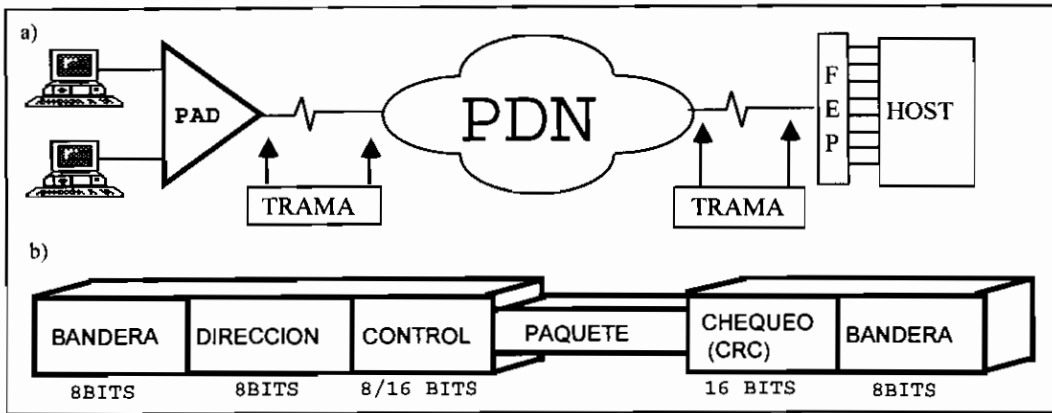


Figura 1-13. a) Transferencia de tramas X.25.

b) Estructura de la trama X.25.

De acuerdo a la figura 1-13b, la trama X.25 tiene los siguientes campos:

- a) Banderas delimitadoras de la trama X.25.

El protocolo utilizado en el nivel 2 de X.25 es orientado al bit, es decir que el receptor reconocerá una secuencia particular de bits para determinar el inicio y fin de una trama. En los protocolos orientados al carácter, por ejemplo el "Bisincrónico", el receptor opera en función del reconocimiento de caracteres de control tales como el inicio de texto (*STX: Start of Text*), siendo estos caracteres de control distintos para diferentes códigos. Los protocolos orientados al bit permiten que los datos sean intercambiados independientemente del código de representación de datos utilizado.

La secuencia elegida como señal delimitadora de tramas es un patrón de 8 bits: 01111110 (7E en hexadecimal). Ambos extremos del enlace DTE/DCE verifican el flujo de datos en busca de esta bandera delimitadora, su presencia puede indicar el inicio o el fin de una trama. Para evitar que los otros campos de la trama que tengan una secuencia similar a la de la bandera causen confusiones en la delimitación de las tramas, se utiliza una técnica de "relleno de bits" (*bit stuffing*).

La técnica de "relleno de bits" localiza secuencias similares a la de las banderas, e inserta un cero al encontrarse con cualquier secuencia de 5 bits de 1L. En el extremo receptor, si se reciben 5 bits 1L consecutivos, se analizará el sexto bit de la secuencia de la siguiente manera: si el sexto bit es un cero, se asumirá que fue insertado para evitar confusión con las banderas y se lo extraerá de la secuencia. Si el sexto bit es un 1L, se supondrá que el séptimo será un cero y se marcará esta secuencia como una bandera de inicio o final de trama; si el siguiente bit después del sexto bit de 1L no es un cero, se considerará que esta trama es errónea y se la descartará.

b) Campo de dirección y la definición de DTE/DCE virtual.

La dirección de una trama es el primer campo presente luego de una bandera delimitadora y consta de 8 bits. Su función es la de indicar si la trama transmitida es un comando o una respuesta. Hay que mencionar que las tramas de información son siempre transmitidas como comando. Para este campo existen solamente dos direcciones posibles: A y B, las cuales toman los valores de 03H y 01H (valores hexadecimales) respectivamente. Los DTEs y DCEs descartarán cualquier trama que no tenga una de estas dos direcciones.

El campo de la dirección de una trama (ADX) es de mucha importancia, ya que además de indicar si la trama es de comando o respuesta, identifica que extremo del enlace DTE/DCE ha emitido el comando o la respuesta. La dirección que lleve una trama (A o B) está íntimamente relacionada con las definiciones de DTE y DCE virtuales.

Para entender el concepto de extremo virtual se debe comprender la diferenciación que hace el protocolo X.25 entre el interfaz DTE/DCE eléctrico y el denominado interfaz DTE/DCE virtual. En cuanto al interfaz eléctrico se hace la siguiente clasificación: DTE para los dispositivos terminales y DCE para los modems en el sentido más amplio. El protocolo X.25 define un DTE virtual como el extremo de DTE del enlace (dispositivos de usuarios o *hosts*) y DCE virtual como el extremo del enlace en la red de paquetes, tal como lo indica la figura 1-14a.

El protocolo X.25 define como dirección de trama para un DTE virtual el hexadecimal 03 (dirección A), y para un DCE virtual el hexadecimal 01 (dirección B). Este direccionamiento no significa que toda trama originada en el extremo de la red tenga una

dirección de 01H. Para el campo de la dirección de la trama se siguen las siguientes reglas:

1. Cuando se emite una trama de comando, la dirección debe ser igual a la dirección del otro extremo virtual.
2. Cuando se envía una respuesta, la dirección debe ser igual a la del extremo virtual que emite la trama.

Estas reglas se representan en la figura 1-14b.

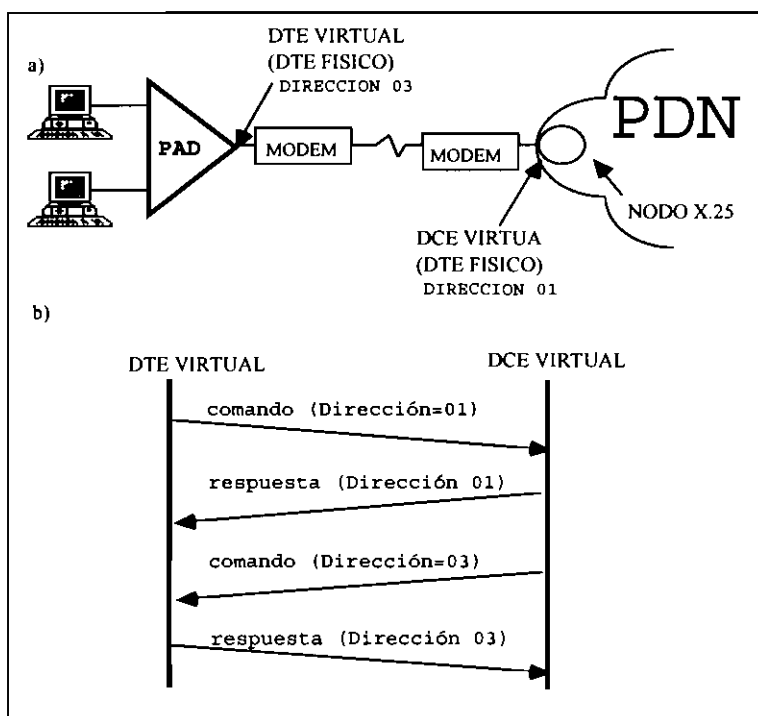


Figura 1-14. a) Transferencia de tramas X.25.

b) Estructura de la trama X.25.

c) Campo de control.

El campo de control es transmitido a continuación del campo de dirección. Consta de 8 bits en el caso de trabajar en **módulo 8** y de 16 bits en el caso de hacerlo en **módulo 128**. La tabla 1-4 presenta la codificación utilizada en el campo de control cuando se trabaja con módulo 8.

Tipo de Trama	Mnemónico	Octeto del campo de control						Nombre
		b8 b7 b6	b5	b4 b3 b2	b1			
SUPERVISION	INFO	N(R)	P	N(S)	0	<i>Information</i>		
	RR	N(R)	P/F	0 0 0	1	<i>Receive Ready</i>		
	RNR	N(R)	P/F	0 1 0	1	<i>Receive Not Ready</i>		
	REJ	N(R)	P/F	1 0 0	1	<i>Reject</i>		
NO NUMERADA	SABM	0 0 1	P	1 1 1	1	<i>Set Async. Balance Mode</i>		
	SABME	0 1 1	P	1 1 1	1	<i>Set Async. Balance Mode Extended</i>		
	DM	0 0 0	F	1 1 1	1	<i>Disconnect Mode</i>		
	UA	0 1 1	F	0 0 1	1	<i>Unnumber Acknowledgement</i>		
	DISC	0 1 0	P	0 0 1	1	<i>Disconnect</i>		
	FRMR	1 0 0	F	0 0 1	1	<i>Frame Reject</i>		

Tabla 1-4. Descripción del campo de control de una trama X.25.

Las funciones del campo de control son:

- Identificar el formato y función de la trama.
- Definir la numeración para las secuencias emisión y recepción de tramas.
- Cualificar comandos y respuestas.

C1. Formatos y funciones de las tramas.- Existen 3 tipos de tramas X.25: tramas de información (**tramas I**), de supervisión (**tramas S**) y tramas no numeradas (**tramas U**). De acuerdo a la tabla 1-4 las tramas I tienen el primer bit del campo de control en 0L. Los bits 1 y 2 son utilizados para diferenciar las tramas S de las tramas U (S: bit 1=1L, bit 2=0L; U: bit 1=1L, bit 2=1L). Dado que existen varios tipos de tramas S y U, se utilizan los bits 3 y 4 para una subdivisión de las tramas S y los bits 3, 4, 6 y 7 para subdividir las tramas U, de tal manera que se obtienen 3 funciones de trama S y 5 de trama U.

C2. Numeración de tramas enviadas y recibidas.- En el caso de las tramas I, tres bits (bits 2, 3 y 4 del octeto de control) son utilizados para numerar las tramas enviadas mediante el número de secuencia de envío N(S), desde 0 hasta 7 ($2^3 = 8$). Ya que las tramas serán numeradas de 8 en 8, esta acción cíclica es referida como **módulo 8**. En las tramas I y S, para el reconocimiento de las tramas recibidas se utiliza el número de secuencia de recepción N(R), el cual consta de 3 bits (bits 6, 7 y 8) e igualmente varía de forma cíclica entre 0 y 7. N(R) representa el número de la próxima trama que se espera recibir, es decir es un acuse de recibo positivo de las tramas anteriores a N(R). Ya que ni N(S) ni N(R) están presentes en las tramas U, éstas llevan el nombre de tramas no numeradas.

Cuando se trabaja con **módulo 128**, el campo de control tiene un octeto adicional (16 bits en total), el cual es compartido por los contadores N(R) y N(S) con 4 bits cada uno, por lo que en total estos contadores poseerán 7 bits (3 bits del octeto 1 y 4 bits del octeto 2). De esta forma, las tramas se numeran en forma cíclica desde 0 hasta 127 ($2^7 = 128$), lo cual es conocido como conteo de secuencia de trama extendido.

C3. **Cualificación de comandos y respuestas.**- El bit 5 del campo de control, denominado bit P/F (*poll/final*), es un mecanismo de sincronización entre los lados primario y secundario del enlace. El bit P pertenece siempre a una trama de comando y el bit F a una de respuesta. Normalmente este bit es un 0L, pero si el primario necesita una respuesta inmediata pondrá un 1L en el bit P de la trama de comando, y la respuesta a este comando se identificará en la trama enviada en respuesta por el secundario mediante un 1L en el bit F.

d) El campo de información.

El campo de información se encuentra entre los campos de control y de revisión de errores en forma de octetos (8 bits por byte). El contenido y tamaño de este campo depende del nivel 3 de X.25, pues aquí es depositado el paquete de datos. Las tramas de información contendrán un solo paquete de datos, mientras que las tramas S y U no contendrán este campo, excepto en el caso de las tramas FRMR¹³.

e) El campo de la secuencia de revisión de la trama (*FCS: Frame Check Sequence*).

Este campo, de 16 bits (dos octetos), es transmitido en todo tipo de trama y contiene el resultado del cálculo (realizado en el extremo emisor) de un polinomio generador realizado sobre los campos de dirección, control e información. En el extremo destino, ha de realizarse el cálculo del polinomio sobre estos mismos campos incluyendo el campo de FCS el resultado de este polinomio generador es un código en particular (0001110100001111 binario ó 7439 en decimal) en ausencia de errores de transmisión. Si el código es incorrecto, el receptor rechaza esta trama. Desde el punto de vista del usuario, las matemáticas utilizadas en el FSC no son de importancia, sino en el hecho de que aseguran la integridad de los datos recibidos.

¹³ Se explicará la función de esta trama en el numeral 1.3.6 de este capítulo.

1.3.6 Tipos de Tramas X.25

En el numeral 1.3.5 se estableció que existen tres tipos de tramas: tramas I, Tramas S y tramas U. Ya que las tramas I no merecen mayor explicación que la dada en el numeral citado, se pasará a la descripción de los otros dos tipos de tramas.

a) Tramas de Supervisión (*Supervisory Frames*).

Estas tramas supervisan el enlace realizando funciones tales como:

- Acuses de recibo de tramas I.
- Pedido de retransmisión de tramas I.
- Pedido de suspensión temporal de transmisión de tramas I.

Existen tres tipos de tramas de supervisión: *Receiver Ready*, *Receiver Not Ready* y *Reject*.

a1. *Receive Ready (RR)*.- Puede ser enviada por el DTE o DCE, como comando o respuesta. Sus funciones son:

- Indicar que se está listo para recibir una trama I. La trama esperada es indicada por el contador $N(R)$. En este caso RR es un comando (bit P es 1L).
- Dar un acuse de recibo positivo de las tramas recibidas hasta la trama $N(R) - 1$. En este caso RR es una respuesta.

a2. *Receive Not Ready*.- Puede ser emitida por el DTE o el DCE como un comando o una respuesta. Esta trama es utilizada para indicar una condición de ocupado, es decir la imposibilidad temporal de recibir tramas I del otro extremo del enlace. El número de las tramas I recibidas correctamente se indica con el contador $N(R)$ (siguiendo la regla de $N(R) - 1$). Esta condición de ocupado es cancelada mediante la emisión de una trama RR. Una trama RNR con el bit P en 1L puede ser utilizada como requerimiento de status del DTE o DCE del otro extremo del enlace.

a3. *Reject (REJ)*.- Puede ser enviada por un DTE o un DCE como un comando o una respuesta. Cuando es un comando (bit P = 1L), indica un requerimiento de

retransmisión, del secundario, de las tramas I a partir de la trama N(R). Esta trama puede ser utilizada como una respuesta (bit F = 1L) cuando el otro extremo ha enviado N(S) tramas y desea confirmar, mediante un RR si han llegado correctamente. Entonces en respuesta a esta RR, se enviará una trama REJ indicando en N(R) que se han recibido las tramas N(S) del otro extremo hasta un valor de N(R) - 1, con lo que se pide la retransmisión de las tramas N(S) enviadas por el otro extremo a partir de la trama N(R).

b) **Tramas No Numeradas (*Unnumbered Frames*).**

Estas tramas describen el modo de operación del enlace. Dos de ellas son utilizadas como comandos: SABM y DISC, y las tres restantes como respuesta: UA, DM y FRMR. Estas tramas no realizan ningún tipo de conteo de secuencias (de aquí su nombre de tramas no numeradas) y no contienen el campo de información, con la excepción de la trama FRMR, la cual contiene tres octetos de información en la cual se describe el motivo por el cual la trama ha sido rechazada.

- b1. *Set Asynchronous Balanced Mode (SABM)*.- Utilizada para colocar la dirección de DTE o DCE en una condición de lista a recibir y generar tramas I. Esta condición es llamada modo balanceado asincrónico ya que ambos extremos del enlace pueden generar comandos o respuestas en cualquier momento. El extremo secundario acepta esta condición mediante una trama de aceptación UA (*unnumbered acknowledgment*). Mediante este intercambio (SABM/UA), los contadores N(S) y N(R) serán reinicializados, por lo que todas las tramas transmitidas antes de este intercambio no serán confirmadas con un acuse de recibo.

Lo escrito anteriormente es válido cuando se trabaja en módulo 8. Cuando se opera en módulo 128 se habla de una trama SABME (*Set Asynchronous Balanced Mode Extended*), este tipo de operación no es soportada por todas las redes de conmutación de paquetes (es una facilidad opcional).

- b2. *Disconnect (DISC)*.- El primario emite esta trama para indicar al secundario la suspensión de operaciones. El secundario acepta un DISC, mediante la emisión de una trama UA al primario y luego entra en fase de desconexión. Cualquier

trama I transmitida previamente a un DISC y que no haya recibido un acuse de recibo, no será confirmada con tal acuse.

- b3. *Disconnect Mode (DM)*.- Esta trama es transmitida por el secundario como una respuesta al primario para informarle que está en un estado de desconexión lógica. El secundario saldrá de este estado de desconexión únicamente al recibir una trama SAMB y responderá al resto de tramas recibidas, mediante un DM.
- b4. *Unnumbered Acknowledgement (UA)*.- Es transmitida por el lado secundario como un acuse de recepción y aceptación de una trama de comando no numerada. Los comandos recibidos no son aplicados mientras no se emita una trama UA.
- b5. *Frame Reject (FRMR)*.- Esta trama es transmitida por el secundario como reporte de una condición de error. FRMR indica al primario la imposibilidad de realizar alguna acción por lo que no pide retransmisión, únicamente rechaza el comando y explica el motivo de su rechazo. Esta trama se diferencia de la trama REJ en que REJ solicita retransmisión debido a la presencia de errores en la trama recibida.

Una trama FRMR puede ser emitida por una de las siguientes causas:

- Recepción de un comando o respuesta no válida o no implementada.
- Recepción de una trama I con una longitud de campo de información superior a la máxima permitida.
- Recepción de una trama con un campo de información no permitido, o recepción de tramas S o U con una longitud incorrecta.
- Recepción de una trama con un valor no válido de N(R).

El campo de información de una trama FRMR consta de tres octetos. Su estructura se indica en la figura 1-15. El primer octeto indica el campo de control de la trama recibida que causó el FRMR. En el segundo octeto, N(S) y N(R) indican el estado actual de los contadores del dispositivo secundario que emite la trama FRMR; el bit *, si tiene un valor de 0L indica que la trama rechazada es una trama de

comando y si es 1L, que la trama rechazada es una respuesta. El bit menos significativo del segundo octeto es siempre un 0L.

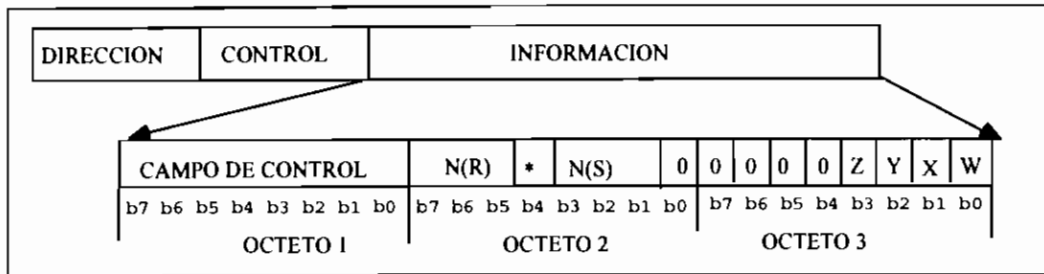


Figura 1-15. Campo de Información de la trama FRMR.

El tercer octeto consta de los siguientes bits:

Bit Z: Con un valor de 1L indica que el campo de control de la trama rechazada contiene un N(R) no válido. El bit W debe ser puesto en 1L en conjunto con el bit Z.

Bit Y: Si es un 1L indica que el campo de información de la trama rechazada es demasiado grande.

Bit X: Con un valor de 1L indica que el campo de control de la trama recibida no es considerado válido ya que la trama tiene un campo de información no autorizado, o debido a que la trama recibida fue una trama S o U con una longitud incorrecta. El bit W debe ser puesto en 1L en conjunto con el bit X.

Bit W: Si es un 1L indica que el campo de control de la trama rechazada no es válido.

1.3.7 Procedimiento de Transferencia de Datos en Tramas X.25

La figura 1-16a muestra el esquema de un enlace X.25 entre un DTE remoto y el DCE de la red de conmutación de paquetes. El procedimiento utilizado por X.25 puede ser dividido en 3 partes:

- Establecimiento del enlace.
- Transferencia de información.

- Desconexión del enlace.

Los paquetes de usuario serán transferidos (insertados en la trama) únicamente en la fase de transferencia de información entre el primario (DTE o DCE que envía un comando) y el secundario (DTE o DCE que envía una respuesta).

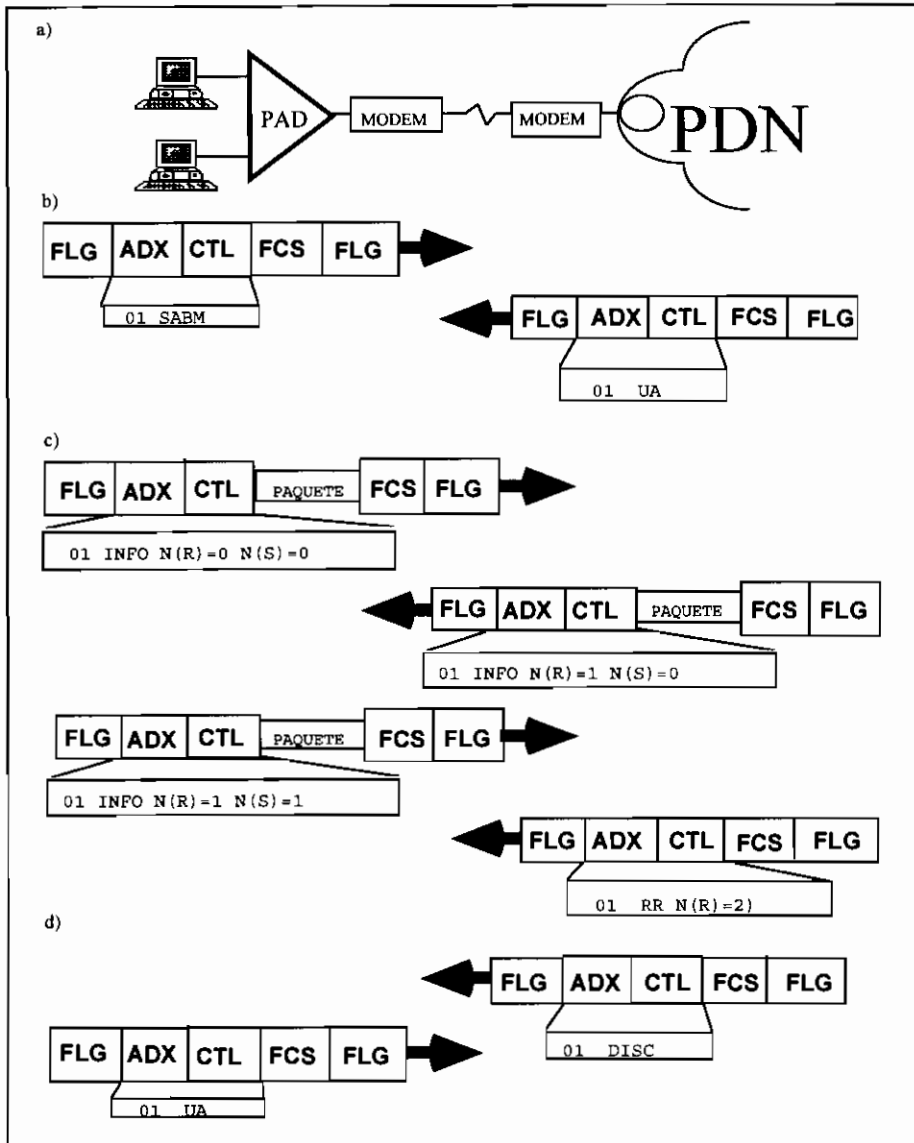


Figura 1-16. a) Comunicación entre un PAD y la red X.25
 b) Secuencia de inicialización del enlace.
 c) Secuenciamiento de tramas X.25.
 d) Secuencia de desconexión del enlace.

a) Secuencia de Iniciación del Enlace.

El enlace entre un DTE y un DCE es realizado mediante una trama SABM utilizando un secuenciamiento de trama en módulo 8. Cuando se trabaja en módulo 128,

la inicialización del enlace será efectuada mediante una trama SABME. Para garantizar que ambos dispositivos del enlace estén en una misma fase antes de iniciarse el enlace, el CCITT permite la emisión de una trama DISC con anterioridad al envío de la trama SABM. Además, el DCE (extremo de la red de paquetes) puede enviar una trama DM para requerir que el DTE envíe una trama SABM.

Cuando se envía una trama SABM a un DTE o DCE y éste no está listo, en respuesta se enviará una trama DM. Es importante que el DTE envíe una SABM con el bit P en 1L, de tal forma que la respuesta del DCE tenga el bit F en 1L y si el DCE envía un DM al DTE, éste no sea confundido con un pedido de envío de una SABM. Una vez enviada una SABM, el dispositivo emisor ignorará todas las tramas que reciba, con excepción de las tramas UA, SABM, DISC o DM.

Cuando el secundario ha recibido una trama SABM y está listo a iniciar el enlace, responde con una trama UA, como lo muestra la figura 1-16b.

b) Fase de Transferencia de Información.

Una vez inicializado el enlace, se puede transferir la información del usuario mediante las tramas I. El campo de control de las tramas I es el más complejo de los tres tipos de trama existentes (I, S y U), por lo cual en ellas se lleva un complicado sistema de secuenciamiento, mediante los contadores $N(S)$ y $N(R)$.

Cuando el DTE tiene una trama para transmitir, revisa en su variable de estado de emisión $V(S)$ y toma este valor para $N(S)$, de igual forma incluirá en la trama I el contador $N(R)$ con un valor igual a su variable $V(R)$. Al inicio de la transmisión, estas variables tienen un valor de cero, por lo que $N(S)$ indicará el número de trama emitida y $N(R)$ el número de la trama que espera recibir. Las variables que controlan los contadores tienen un comportamiento cíclico desde 0 hasta 7, luego de lo cual se volverá a emitir una trama con valor 0, siempre que se haya recibido un acuse de recibo positivo de la octava trama (trama 7) cuando se trabaja en módulo 8.

Un ejemplo del modo de operación de los contadores se presenta en la figura 1-16c. EL DTE emite la primera trama I con $N(S) = 0$ y $N(R) = 0$, el DCE transmite su primera trama I con $N(S) = 0$ y $N(R) = 1$, indicando que ya ha recibido la trama 0 y espera recibir la trama 1. El DTE emite su segunda trama con $N(S) = 1$ y $N(R) = 1$, indicando que

ha recibido la primera trama del DCE y espera recibir la segunda trama (trama 1 del DCE). Si el DCE no tiene información que enviar, emitirá tramas RR, para indicar mediante el contador $N(R)$ que ha recibido correctamente hasta la trama $N(R) - 1$.

Ambos extremos (DTE y DCE) conservarán en sus *buffers* las tramas enviadas, hasta recibir un acuse de recibo positivo (ACK), luego de las cuales serán borradas de la cola del *buffer*. Por ejemplo, si el DTE ha emitido 5 tramas, sin recibir un ACK de las tramas 2, 3, 4 y 5, y recibe una trama con $N(R) = 4$, borrará de sus *buffers* las tramas 2 y 3, conservando las tramas 4 y 5 hasta recibir un ACK. El incluir los acuses de recibo en las tramas I, mediante el contador $N(R)$, reduce retardos en la red.

El número de tramas que pueden ser emitidas antes de recibir un ACK está determinado por el parámetro k (tamaño de ventana de trama), el cual es fijado por mutuo acuerdo entre el usuario y el administrador de la red X.25. Normalmente se suele trabajar con un tamaño de ventana igual a 7, es decir en módulo 8.

En el caso de producirse condiciones de ocupado en uno de los extremos del enlace o bajo condiciones de error, éstos serán manejados por el protocolo X.25 de nivel 2, mediante control de flujo y control de errores, lo cual será explicado más adelante.

c) Secuencia de Desconexión del Enlace.

El primario (DTE o DCE) envía al secundario (DTE o DCE) una trama DISC como comando para iniciar la desconexión del enlace. Para que el lado emisor de la trama DISC pueda desconectarse, necesita recibir del secundario una trama UA, como lo muestra la figura 1-16d. Cuando se emite una trama DISC, en el lado emisor se activa un temporizador denominado $T1$, el cual fija el tiempo de espera de una respuesta del otro extremo del enlace. Al recibir una trama UA el temporizador $T1$ es detenido. Si no se recibe una trama UA y expira el tiempo $T1$, se retransmitirá la trama DISC tantas veces como lo indique el parámetro $N2$ (preseleccionado por acuerdo entre el usuario y el administrador de la red). El parámetro $N2$ establece el número de veces que una misma trama debe ser retransmitida bajo condiciones de error, antes de que se inicie algún procedimiento de recuperación del enlace.

Si antes de recibir una trama DISC, el secundario estuvo en fase de desconexión, emitirá al primario una trama DM. Por esto, es importante que el DTE emita las tramas

DISC con el bit P = 1, de tal forma que la respuesta del DCE tenga el bit F = 1 y de ser una trama DM, no sea confundida por el DTE como un pedido de envío de una trama SABM.

Si el DCE experimenta una falla interna o detecta errores en el enlace (recepción de tramas FRMR, DM u otra con el bit F = 1 en respuesta a una tram con el bit P = 0), emitirá una trama DM pidiendo el envío de una trama SABM o enviando su propia SABM.

1.3.8 Control de Flujo en el Nivel 2 de X.25

Durante una transmisión de tramas X.25, si el DTE o DCE entra en una condición de ocupado (comúnmente debido a problemas de saturación de *buffers*), se deberá emitir una trama RNR para indicar al otro extremo del enlace la imposibilidad de seguir aceptando paquetes de información. Todas las tramas recibidas luego de la emisión de un RNR serán descartadas y si fueron recibidas correctamente (campo FCS correcto), para terminar esta condición de ocupado, en lugar de una trama RR, deberá enviarse una trama REJ para informar al otro extremo que todas las tramas rechazadas deben ser retransmitidas.

El DTE o DCE que reciba una trama RNR puede tomar una de las siguientes acciones:

1. Si ya se ha emitido una trama I, se esperará por una trama RR o hasta que finalice el temporizador T1. Si se recibe un RR, la transferencia de información continua; en el caso de terminarse el tiempo T1, se inicia el procedimiento de "no response" (explicado en el siguiente numeral).
2. Se envía una nueva trama I, se activa el temporizador T1 y se sigue el procedimiento 1.
3. Al expirar el tiempo T1 se envía una trama RR con el bit P en 1L, se inicia un nuevo tiempo T1, y si al terminar este tiempo no se recibe una respuesta, se inicia el procedimiento de "no response".

1.3.9 Manejo de Condiciones de Error en el Nivel 2 de X.25

La figura 1-17 muestra el modo en el que opera el temporizador T1. El DTE envía la trama de inicialización SABM e inmediatamente activa el temporizador T1, al recibirse un acuse positivo (trama UA) desde el DCE, este contador es detenido. A continuación se envía la primera trama de información, el temporizador T1 es iniciado y al recibirse una trama de RR, T1 es detenido. Al enviar el DTE su segunda trama, se activará nuevamente T1 y así sucesivamente.

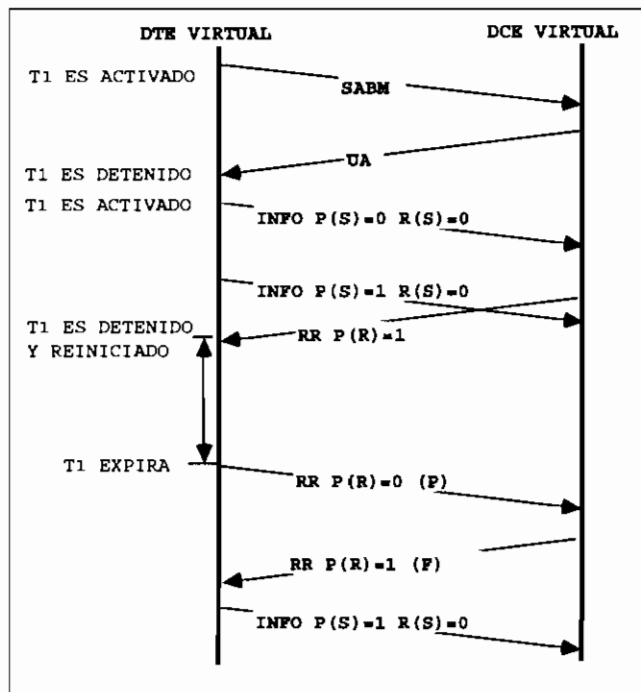


Figura 1-17. Operación del Temporizador T1.

Para el ejemplo de la figura 1-17, el DTE ha enviado las tramas cero y uno de forma consecutiva, por lo que al recibir una trama RR confirmando la llegada al DCE de la segunda trama, automáticamente se desactiva el temporizador T1 que fué activado al enviar la primera trama, pero como se envió de forma consecutiva la segunda trama, este temporizador es activado nuevamente hasta recibir un acuse de recibo de esta última trama. Si T1 expira y no se ha recibido un acuse de recibo de la segunda trama, entonces el DTE envía una trama de RR como comando que requiere una respuesta inmediata (bit P en 1L) para revisar el estado del enlace. La trama de comando será enviada el número de veces indicado por un parámetro denominado N2, entonces se presentará una de las siguientes situaciones:

1. Si el DCE emite un RR en respuesta al RR enviado como comando desde el DTE, el proceso de transferencia de información será reanudado. De acuerdo a la figura 1-17, el RR emitido por el DCE indica que espera recibir la trama 1 (la cual ya había sido emitida por el DTE), por lo que el DTE retransmitirá la trama 1, concluyéndose la secuencia de recuperación del error.
2. En el caso de que el número de tramas de comando retransmitidas iguale al valor del parámetro N2, sin recibirse un RR del otro extremo del enlace, se considerará que el enlace está abajo (*link down*). El primario reinicializará el enlace (emitiendo una trama SABM) o pedirá al otro extremo que lo inicie (mediante una trama DM).

En el caso de que una trama I sufra deterioros en la transmisión (llegará con un FCS erróneo), el extremo que la reciba no emitirá un acuse de recibo ni para ésta ni para las siguientes tramas que lleguen, permitiendo que el proceso de T1/N2 obligue al extremo emisor a retransmitir las tramas no aceptadas.

Cuando se reciban tramas I fuera de secuencia (N(S) diferente del N(R) esperado en el secundario), estas tramas serán descartadas y se emitirá una trama de REJ generalmente con el bit P = 1L, para obligar al otro extremo del enlace a emitir una trama RR, RNR o REJ (dependiendo del estado del extremo que recibe el REJ) con el bit F = 1L. Después de este proceso el primario volverá a emitir las tramas I no reconocidas (con el bit P = 1L para indicar que son tramas retransmitidas), empezando con N(S) igual al N(R) indicado por la trama de REJ recibida.

Puede darse el caso de que existan errores no recuperables por medio de retransmisiones. Las razones de esta situación pueden ser:

1. Recepción de tramas con el campo de control no válido.
2. Recepción de tramas con el campo de información demasiado extenso. La máxima extensión del campo de datos es fijado por el parámetro N1 (normalmente 128 bytes).

3. Recepción de una trama con el contador N(R) distinto del esperado, aún si esto se debe por corrupción de las tramas transmitidas anteriormente y que no recibieron acuse de recibo.
4. Recepción de una trama con campo de datos que no es una trama I, o de una trama con una longitud incorrecta (por ej. una trama RR debe tener siempre 3 octetos de longitud, excluyendo las banderas).

Una trama FRMR debe ser emitida al recibir una trama con un CRC (revisión de redundancia cíclica en el campo FCS) correcto, lo cual indica que el error fue cometido en el dispositivo emisor y no es debido al medio de transmisión, por lo que una retransmisión no sería útil.

Después de emitir una trama FRMR, no se aceptará ninguna trama I hasta que el otro extremo reinicialice el enlace. Si el DCE envía la FRMR, podrá emitir además una trama DM para conseguir que el DTE reinicialice el enlace.

1.3.10 Características del Protocolo X.25 de Nivel 3

El protocolo del nivel 3 de X.25, también conocido como nivel de paquete o de red, especifica los procedimientos de establecimiento, mantenimiento y liberación de circuitos virtuales entre DTEs sobre un enlace. La unidad manejada por este nivel para la transferencia de información entre DTEs es el paquete de datos. La dimensión de estos paquetes comúnmente es de 128 bytes, pero la mayoría de las redes permite su negociación entre tamaños de 16 hasta 4.096 bytes.

Puesto que el nivel 3 de X.25, define la relación entre canales físicos, lógicos y circuitos virtuales, es necesario hacer una breve definición de cada uno de estos términos antes de continuar con la descripción de este nivel:

- Canal Físico.- Medio utilizado para el enlace entre el usuario (a través de un PAD o directamente con un terminal operando en modo de paquete) o FEP y el primer nodo de la red X.25 al cual se conecta.

- Canal Lógico.- Definido en el nivel de enlace como el medio por el cual se transfieren los datos en forma bidireccional (full-duplex). Cada PAD, FEP, Nodo X.25 o Terminal operando en modo de paquete dispone de varios canales lógicos, de acuerdo a su capacidad de procesamiento, como recursos para establecer circuitos virtuales.

Por ejemplo si en un PAD se define por software 4 canales lógicos, este PAD podrá establecer hasta cuatro circuitos virtuales PVCs o SVCs con otro usuario de una red X.25 (se entiende que el nodo de red al cual se conecta el PAD deberá tener 4 o más canales lógicos disponibles para canal físico con el cual se enlaza al PAD).

- Circuito Virtual.- Arreglo de conexiones lógicas que establecen una ruta para los paquetes de datos a través de una red X.25. Puesto que una conexión entre dos usuarios de la red involucra dos enlaces lógicos con la nube X.25 (uno por cada extremo), se define que un circuito virtual consta de 4 canales lógicos, dos por cada enlace (uno en el PAD, FEP o Terminal en modo de paquete y otro en el nodo de la red).

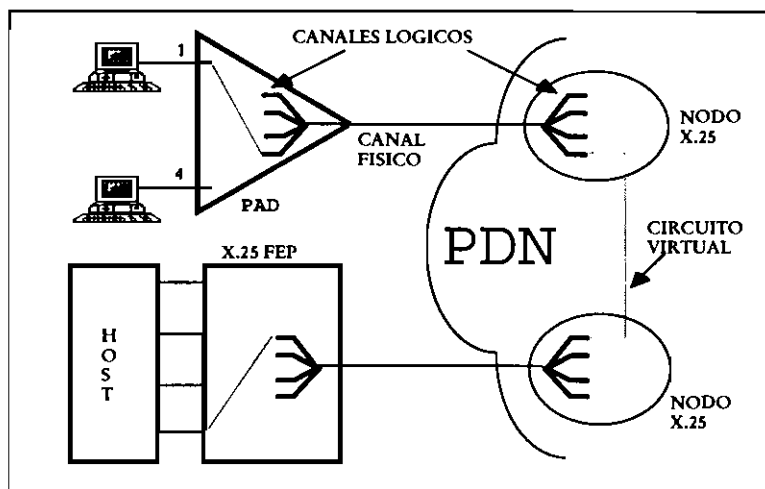


Figura 1-18. Canales físicos, lógicos y circuitos virtuales.

La figura 1-18 presenta gráficamente las definiciones expuestas. Para las conexiones entre los nodos de la red, generalmente uno asume el papel de DTE virtual y el otro el papel de DCE virtual.

En cuanto a la asignación de canales lógicos, la norma X.25 establece como regla que los DTEs virtuales seleccionan, para formar un circuito virtual, el canal lógico de más alta numeración disponible, mientras que los DCEs virtuales seleccionan el canal lógico de más baja numeración disponible. Más adelante se dará la explicación a esta regla.

En el nivel 3 de X.25 se define el que un canal físico puede ser tratado como un conjunto de múltiples canales lógicos, cada uno de los cuales contiene un circuito virtual. Este nivel no encaja exactamente con el nivel 3 de la estructura OSI, ya que se encarga de ciertas funciones del nivel 4, tales como la confirmación de liberación y la cualificación de los datos, aunque en la mayoría de las redes estas características son opcionales

Las recomendaciones emitidas para el nivel 3 de X.25 no son tan específicas como las de los niveles 1 y 2, dejándose al proveedor de la red, cierta libertad en la implementación de las funciones de los paquetes. Por ejemplo, ciertas redes no soportan el campo para el Código de Diagnósticos en los paquetes de indicación de *Reset* y *Clear*.

1.3.11 Asignación de Canales Lógicos y Manejo de Circuitos Virtuales

Cuando un usuario realiza una llamada a otro usuario a través de una red X.25, en cada DTE extremo del enlace se asigna uno de los canales lógicos predefinidos en los mismos, y éstos emitirán sus paquetes incluyendo el número del canal lógico elegido. Este número indica el canal lógico que conecta el DTE extremo con el DCE de la red X.25. Este canal lógico puede ser diferente en los DTEs de los extremos del enlace, pero cada DTE necesita conocer únicamente el número de canal asignado en su extremo.

Cuando se ha asignado números de canales lógicos a una llamada, entonces se tendrá establecido un circuito virtual entre DTEs por medio de los DCEs de la red. Es decir, un circuito virtual involucrará dos canales lógicos por cada enlace entre el DTE extremo y el DCE de la red (uno en el DTE y otro en el DCE). El CCITT recomienda que para una llamada X.25, en los DTEs sea asignado el canal lógico con mayor numeración disponible, y en los DCEs el de menor numeración disponible.

Como ya se mencionó, existen dos tipos de circuitos virtuales, los permanentes y los conmutados. Para los PVCs, la asignación de canales lógicos será fija (por ej. desde 1 hasta 16) y si en el mismo equipo se tienen SVCs, los canales lógicos serán asignados de

forma dinámica, empezando desde una numeración inmediata posterior al último número de canal lógico asignado para los PVCs (por ej. desde 17 hasta 32).

1.3.12 Formato y Tipos de Paquetes X.25

La figura 1-19a muestra el formato básico de un paquete X.25 (embebido en la trama X.25 de nivel 2: cabecera y trailer de trama) transferido entre dos DTEs. Los paquetes X.25 constan de dos campos bien definidos: la cabecera y el campo de datos. Básicamente existen 17 tipos de paquetes X.25, cada uno de los cuales es identificado mediante la cabecera de datos.

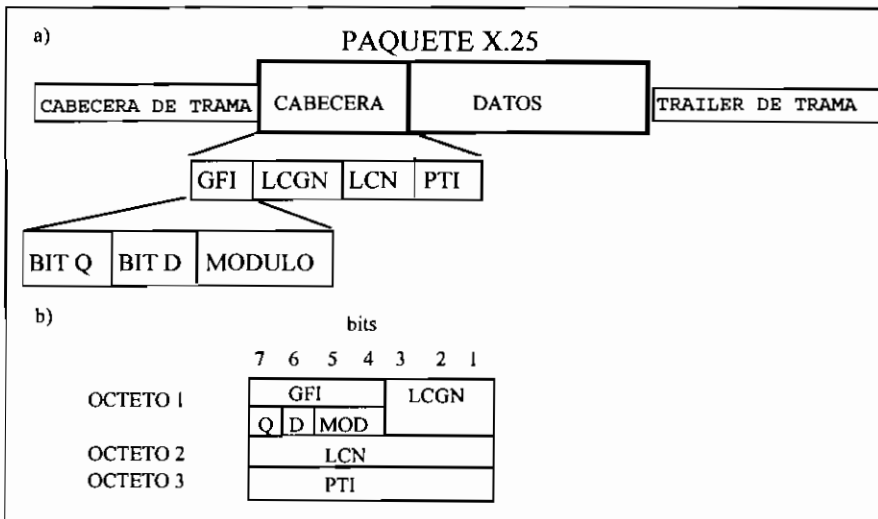


Figura 1-19. a) Estructura del paquete X.25.
b) Estructura de la cabecera del paquete.

a) Campo de Encabezamiento del Paquete X.25.

La cabecera del paquete contiene la siguiente información:

1. Tipo de paquete.
2. Número de canal lógico de origen del paquete.
3. Contadores de secuencia (de ser aplicables).
4. Si un paquete de datos contiene datos de usuario o de PAD.
5. Si el paquete debe ser confirmado desde el otro extremo del enlace (localmente) o desde el dispositivo destino.

6. Si un paquete de datos es parte de una serie de paquetes que conforman un mensaje.

La extensión de la cabecera del paquete X.25 es de 3 bytes (ver figura 1-19b) divididos en los siguientes subcampos:

a1. Identificador General de Formato (*GFI: General Format Identifier*):

Bit de Cualificación o bit Q (1 bit): Define si los datos en el paquete corresponden a datos de usuario (Bit Q=0L) o a comandos X.29 (Bit Q=1L), como paquetes de control para el PAD al cual está conectado el DTE (de estarlo). Este subcampo es válido únicamente para paquetes de datos, en los otros tipos de paquetes Q=0L.

Bit de liberación o bit D (1 bit): Define el tipo de acuse de recibo (D=1 para acuse de recibo local y D=0 para acuse de recibo remoto o *end-to-end*) utilizado por los paquetes de datos, RR, RNR y REJ. Para el resto de paquetes D=0.

Módulo o número de secuencia SN (2 bits): Define si los contadores de secuencia operan en módulo 8 (SN=01) o módulo 128 (SN=10). La mayoría de las redes de paquetes soportan únicamente la operación en módulo 8.

a2. Identificador de Canal Lógico (*LCI: Logical Channel Identifier*):

Este campo es codificado en todo paquete, siendo excepciones los paquetes de *restart* y de identificación de error. Este campo identifica el circuito virtual del paquete, y por tanto los DTEs origen y destino. Se divide en dos campos de 4 y 8 bits: Número de grupo de canal lógico (**LCGN: Logical Channel Group Number**) y número de canal lógico (**LCN: Logical Channel Number**) respectivamente. Es decir que se tienen 16 grupos (numerados de 0 a 15) de 256 canales lógicos (numerados de 0 a 255), por lo que sería posible tener hasta 4095 llamadas simultáneas, lo cual en la práctica no se da. En la mayoría de las redes de paquetes, se utiliza únicamente el grupo 0 sobre el enlace.

Como ejemplo de utilización de grupos múltiples se podría tener 4 grupos de canal lógico para seleccionar la categoría de los circuitos virtuales, con valores posibles de LCIs como sigue:

Circuito virtual	LCGN	LCN	LCI
PVCs	0	1-255	1-255
SVCs de entrada	1	0-255	1000-1255
SVCs bidireccionales	2	0-255	2000-2255
SVCs de salida	3	0-255	3000-3255

Es decir que dentro del grupo 0, que corresponde a los PVCs, se podrán tener hasta 256 canales lógicos. En el grupo 0, el canal lógico 0 es reservado para operaciones de diagnósticos y *restart*, por esto el grupo 0 empieza su numeración desde 1 en los LCNs.

a3. Identificador del Tipo de Paquete (*PTI: Packet Type Identifier*):

Contiene las secuencias de numeración de envío P(S) y recepción P(R) para paquetes de datos, y la identificación del tipo de paquete para la red de todos los paquetes emitidos. Los paquetes del tipo RR, RNR y REJ incluyen el contador P(R) para propósitos de acuse de recibo. En el resto de paquetes este campo sólo indica el tipo de paquete involucrado. La tabla 1-5 presenta los tipos de paquetes utilizados por X.25¹⁴.

Los campos involucrados en este identificador son:

Contador P(R): Especifica al dispositivo que recibe este paquete, la recepción correcta de todos los paquetes enviados con un P(S) igual a P(R) - 1. Este contador está presente únicamente en paquetes de datos, RR, RNR y REJ.

Indicador de Más Datos (Bit M): Indica la existencia de una división de un mensaje en varios paquetes. Cada paquete integrante de un bloque de datos fraccionado por su longitud, tendrá el bit M=1 para indicar la existencia de más datos del mismo bloque, excepto el último paquete, el cual llevará el bit M = 0. Este bit está presente únicamente en paquetes de datos.

Contador P(S): Indica el número del paquete que está siendo enviado; se encuentra presente únicamente en paquetes de datos.

¹⁴ El Anexo 7 contiene una descripción detallada, octeto por octeto, de los paquetes X.25.

Octeto del Campo PTI								TIPOS DE PAQUETES	
b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	Del DTE al DCE	Del DCE al DTE
0	0	0	0	1	0	1	1	CALL REQUEST	INCOMING CALL
0	0	0	0	1	1	1	1	CALL ACCEPT	CALL CONNECTED
0	0	0	1	0	0	1	1	CLEAR REQUEST	CLEAR INDICATION
0	0	0	1	0	1	1	1	CLEAR CONFIRAMATION	CLEAR CONFIRAMATION
P(R)			M	P(S)			0	DATA	DATA
0	0	1	0	0	0	1	1	INTERRUPT	INTERRUPT
0	0	1	0	0	1	1	1	INTERRUPT CONFIRMATIO	INTERRUPT CONFIRMATION
P(R)			0	0	0	0	1	RR	RR
P(R)			0	0	1	0	1	RNR	RNR
P(R)			0	1	0	0	1	REJ	-
0	0	0	1	1	0	1	1	RESET REQUEST	RESET INDICATION
0	0	0	1	1	1	1	1	RESET CONFIRMATION	RESET CONFIRMATION
1	1	1	1	1	0	1	1	RESTART REQUEST	RESTART INDICATION
1	1	1	1	1	1	1	1	RESTART CONFIRMATION	RESTART CONFIRMATION
1	1	1	1	0	0	0	1	-	DIAGNOSTICOS

Tabla 1-5. Tipos de paquetes X.25.

Finalmente, en los paquetes de *Call Request*, *Incoming Call*, *Call Accepted* y *Call Connected*, existe un formato de cabecera extendida, compuesta de un campo de direccionamiento de DTE (o de red), un campo de recursos de usuario (los cuales se explicará más adelante) y de un campo de datos de llamada de usuario (*Call User Data*). Este último campo está presente únicamente en los paquetes de *Call Request* e *Incoming Call* de forma opcional.

b) Campo de Datos del Paquete X.25.

Presente en los paquetes de datos y en resto de paquetes exceptuando los siguientes: *Receive Ready* (RR), *Receive Not Ready* (RNR), *Reject* (REJ), *Clear Confirmation* (Clr Conf), *Interruption Confirmation* (Int Conf), *Reset Confirmation* (Reset Conf) y *Restart Confirmation* (Restart Conf).

1.3.13 Modos de Direccionamiento en Redes X.25 Públicas y Privadas

El campo de dirección está presente únicamente en el campo de información (a partir del cuarto octeto del paquete) de los paquetes de *Call Request*, *Incoming Call*, *Call Accepted* y *Call Connected*. Como ya se ha mencionado, el campo de identificación de canal lógico (LCI) sirve para identificar los DTEs destinos únicamente en la fase de transferencia de datos. Pero si la conexión entre dos DTEs ha de ser conmutada, mediante un SVC, se ha de requerir la identificación de los DTEs origen y destino en los

paquetes de establecimiento de llamada. Una vez establecido el circuito virtual, para la identificación de los DTEs en diálogo, bastará el campo de LCI.

La recomendación X.121 normaliza el esquema internacional de direccionamiento a utilizar en las redes públicas. En las redes privadas, este esquema está sujeto al mejor criterio del administrador de la red.

a) Direccionamiento en redes X.25 públicas.

El formato de direccionamiento dado por la recomendación X.121 es como sigue:

(P)	+	(DNIC)	+	(NTN)
1 dígito		4 dígitos		hasta 10 dígitos

donde:

(P) = Prefijo internacional.

(DNIC) = Código de identificación de la red de datos.

(NTN) = Número de terminal de la red.

Típicamente, los campos P y DNIC no suelen estar presentes, a menos de que la llamada esté destinada a otra red pública de datos. El NTN puede tener menos de 10 dígitos, y los dígitos finales suelen ser utilizados como subdirecciones en algunas redes. El campo DNIC sirve para identificar específicamente una de las varias redes públicas de datos registradas en el mundo, mientras que el NTN indica el puerto específico de la red y es provista a cada suscriptor de la red. Los campos de subdirección indican los puertos específicos del suscriptor, en el caso de que este tenga un equipo de varios puertos (por ej. un PAD), o un recurso de la red (por ej. una dirección de control de la red). Generalmente las subdirecciones pueden ser cero, uno, dos o tres dígitos finales del campo NTN.

La figura 1-20 muestra la ubicación del campo de direccionamiento de red, dentro del paquete *Call Request*. De acuerdo al CCITT, este paquete debe contener la dirección del DTE destino, mientras que la dirección del DTE que origina la llamada es opcional. Es decir, este campo tiene una longitud variable, pudiendo contener entre 4 y 15 octetos. La combinación de las direcciones de origen y destino de llamada deben completar siempre un octeto, si esto no ocurre, el octeto final incompleto ha de ser rellenado por ceros (finalmente será ignorado por la red).

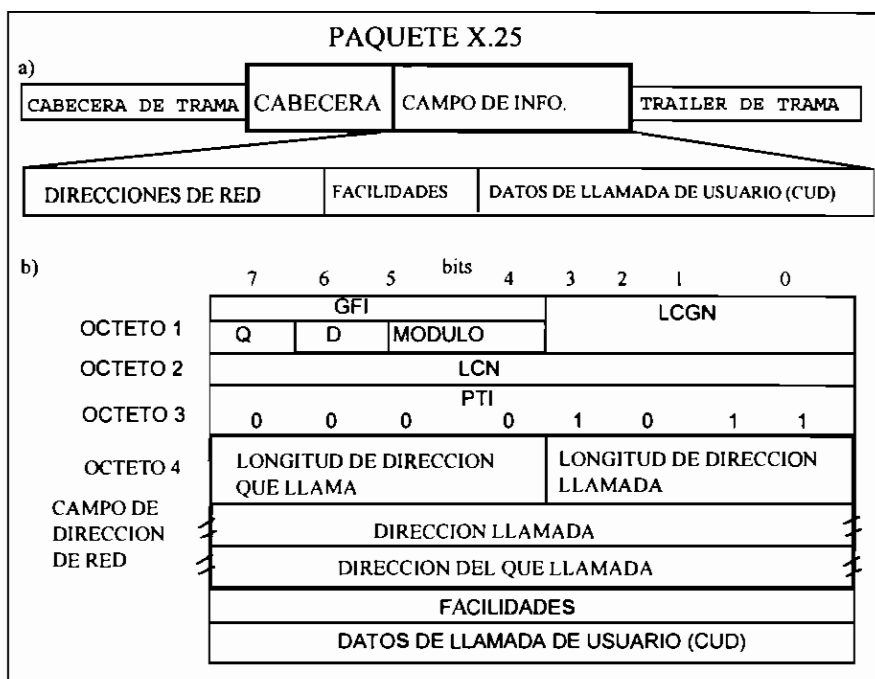


Figura 1-20. a) Subcampo de direcciones de red.

b) Detalle del subcampo de direcciones de red.

Como ejemplo, se desea llamar a la siguiente dirección X.121:

DNIC	NTN
8979	721543213

La dirección X.121 de llamada consta de 13 dígitos hexadecimales (8979721543213), es decir que el subcampo de dirección llamada, de acuerdo a la figura 1-20, tendrá 7 octetos. De esta forma los 8 octetos (del 4 al 11) del campo de dirección de red en el paquete de establecimiento de llamada serán:

Octeto	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	Valor	Significado
4	-	-	-	-	1	1	0	1	-, 13	Longitud de la dirección llamada (número de dígitos hexadecimales)
5	1	0	0	0	1	0	0	1	8, 9	Primeros dos dígitos del DNIC
6	0	1	1	1	1	0	0	1	7, 9	Segundos dos dígitos del DNIC
7	0	1	1	1	0	0	1	0	7, 2	Primeros dos dígitos del NTN
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
11	0	0	1	1	0	0	0	0	3, 0	Último dígito del NTN y dígito de "relleno"

El octeto 4 indica la extensión de la dirección de destino de la llamada, es decir el número de dígitos hexadecimales (cada octeto puede contener dos dígitos hexadecimales), por lo que los 13 dígitos pueden ser transportados en 7 octetos, el séptimo octeto (octeto 11) contendrá en sus bits más significativos el dígito 3 (último del número llamado), mientras que los bits menos significativos contendrán un carácter de relleno (0). Como se notará, este paquete no contiene la dirección de origen de llamada, ya que el DTE origen no necesita identificarse con su DCE local, no obstante, en el DCE se inserta esta dirección, y en el DCE de destino se retira la dirección de destino al ser entregado el paquete al DTE remoto, conservándose la de origen de llamada para que este último dispositivo conozca con quien va a dialogar.

b) Direccionamiento en redes X.25 privadas.

Para las redes privadas X.25, se suele dividir la red en varias áreas, cada área puede contener uno o más nodos X.25, estas áreas pueden ser divididas en subáreas. El número de dígitos necesarios para el campo de dirección dependerá del número de áreas y subáreas y del máximo número de nodos que contengan las subáreas. De ser necesario, cada subárea puede ser dividida en sub-subáreas. Con el fin de evitar problemas de enrutamiento, es una buena práctica el elegir un solo nodo por cada subdivisión mínima del área. Se elegirá entonces, como dígitos más significativos del campo de dirección, la identificación del área a la cual pertenece el puerto del usuario, los siguientes dígitos identificarán las subáreas, luego el nodo y los enlaces a equipos no X.25, los dígitos menos significativos pueden identificar finalmente a los puertos específicos dentro del nodo (subdirecciones).

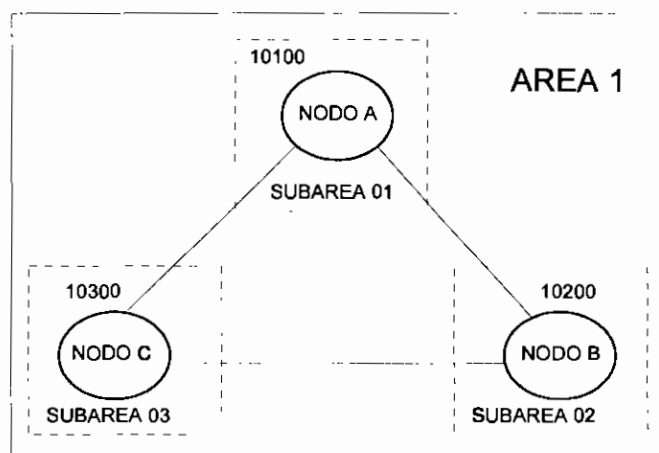


Figura 1-21. Asignación de subáreas en una red X.25 de 3 nodos.

La figura 1-21 muestra una red privada que consta de tres nodos X.25. En este caso, por la extensión de la red, se tiene únicamente un área dividida en tres subáreas, cada una de ellas conteniendo un nodo. Partiendo del hecho de que no se espera un crecimiento de la red mayor a 9 áreas, se necesitará un solo dígito para la numeración del área en el campo de dirección. Las subáreas pueden crecer a más de 9 (pero se considera que no a más de 100), por lo que para este campo se destinan dos dígitos, numerándose las subáreas como 01, 02, 03, etc. Finalmente se han destinado dos dígitos para numerar a los usuarios individuales que se conectan directamente al nodo X.25 mediante puertos X.25.

Resumiendo, el esquema de direccionamiento para los usuarios de puertos X.25 "colgados" al nodo será:

ASSUU

donde:

A = Área en la cual se encuentra el usuario, 1 dígito.

SS = Subárea, 2 dígitos.

UU = Número asignado al usuario, 1 o 2 dígitos.

Para el ejemplo de la figura 1-21, los puertos X.25 de cada nodo tendrán las siguientes direcciones:

USUARIO	NODO A	NODO B	NODO C
1er puerto X.25	10101	10201	10301
2do puerto X.25	10102	10202	10302
3er puerto X.25	10103	10203	10303

Para direccionar recursos propios de la red, tales como el puerto de terminal de control, Agentes controladores de red, usuarios de PADs y otros recursos, se utiliza solamente la dirección del nodo y a continuación de ella se han de utilizar subdirecciones para nombrar al recurso específico deseado. Para nuestro ejemplo de la figura 1-21, los nodos tendrán las siguientes direcciones:

NODO A: 10100
NODO B: 10200
NODO C: 10300

Por ejemplo, para invocar el recurso del puerto terminal de control, se utiliza una subdirección 98 (esta dirección depende del fabricante del conmutador de paquetes) y para llamar a este recurso, cargado en el nodo 01, se ha de hacer una llamada a la dirección 1010098. Cabe anotar que las subdirecciones no son tomadas en cuenta para las decisiones de enrutamiento, solamente son tomadas en cuenta al alcanzar al usuario final.

Las subdirecciones "ss" tienen significado únicamente en el destino de usuario final, mientras que en el caso de usuarios de un PAD, son utilizadas para localizar el puerto del usuario de tal PAD. Por ejemplo, si el PAD tiene tres usuarios, podría asignárseles las subdirecciones 06, 07 y 08. Resumiendo, las direcciones para recursos o puertos del nodo A serían similares a las siguientes:

USUARIO O RECURSO	NODO A
1er puerto X.25	10101ss
2do puerto X.25	10102ss
3er puerto X.25	10103ss
1er puerto de PAD	1010006
2do puerto de PAD	1010007
3er puerto de PAD	1010008
Puerto de control	1010098
etc.	

1.3.14 Procedimiento de Transferencia de Paquetes X.25

El procedimiento básico del nivel 3 de X.25 consta de tres fases: establecimiento de llamada, transferencia de datos y liberación de llamada. Para PVCs, el circuito virtual siempre permanece en la fase de transferencia de datos, mientras que en el caso de los SVCs, las tres fases son obligatorias.

a) Fase de establecimiento de llamada.

El DTE que desea una conexión, envía un paquete de *Call Request* al DTE destino, conteniendo la información de la dirección del DTE remoto y de los recursos

opcionales a las cuales está suscrito. El campo de datos de llamada de usuario o *Call User Data* (CUD) contendrá, de existir, una o todas las siguientes especificaciones:

- Identificación de protocolo: Especifica si los datos del usuario son Asíncronos, BSC, SNA, etc.
- Datos de conexión para aplicaciones de usuarios sincrónicos.
- Subdirecciones.
- Datos de usuario.

El campo CUD generalmente tiene un máximo de 16 octetos, indicándose su propósito en los bits 7 y 8 del primer octeto. Por ejemplo, con los bits 7 y 8 = 00, el resto de este campo puede ser utilizado para identificaciones adicionales del protocolo, por ejemplo, cuando un PAD llama a un *Host*, se identifica como un PAD y requerirá de comandos X.29 en el CUD del paquete de *Call Request*. Este campo puede ser extendido hasta 128 octetos, si uno de los recursos escogidos por el usuario es el denominada *fast select*, el cual permite incluir en este campo cientos de datos de usuario.

En el extremo del DTE que recibe la llamada, el paquete de *call request* llega en la forma de un paquete de *Incoming Call*. La única diferencia entre estos dos paquetes está en el identificador de canal lógico (LCI), el cual cambia para satisfacer el *profile* (conjunto de características o perfil del DTE) de suscripción del DTE, y además puede diferir en los recursos de usuario disponibles en el DTE del otro extremo del enlace. Si el conflicto entre los recursos de usuario es menor, la red se encargará de solucionarlo, caso contrario, la llamada no se establecerá.

Si la llamada es aceptada, el DTE que recibió la llamada emitirá un paquete de *Call Accepted*, el cual causa que el DTE originador de la llamada reciba un paquete de *Call Connected*; luego de esto se habrá establecido un circuito virtual y la red conocerá los LCI de ambos extremos, lo cual le permitirá enrutar de forma acertada los paquetes subsiguientes. La figura 1-22 presenta la secuencia de establecimiento de una llamada X.25.

Puede darse el caso de que, simultáneamente los dos DTEs (origen y destino de llamada) intenten establecer un circuito virtual utilizando el mismo LCI, esta situación es conocida como "colisión de llamada". Como resultado se tiene que tanto el paquete de *Call Request* como el de *Incoming Call* llegan al mismo interfaz DCE/DTE con igual LCI. El

protocolo X.25 determina que el DTE local tenga una conexión exitosa, mediante la emisión desde el DCE de un paquete de *Call Connected* y el paquete de *Incoming Call* es descartado.

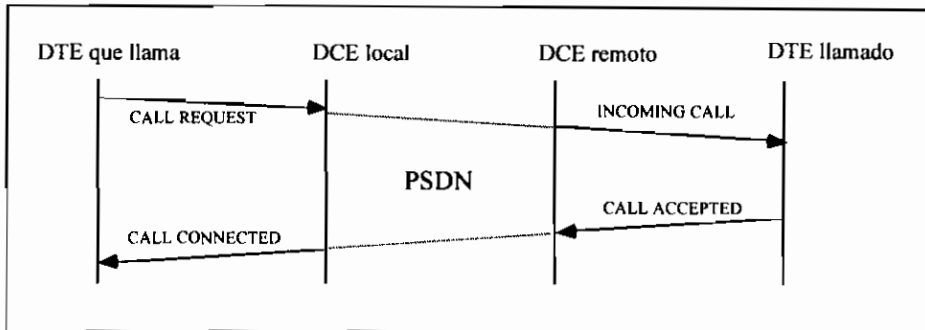


Figura 1-22. Secuencia de establecimiento de una llamada X.25.

Para reducir el riesgo de colisión de llamadas, el protocolo X.25 indica que el DCE local que reciba un *Call Request* desde el DTE origen, le asigne un LCI con un valor igual al número de canal lógico más alto disponible; por ejemplo, si el DTE, el momento de suscribirse a la red recibió un rango de LCIs numerados del 100 al 200, deberá escoger el número más cercano a 200 disponible. En el extremo receptor, el DCE remoto escogerá en el paquete de INCOMING CALL, el LCI de menor numeración disponible de entre el rango acordado con el DTE remoto al momento de la suscripción. Esto ya había sido indicado al estudiar la teoría de los circuitos virtuales, he aquí su explicación.

Cuando el DTE que recibe la llamada no la acepta, envía en respuesta un paquete de *Clear Request*, recibándose en el extremo origen de la llamada un paquete de *Clear Indication*, debiendo el DTE emitir en respuesta un paquete de *Clear Confirmation*. Es oportuno indicar que cada vez que se emite un paquete de *Call Request*, es activado un temporizador T21 (activado por el DTE, usualmente 200 ms) o el T11 (activado por el DCE local, usualmente 180 ms). Si no se recibe una respuesta desde el otro extremo antes de que este tiempo expire, la llamada es borrada.

Una vez establecido el circuito virtual, empieza la transferencia de datos.

b) Fase de transferencia de datos.

Los DTEs asociados en un circuito virtual pueden transferir información en ambas direcciones simultáneamente. El tamaño de los paquetes estará determinado por el

parámetro de configuración denominado *paquet size* y no podrá ser mayor al especificado por el parámetro *máximum paquet size*. Los paquetes pertenecientes a un mismo mensaje llavarán un 1L en el bit M excepto en el último paquete de la secuencia.

En la fase de transferencia de datos, los paquetes poseen un contador de secuencia de envío P(S) y además un contador de paquetes recibidos P(R), estos contadores operan de manera análoga a los contadores de secuencia del nivel de trama, en módulo 8 ó 128.

Existen dos tipos de reconocimiento o acuse de recibo: el reconocimiento local y el reconocimiento de extremo a extremo o remoto. Cuando, por ejemplo, el primer paquete es recibido desde el DTE al DCE local y la red emite un paquete de *Receive Ready*, este paquete tendrá el contador P(R) = 1, por lo que se habla de un reconocimiento local de los paquetes. El reconocimiento remoto (o de extremo a extremo) es obligatorio cuando el paquete de datos emitido tiene su bit D "seteado" a 1L, entonces el paquete de RR provendrá del otro extremo de la red y tendrá el contador P(R) = 1. La figura 1-23 representa la fase de transferencia de datos.

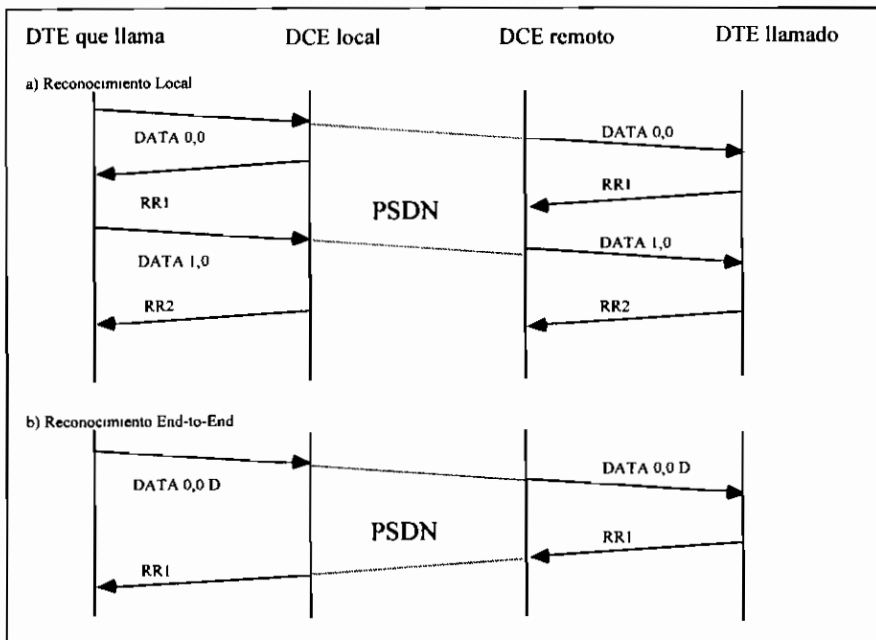


Figura 1-23. Fase de transferencia de datos X.25.

Dentro de la fase de transferencia de datos existen otros procesos involucrados en el manejo de los paquetes. Tales procesos se indican a continuación:

b1. Control de Flujo:

El parámetro W (*window size*) en el nivel de red, al igual que el parámetro k^{15} en el nivel de enlace, determina cuantos paquetes pueden ser enviados sin necesidad de recibir un acuse de recibo desde la red o desde el otro extremo del enlace. Mediante la emisión de un paquete RNR, la red o un DTE indica su imposibilidad de recibir más paquetes; este estado es eliminado mediante la liberación de un paquete de RR. Por esta razón los paquetes RR y RNR son conocidos como paquetes de control de flujo.

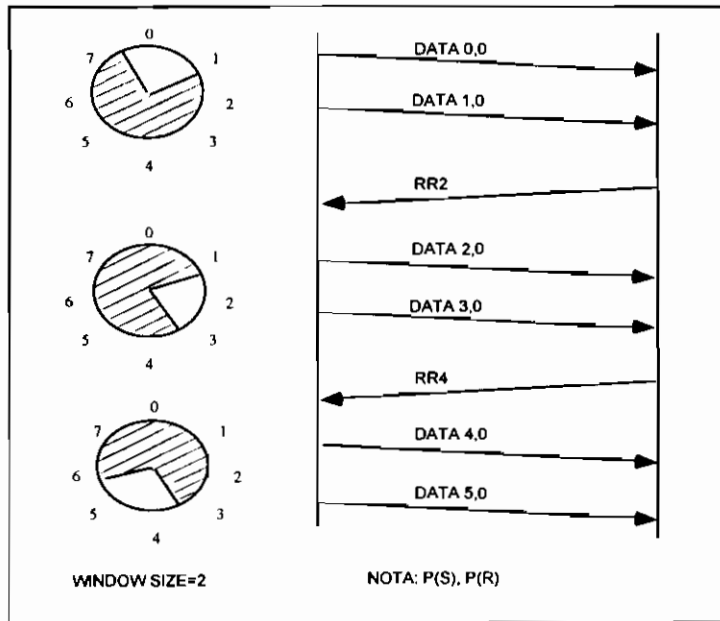


Figura 1-24. Procedimiento de control de flujo y manejo de ventanas.

El valor de W es generalmente 2, lo cual indica que se podrán enviar dos paquetes antes de recibir un acuse de recibo de los mismos. La figura 1-24 esquematiza tal situación para un reconocimiento local, el DTE envía dos paquetes y espera la confirmación del DCE mediante la emisión de un paquete RR con el contador $P(R)=2$, antes de enviar los dos siguientes. Para la misma figura, en el círculo, sin sombreado se indica el tamaño de la ventana; conforme se reciben acuses de recibo, la ventana se desplaza hasta completar su rotación en el octavo paquete, de acuerdo al secuenciamiento en módulo 8.

¹⁵ Este parámetro especifica el número máximo de tramas X.25 que pueden ser transmitidas sin necesidad de un acuse de recibo del otro extremo. IBM, "AIX/V3 X.25 Communications Cookbook", Austin-USA, 1991, Apéndice E, pg. 136.

b2. Recuperación de Errores.

Cuando el DTE no ha recibido acuses de recibo de la red o desde el otro extremo del enlace, la primera acción que tomará es el envío de un paquete de RR. Si esta acción no provoca una respuesta, se activará uno de los procedimientos de recuperación de errores que siguen:

- Enviar un paquete de Interrupción (para "despertar" al dispositivo del otro extremo del enlace).
- Enviar un paquete de *Reset* (para reinicializar los contadores de secuencia).
- Enviar un paquete de *Clear Request* (para liberar la llamada).
- Enviar un paquete de *Restart* (libera todas las llamadas del enlace).

Algunas PDNs ofrecen la posibilidad de que el DTE requiera la retransmisión de uno o varios paquetes (secuenciales) mediante la emisión de un paquete de REJ (*Reject*). El campo PTI del paquete REJ contiene el contador P(S) que indica el número del primer paquete que desea sea retransmitido por el DCE.

b3. Procedimiento de Interrupción.

Bajo ciertas circunstancias, un DTE puede necesitar transmitir un paquete indiferentemente del estado de los contadores P(S) y P(R), especialmente cuando se utiliza el sistema de reconocimiento de extremo a extremo (remoto). Por ejemplo, si el DTE está en espera de un acuse de recibo para continuar con su secuencia de ventana y no lo recibe, puede requerir una respuesta inmediata del DTE remoto mediante el envío de un paquete de *Interrupt*.

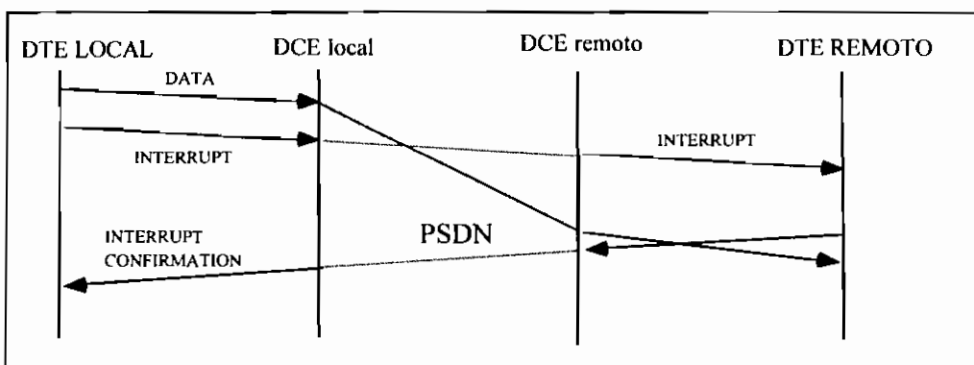


Figura 1-25. Procedimiento de Interrupción.

El paquete *Interrupt* consta de 4 octetos, la cabecera, en la cual no se incluyen los contadores de secuencia por lo que el estado del interfaz DTE/DCE no es alterado, más un octeto de datos de usuario en donde se envía el mensaje al DTE remoto mediante comandos X.29. El DTE remoto, en respuesta debe enviar un paquete de *Interrupt Confirmation* (probablemente eliminando la aplicación del usuario mediante la emisión de un paquete de *Clear Request*) con un *clear* a la aplicación de ese usuario.

La situación del párrafo anterior se esquematiza en la figura 1-25. Si este paquete de respuesta no es recibido, el DTE local interpretará que el problema no se debe a congestiones en la red, sino a un problema serio en el circuito virtual involucrado, por lo que iniciará un procedimiento de recuperación de errores mediante un paquete de *Reset* o de *Clear* y en casos extremos un paquete de *Restart*.

b4. Procedimiento de Reset.

Cuando, durante la fase de transferencia de datos ocurren errores o cuando es necesario reactivar un circuito virtual, se emite desde el DTE un paquete de *Reset Request*, con el fin de inicializar los contadores de secuencia y eliminar los datos en los *buffers* de los DTEs y los paquetes de los circuitos virtuales involucrados, que estén circulando por la red. Este paquete indica exactamente el número del canal lógico a reinicializar. Si el paquete es emitido por la red, será un paquete de *Reset Indication*. Indistintamente de si es emitido por el DTE o por el DCE, siempre se incluirá el "Código de Causa" (ver anexo 5) en el cuarto octeto del paquete.

El quinto octeto del paquete de *Reset Indication* contendrá un "Código de Diagnóstico" que aclarará la causa del *reset*. Este octeto puede estar incluido en paquetes de *Reset Request*, pero su significado dependerá del fabricante del DTE, pudiendo únicamente tomar los valores de:

1, 2, 27, 28, 33, 35, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 81, 82 y 83 (ver anexo 5). Si el DTE inicia el procedimiento de *reset*, ha de recibir un paquete de *Reset Confirmation* en respuesta.

c) Procedimiento de liberación de llamada.

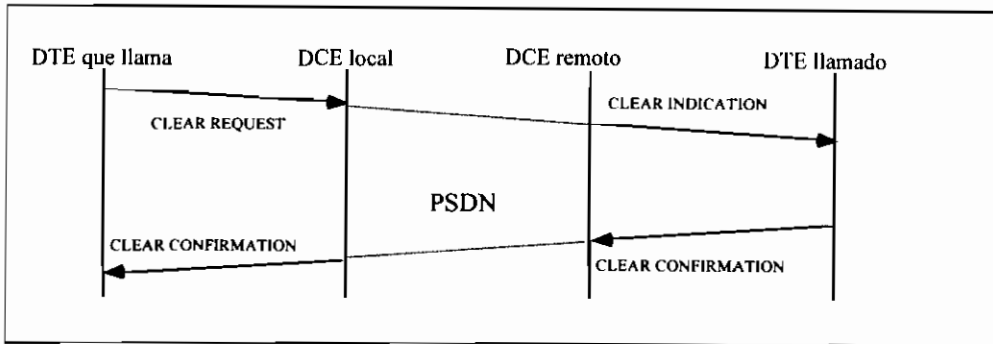


Figura 1-26. Procedimiento de liberación de llamadas X.25.

Esta fase ocurre únicamente para SVCs. Tanto los DCEs de la red como los DTEs extremos del circuito virtual pueden requerir una desconexión mediante el envío de un paquete de *Clear Request*. La figura 1-26 muestra la secuencia de desconexión para un DTE que emite un *Clear Request*. El paquete de desconexión viaja a través de la red y es entregado al otro extremo del enlace en la forma de un paquete de *Clear Indication* entregado al DTE llamado, al cual deberá responder con un paquete de *Clear Confirmation*. Estos paquetes de *Clear* deberán contener los números de canales lógicos a ser liberados. Si el DTE llamado no responde con un *Clear Confirmation* después de un tiempo indicado por un contador T13, la red generará el *Clear Confirmation* y liberará los canales lógicos involucrados.

d) Procedimiento de Restart:

Esta acción es la más severa ya que involucra a todos los canales lógicos del DTE por lo que todo dato será perdido. Los PVCs serán "reseteados" y los SVCs liberados. Es decir que la red emitirá paquetes de *Call Clear* para todos los SVCs y paquetes de *Reset Request* no solamente en el enlace en el que se envió un paquete de *Restart*, sino para todos aquellos enlaces que contengan circuitos virtuales que involucren los canales lógicos del enlace que envió el *Restart*.

Todos los paquetes de *Restart* (incluyendo los de *Reset* y *Clear* generados por este procedimiento) contendrán un campo de Código de Causa y un Código de Diagnóstico.

1.3.15 Recuperación de Errores mediante Contadores

Se dividen en dos categorías:

a) *Time-outs* de DCE.

Estos temporizadores son iniciados en los DCEs al emitirse algún paquete que requiera de una contestación y son terminados al recibirse un paquete de contestación de acuerdo a lo indicado por la tabla 1-6:

Nombre	Valor (s)	Motivo de Inicio	Motivo de terminación
T10	60	<i>Restart Indication</i>	<i>Restart Confirmation</i>
T11	180	<i>Incoming Call</i>	<i>Call Accept/C. Request</i>
T12	60	<i>Reset Indication</i>	<i>Reset Confirmation</i>
T13	60	<i>Clear Indication</i>	<i>Clear Confirmation</i>

Tabla 1-6. Temporizadores de tiempos vencidos (*time-outs*).

b) *Time-limits* de DTE

Estos temporizadores son iniciados en los DTEs al emitirse algún paquete que requiera de una contestación y son terminados al recibirse un paquete de contestación de acuerdo a lo indicado por la tabla 1-7:

Nombre	Valor (s)	Motivo de Inicio	Motivo de Inicio
T20	180	Restart Request	Restart Confirmation
T21	200	Call Request	Call Connected/Incoming
T22	180	Reset Request	Reset Confirmation
T23	180	Clear Request	Clear Confirmation

Tabla 1-7. Temporizadores de límites de tiempo (*time-limits*).

1.4 FACILIDADES QUE OFRECEN LOS PADs Y NODOS X.25

1.4.1 Facilidades Ofrecidas de acuerdo a las Recomendaciones X.1 y X.2 del CCITT

Además de especificar el protocolo que maneja los paquetes en DTEs y en las PSDN, el CCITT ha especificado un conjunto de opciones o recursos que puede ofrecer una red a sus usuarios. Tales opciones permiten al usuario alterar la manera en la cual la red maneja los paquetes. La recomendación X.2 contiene una lista de estos recursos, nombrados como "Recursos y Servicios Internacionales de Usuarios dentro de una Red Pública de Datos". Esta lista se divide de cuatro formas: por la Clase de Servicio, por Esenciales, Adicionales, y por la disponibilidad en SVCs y en PVCs.

La recomendación X.1 define las Clases de Servicios, las cuales son categorizadas en varios medios de transmisión por la velocidad de transmisión, interfaz físico, protocolo y el tipo de aplicación: conmutación de circuitos/líneas dedicadas/conmutación de paquetes. Las Clases de servicios pertinentes a los recursos utilizados por X.25 son:

- Clases 8 a 11: Conexiones de enlace X.25
Velocidades: 2400, 4800, 9600 y 48000 bps, transmisión sincrónica, protocolo X.25 (interfaz X.21 o X.21bis).
- Clases 20 a 22: Conexiones asincrónicas que serían utilizadas para conectar un DTE a la red X.25.
Velocidades: 50 a 1200bps, transmisión asincrónica, protocolo X.28 (interfaces V.21, V.22 y V.23).

Los recursos esenciales son aquellas que deben ser cumplidas por toda PDN:

- Negociación de control de flujo.
- Negociación de clase de *Throughput*.
- Exclusión de llamadas (*Call Barring*).
- Grupos Cerrados de Usuario.
- Canales lógicos de una vía (*One-Way LC*).

Entre los recursos o facilidades adicionales se tiene:

- Selección Rápida (*Fast Select*).
- Carga Reversa.
- Permiso de Carga Reversa.
- Retransmisión de paquetes.
- Valores no estándar de tamaños de ventana y de paquete.

Los recursos son asignados por un período específico de tiempo y serán implementados automáticamente para cada llamada puesta en la red mediante el paquete de *Call Request*. Existen 14 recursos de este tipo especificados en la recomendación X.2.

El campo de facilidades de usuario se divide en dos subcampos: el de Clase y Tipo de facilidad y el de parámetros.

El subcampo de Clase y Tipo de facilidad posee las siguientes características:

a) Clase de Facilidad.

Especifica el número de octetos del campo de parámetros de acuerdo al valor de los bits 8 y 7:

CLASE	BITS 8 y 7	CODIGO HEX	#DE PARAMETROS
1	0	0X	1 octeto
2	1	4X	2 octetos
3	10	8X	3 octetos
4	11	CX	Variable

b) Tipo de Facilidad.

Los bits de 0 a 6 definen la facilidad específica.

En el subcampo de Parámetros, desde el octeto 1 hasta el octeto 63, se especifica información adicional requerida por la red para poder utilizar la facilidad seleccionada o, en el caso de "Carga Reversa" y "Selección Rápida", definir el tipo de facilidad requerida.

1.4.2 Facilidades Esenciales según el CCITT

A continuación se presenta el detalle de los recursos esenciales:

a) Negociación de control de flujo.

Especifica los parámetros de *packet size* y *window size*:

a1. *Packet Size*:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	01000010	42	0000xxxx
2			0000yyyy

x: máximo *packet size* que la red puede transmitir al DTE.

y: máximo *packet size* que el DTE puede transmitir a la red.

Valor default = 128 bytes (por ej. xxxx = 0111, esto es $2^7 = 128$).

a2. *Window Size*:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	01000011	43	0xxxxxxx
2			0yyyyyyy

x: máximo *window size* que la red puede utilizar.

y: máximo *window size* que el DTE puede utilizar.

Valor default = 2 (esto es, xxxxxx = 00000010, es decir 2 en binario).

Por ejemplo:

El DTE emite un *Call Request* con un *window/packet Size*=P, dependiendo de las restricciones de la red, el paquete de *Incoming Call* llegará con un *window/packet size* = X igual o no a P. El DTE llamado puede o no aceptar este parámetro, si desea negociarlo emite su *Call Accepted* con un *window/packet size* = Y. Al llegar el paquete de *Call Connected*, dependiendo de si la red tiene o no restricciones a este valor, el parámetro *window/packet size* = Z, con Z igual o no a Y.

b) Negociación de clase de *Throughput*.

Especifica la máxima cantidad de datos que podrá pasar por el nodo de la red en bps. Valor a negociar: 75, 150,300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 y 48000 bps.

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	00000010	02	xxxxyyyy

x: Clase de *throughput* a ser utilizada por la red.

y: Clase de *throughput* a ser utilizada por el DTE.

Valor default = 9600 (esto es, xxxx = 1010).

Igualmente, la clase de *throughput* se negocia en la fase de *call setup*.

c) Exclusión de llamadas (*Call Barring*).

Esta facilidad no es negociable en cada llamada, se la define el momento de suscribirse a la red. Existen dos opciones:

c1. *Outgoing Calls Barred*: El DCE local rechaza todo paquete *Call Request* y sólo acepta paquetes *Incoming Call*. Es decir, el DTE sólo puede recibir llamadas.

c2. *Incoming Calls Barred*: El DCE local rechaza todo paquete *Incoming Call* y sólo acepta paquetes *Call Request*. Es decir, el DTE sólo puede iniciar llamadas.

d) Grupos Cerrados de Usuario (CGU).

Un grupo cerrado de usuarios, es un conjunto de terminales conectados a un mismo dispositivo X.25 y que requieren conectarse solamente a uno o varios otros dispositivos X.25. Los usuarios que no pertenezcan a un CGU nunca podrán acceder a ningún dispositivo del mismo, pero los que pertenezcan a varios CGUs deberán especificar en el paquete *Call Request*, a que CGU desean conectarse. Por ejemplo, si el *Call Request* contiene en su campo de parámetro el valor 10010010 = 92 Hex, esto indica se requiere que el CGU 92 es el escogido en este caso. Existen 5 tipos de CGU y en cada uno de ellos existen varias opciones para la forma en la que otros dispositivos X.25 se conecten al CGU:

- d1. Grupo Cerrado de Usuarios: Los dispositivos X.25 de este grupo únicamente pueden originar y recibir llamadas dentro del mismo. No es necesario especificar el campo de facilidad ya que la red solamente manejará las llamadas con las direcciones de destino.

Formato básico:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	0000011	03	xxxxxxxx

x: Especifica el CUG escogido en el caso de que el DTE tenga suscripciones a varios grupos cerrados de usuarios. Para una selección de un número de CGU mayor a 99 se debe elegir el formato extendido. Por ejemplo, con xxxxxxxx = 10010010, es decir 92 Hex, se selecciona el Grupo CUG 92

Formato extendido:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	01000111	03	xxxxxxxx
2			yyyyyyyy

x: Dígitos más significativos del CGU seleccionado.

y: Dígitos menos significativos del CGU seleccionado.

Por ejemplo: x = 1000110 = 86Hex, y = 0000101 = 05Hex, por lo que el CGU seleccionado es el CGU 8605.

- d2. Facilidad de Grupo Cerrado de Usuarios bilateral (BCGU): Negociada al momento de la suscripción a la red, contiene solo dos dispositivos X.25 conectados entre sí. Pero a cada dispositivo X.25 podrán estar conectados muchos dispositivos asincrónicos que únicamente podrán interactuar en este grupo.

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	0100001	41	xxxxxxxx
2			yyyyyyyy

x: Dígitos más significativos del CGU seleccionado.

y: Dígitos menos significativos del CGU seleccionado.

Por ejemplo: $x = 10000110 = 86\text{Hex}$, $y = 00000101 = 05\text{Hex}$, por lo que el CGU seleccionado es el CGU 8605.

- d3. Facilidad de selección de Grupo Cerrado de Usuarios: Esta facilidad (negociada en cada llamada) permite a un dispositivo X.25 que pertenece a varios CGUs, especificar a cual de ellos desea conectarse (además de dar la dirección de destino, necesita dar la identificación del CGU para que su ingreso sea autorizado).
- d4. Facilidad de Selección de CGU bilateral: Negociada en cada llamada, pero en este caso, todos los dispositivos X.25 deben pertenecer a CGUs bilaterales, las llamadas se realizan únicamente con la identificación del CGU (sin especificar la dirección de destino).
- d5. CGUs con acceso de salida: Los dispositivos X.25 del CGU pueden realizar llamadas a otros usuarios de la red que pertenezcan o no a un CGU. Si el dispositivo X.25 pertenece a varios CGUs, requerirá de un código de facilidad.

Formato básico:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	00001001	09	xxxxxxxx

x: Especifica el CGU escogido en el caso de que el DTE tenga suscripciones a varios grupos cerrados de usuarios. Para una selección de un número de CGU mayor a 99 se debe elegir el formato extendido.

Formato extendido:

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	01001000	48	xxxxxxxx
2			yyyyyyyy

x: Dígitos más significativos del CGU seleccionado.

y: Dígitos menos significativos del CGU seleccionado.

Por ejemplo: $x = 10000110 = 86\text{Hex}$, $y = 00000101 = 05\text{Hex}$, por lo que el CGU seleccionado es el CGU 8605.

- d6. CGUs bilaterales con acceso de salida: Los dispositivos de un BCGU podrán realizar llamadas a dispositivos que pertenezcan o no a otros BCGUs.
- d7. CGUs con facilidad de acceso de entrada: Los dispositivos X.25 que pertenecen al CGU pueden recibir llamadas de otros dispositivos que no pertenecen al CGU.
- d8. CGU con facilidad de rechazo de llamadas entrantes: Los dispositivos X.25 de este tipo de CGU únicamente podrán originar llamadas, toda llamada entrante será rechazada.
- d9. CGU con facilidad de rechazo de llamadas salientes: Un miembro X.25 de este tipo de CGU únicamente puede recibir llamadas.

e) Canales lógicos de una vía (*One-Way LC*).

El usuario selecciona esta facilidad el momento de suscribirse a la red. Existen dos tipos:

- e1. Canales lógicos entrantes de una vía, los cuales solamente aceptan llamadas.
- e2. Canales lógicos de una vía saliente, los cuales únicamente pueden originar llamadas.

1.4.3 Facilidades Adicionales de acuerdo al CCITT

A continuación se presenta un detalle de las recursos adicionales a las que puede optar un usuario.

a) Selección Rápida (*Fast Select*).

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	00000001	01	xx00000z

xx:

- 00 Selección rápida no requerida.
- 01 Selección rápida sin restricción en la respuesta.
- 11 Selección rápida con restricción en la respuesta.

z: Requerimiento de carga reversa (ver facilidad de carga reversa).

Esta facilidad permite que el usuario incluya 128 octetos de datos de usuario en los paquetes de *call set-up* y *clear*, lo cual es útil por ejemplo en el caso de que únicamente se ha de transmitir al DTE llamado, 128 bytes de datos y el DTE llamado (el cual debe estar suscrito a la facilidad de *fast call accept*) deba contestar con un solo paquete (aplicaciones transaccionales).

En una transacción similar, sin el uso de esta facilidad, se tendría que transferir 8 paquetes de control únicamente para intercambiar dos paquetes de información. Existen dos modalidades de *fast select*.

- a1. Selección rápida sin restricción: permite la transmisión de información en los paquetes de *call set-up*, y luego de este proceso, puede seguirse intercambiando paquetes de datos hasta la emisión de un *Call Clear* (el cual puede incluir datos).
- a2. Selección rápida restringida: el usuario envía un *Call Request* con datos y el DTE llamado responde con un paquete de *Clear Request* que igualmente incluye datos del usuario. Entonces el circuito es liberado inmediatamente.

Estos recursos son negociables en cada llamada, pero los extremos involucrados deberán haberse suscrito a ellas.

b) Carga Reversa.

# de octeto	Subcampo de Clase y Tipo de Facilidad	Valor Hexadecimal	Subcampo de Parámetro
1	00000010	02	xxxxyyyy

z: Con el valor de 1, especifica el requerimiento de carga reversa.

x: Requerimientos de *fast select*.

c) Permiso de Carga Reversa.

Acordada al suscribirse a la red. Permite recibir llamadas con carga reversa, mediante la emisión de un *Call Accept*.

d) Retransmisión de paquetes.

Permite al DTE emitir paquetes REJ (*reject*) a la red, para iniciar una retransmisión desde ella, de paquetes de datos no reconocidos. El paquete REJ, en su contador P(R) indicará el número de la trama a partir de la cual desea la transmisión.

e) Valores no estándar de tamaños de ventana y de paquete.

Permite utilizar valores diferentes a los estándares para el *packet size* (*default* = 128 bytes) y para el *window size* (*default* = 2). Valores no estándares de tamaño de paquete son: 16, 32, 64, 256, 512 y 1024. Valores no estándares de la dimensión de ventana son: 1 y de 3 a 7. Estos valores han de tomarse únicamente si la red los soporta.

1.4.4 Facilidades de Usuarios de Circuitos Virtuales Permanentes

Debido a que en los PVCs no existe un procedimiento de *call set-up*, no es posible que estos usuarios elijan recursos en base a llamadas. El CCITT recomienda que las siguientes recursos estén disponibles en los PVCs:

1. Numeración extendida de secuencia de paquetes (módulo 128). Permite que los paquetes de datos sean numerados desde 0 hasta 127 en lugar de 0 a 7 como lo hace la operación en módulo 8.
2. Tamaños de ventana no estándares. Ya explicado.
3. Tamaños de paquete no estándares. Ya explicado.
4. Asignación de clase de *throughput*. Permite al DTE cambiar su clase de *throughput default* a uno de los valores especificados por la red. Ya explicado.

1.4.5 Parámetros de Suscripción dentro de una Red de Conmutación de Paquetes

a) Parámetros del nivel 1 de X.25.

- Tipo de acceso a la red: líneas dedicadas o conmutadas.
- Velocidad de acceso a la red: depende de las velocidades de acceso especificadas por la red, del tipo de modem a utilizar, de la estructura de tarificación de la red y de la cantidad de datos a transmitir.
- Tipo de interfaz a utilizar: depende de los dos parámetros anteriores.

b) Parámetros del nivel 2 de X.25.

- Parámetro N1: Define el número máximo de bits por trama de información. Depende de la longitud del campo de información, el cual depende a su vez del tamaño de paquete del nivel 3 de X.25. Por ejemplo, asumiendo que el packet size=128, N1 puede ser calculado como:

$$N1 = \text{packet size} + \text{packet header} + \text{frame header} + \text{frame trailer}$$

$$N1 = 128 + 3 + 2 + 2 = 135 \text{ bytes}$$

$$N1 = 1080 \text{ bits.}$$

- Parámetro T1: Especifica el tiempo máximo que espera el transmisor por un acuse de recibo antes de iniciar algún procedimiento de recuperación (trabaja en conjunto con el parámetro N2). T1 se mide en ms y para su elección es necesario considerar los retardos de la red y la velocidad de transmisión.
- Parámetro N2: Indica el número máximo de veces que una trama debe ser retransmitida debido a la finalización del tiempo especificado por el parámetro T1, antes de iniciar algún procedimiento de recuperación de errores. N2 incluye en su cuenta, la transmisión inicial de la trama que no ha recibido acuse de recibo. Valor recomendado, N2=20.
- Parámetro k: También referido como tamaño de ventana del nivel de trama. Especifica el número máximo de tramas secuencialmente numeradas, que pueden ser transmitidas antes de recibir un acuse de recibo. Valor recomendado, k=7.

c) Parámetros del nivel 3 de X.25.

- Tipo de circuito virtual: Depende de la aplicación del usuario, si transfiere datos continuamente ha de elegirse el uso de PVCs, caso contrario, es mejor utilizar SVCs.
- Tipo de SVC: De acuerdo a la aplicación puede escogerse entre SVCs de *Incoming Calls Only* (únicamente acepta llamadas), *Outgoing Calls Only* (únicamente origina llamadas) o *Two-Way* (origina y acepta llamadas).
- Tamaño del paquete y de la ventana: Dependen de la calidad del enlace, si el enlace tiene una tasa de error baja, tamaños grandes de paquetes permitirán reducir el *overhead* que se utilizaría en enviar la misma cantidad de información en paquetes de tamaños menores, mientras que dimensiones grandes de ventanas permitirán la transmisión de más paquetes antes de esperar un acuse de recibo. Si el enlace o la red presenta fallas de *performance*, la situación cambia radicalmente, será mejor la utilización de dimensiones pequeñas de paquete (valor recomendado = 128 bytes) y tamaños de ventana pequeños (valor recomendado = 2).
- Clase de *throughput*: Especifica la velocidad de acceso a la red, su elección indica a la red la cantidad de recursos que debe reservar para cada circuito virtual. Valor recomendado, el más alto posible.
- Control de flujo para cada circuito virtual: Válido cuando se elige la facilidad de tamaños no estándares de paquete y ventana.
- Tipo de acuse de recibo: Dependiente de la aplicación, se tienen dos opciones, acuses de recibo locales o remotos.

1.4.6 Ventajas y Desventajas de una Red de Conmutación de Paquetes

El incremento en la popularidad de las redes X.25 se debe a que esta tecnología ofrece al usuario un buen número de beneficios. Estos beneficios pueden ser catalogados como: beneficios a nivel empresarial y de comunicación de datos.

a) Beneficios a nivel empresarial.

Primeramente se revisará los beneficios que un usuario de una PSN puede recibir desde el punto de vista de los negocios, desde este enfoque se puede nombrar cuatro grandes beneficios:

- a1. Incremento de ingresos.- En ciertos sectores como el financiero, la red es una parte muy crítica en las transacciones de negocios y X.25 ofrece evita la necesidad de incrementar la conectividad de una forma propietaria, mediante la combinación de redes múltiples y la inclusión de nuevos usuarios en línea, sin sacrificar la calidad del servicio ofrecido.
- a2. Incremento del nivel de servicio.- X.25 ofrece gran confiabilidad, elasticidad y redundancia, de tal forma que permite a los usuarios de la red y a sus operadores un mejor nivel de servicio.
- a3. Decremento de costos de operación.- Debido a que los recursos que brinda X.25 son compartidos por múltiples usuarios, además de que un mismo dispositivo soporta la información originada por dispositivos asincrónicos y sincrónicos. Además, cada usuario abona a la administración de la PSN una cantidad de dinero únicamente basada en el volumen de datos de usuario enviado a través de la red.
- a4. Expansión económica de la red.- Mediante la eliminación de la dependencia a protocolos propietarios, lo cual permite a los usuarios escoger aquel producto de cualquier fabricante, que le ofrezca la mejor solución a su aplicación.

b) Beneficios a nivel de la comunicación de datos:

Bajo este numeral se indicarán las características que sirven como criterio de evaluación de una tecnología de comunicación de datos en general y particularizar las ventajas que ofrece a ellas la tecnología X.25.

- b1. Conectividad.- Es la habilidad que tiene un dispositivo para comunicarse con otros dispositivos a través de una facilidad de comunicación de datos. Antes de X.25, por ejemplo en conexiones dedicadas punto a punto o multipunto, cada usuario está esclavizado a una conexión fija a un mismo *Host*, por otra parte, si un usuario

dial-up ha de conectarse a varios *hosts*, lo tendrá que hacer secuencialmente mediante procesos independientes de llamada para cada *Host*. Sobre X.25, un operador de terminal conectado a un PAD asociado a la PSN, puede solicitar una conexión a cualquiera de los *Host* conectados a la red de paquetes. Para los usuarios *dial-up*, les bastará únicamente conectarse al PAD, y una vez en línea, tendrán acceso a todos los *Hosts* sin necesidad de "colgar" y volver a marcar para acceder a otro *Host*.

- b2. Disponibilidad.- Tiene que ver con el hecho de que cuando un usuario tenga un requerimiento de conectividad, exista una facilidad de comunicación disponible. La disponibilidad es expresada como el porcentaje de tiempo que la facilidad de comunicación puede atender un requerimiento de conectividad. Antes de X.25 la disponibilidad de un enlace, por ejemplo multipunto, depende de que no exista falla en la línea que soporta el multipunto, en el caso de falla de esta línea, la disponibilidad baja directamente a un 0%.

Una PSN está diseñada para brindar un máximo de disponibilidad a sus usuarios, mediante la implementación de configuraciones redundantes, de tal forma que si un nodo falla, la información fluye por rutas alternativas. Las rutas alternativas pueden ser utilizadas, si existe congestión de datos en alguno de los nodos de la red, mediante el reenrutamiento de los paquetes hacia un nodo menos congestionado.

- b3. Exactitud.- Es la habilidad que presenta la facilidad de comunicación para representar exactamente a su salida los datos que hayan sido entregados a su entrada. Se expresa en términos de cuantos errores ocurren por unidad de volumen de datos transportados. Las unidades de medida de la exactitud incluyen la tasa de errores de bit (BER: *Bit Error Rate*), la tasa de errores de carácter (CER: *Character Error Rate*), la tasa de errores de bloque (BER: *Block Error Rate*) y la tasa de errores de paquete (PER: *Packet Error Rate*).

Antes de X.25, la precisión de la información dependía de la calidad de la línea y de la tecnología del modem utilizada. Con X.25, el nivel de enlace (X.25 de nivel 2), realiza el control de error, alcanzándose valores de PER en el orden de $1 \cdot 10^{-9}$, es decir, un paquete erróneo por cada billón de paquetes transportados.

- b4. Flexibilidad.- Es la capacidad que tiene un recurso de comunicación de datos para adaptarse a requerimientos específicos de una aplicación de usuario final en particular. Antes de X.25, una vez montada una red, no era posible alterar voluntariamente el grado del servicio de las comunicaciones. Con X.25 el usuario puede alterar varios de los recursos opcionales definidos por el CCITT con el fin de reducir los costos de transmisiones que no sean críticas.
- b5. Seguridad.- Se refiere a la habilidad que tiene la facilidad de comunicación de datos, para proteger su información de usuarios no autorizados. Generalmente, los niveles de sesión o aplicación, mediante opciones de grupos cerrados de usuarios, suele incorporar esta función.

Sin X.25 se ve la necesidad de utilizar dispositivos de encriptación y modems con opciones de *callback* (el modem destino confirma que el modem origen es un usuario autorizado, cierra la comunicación y llama a este usuario). Con X.25 la seguridad es realizada gracias a dos recursos opcionales: la identificación de usuario de la red (NUI: *Network User Identification*) y la definición de grupos cerrados de usuarios (CGU: *Closed User Groups*).

- b6. Manejo de la red.- Tiene que ver en la disponibilidad que presenta la facilidad de comunicación de datos al propietario u operador, para que éste realice labores de administración, mantenimiento y control sobre esta facilidad. Antes de X.25, esta característica dependía de los modems asociados a la aplicación, si estos modems eran lo suficientemente inteligentes como para realizar monitoreo, *testing* y configuración tanto local como remota. Con X.25, se tiene asociado un Administrador de Red (NMS) como punto central de control para la totalidad de los dispositivos involucrados en la red.
- b7. Expansión de la red.- Tiene que ver con la facilidad que el operador o propietario de la red pueda incrementar la capacidad de la red frente a una mayor demanda de tráfico de datos. Por ejemplo, para una red multipunto, si el número de usuarios aumenta, la respuesta de la red se vuelve lenta ya que se incrementa el número de "poleos" que debe efectuar el FEP. Si además es necesario dar servicio a nuevos usuarios *dial-up*, es necesario disponer de más puertos *dial-up* en el FEP.

Con X.25 es posible disponer de múltiples llamadas virtuales simultáneas sobre un mismo medio canal físico. Cada línea de enlace de red X.25 puede soportar una relación de carga de 1:X dependiendo de las características de tráfico de las aplicaciones del *Host*, por lo que es posible incluir nuevos usuarios sin decremento de la calidad del servicio. La utilización de X.25 permite además predecir las necesidades de expansión en el lado del *Host* gracias a las estadísticas provistas por el administrador de red.

- b8. Costo efectivo de la red.- Incluye los costos del hardware y software involucrado (por ej. terminales, modems, PADs, nodos X.25, componentes del administrador de red, etc.), además de los de los recursos de comunicación tales como las líneas dedicadas y *dial-up* o las cuentas por el número de paquetes emitidos por el usuario, y los costos de administración y mantenimiento de la red.

Claramente, para implementaciones de red tradicionales cada aplicación de usuario implica tener una línea y puerto dentro del FEP de uso exclusivo. Con X.25 tanto los puertos como las líneas pueden ser compartidas, por lo que el costo de operación será reducido en gran medida.

En general, se puede resumir estas ventajas como: enrutamiento flexible de red, retardos de tránsito mínimos, manejo eficiente de todo tipo de mensajes, gran utilización de los recursos de la red, congestión nodal mínima, probabilidad mínima de fallas en la red, tasas de error bajas y alta confiabilidad.

Cuando se compara la técnica de conmutación de circuitos frente a la de conmutación de paquetes, se encuentra que esta última provee una serie de ventajas para el usuario. Las desventajas de la conmutación de paquetes se centran en la complejidad de los equipos necesarios para implementar la red. Requiere además el diseño bien planeado de la configuración inicial y constantes reconfiguraciones para dar dinamismo a la red. Por esto, los nodos de conmutación deben tener un alto nivel de sofisticación en cuanto al soporte de software. El costo, que era antes un limitante, se ha vuelto en la actualidad una ventaja antes que una desventaja, claro está que todo depende de la aplicación que se desee implementar.

1.5 APLICACIONES

1.5.1 Soporte de Protocolos Poleables en Multipunto X.25

La figura 1-27 muestra un ambiente "poleable" para un multipunto tradicional. El FEP de un *Host* soporta directamente una población de terminales de usuario final, a través de *cluster controllers*¹⁶ conectados al FEP mediante líneas analógicas. El FEP controla las conversaciones entre "hablante" y "escuchas" utilizando la técnica de *polling*: el FEP, mediante un *poll* pregunta secuencialmente a las terminales si tienen o no información para el *Host*.

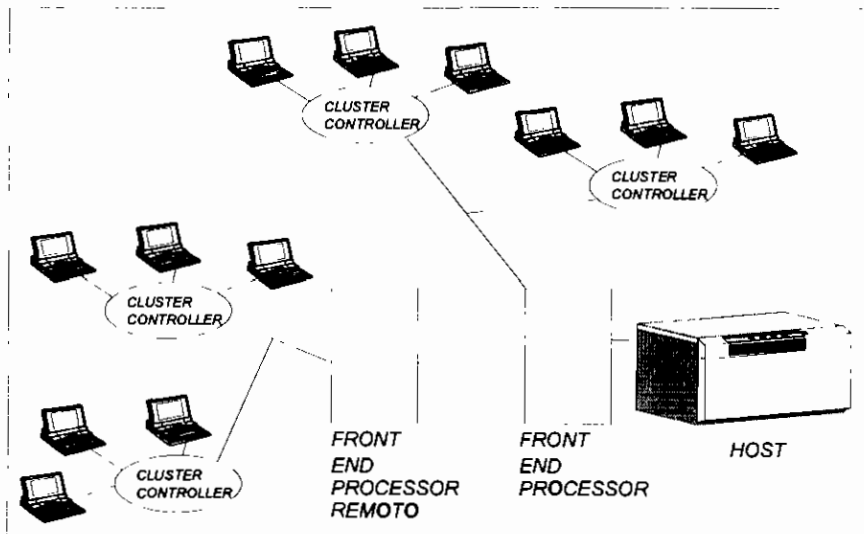


Figura 1-27. Ambiente multipunto tradicional.

Las principales desventajas de este ambiente poleable multipunto son:

- Desperdicio de conectividad.- Cada controlador debe tener una conexión directa con el FEP. Para tener acceso a aplicaciones en otros *Hosts* de protocolo compatibles, el operador deberá tener otros terminales, uno para cada computador.
- Desperdicio de recursos del *Host*.- En ambientes poleables, cada terminal debe estar en constante contacto con el FEP, y el FEP debe disponer parte de sus

¹⁶ Controladores que concentran terminales hacia el *Host*, además realizan otras funciones como conversión de protocolo, código y formateo de mensajes. NCR, "Data Communication System Concepts", Dayton-USA, 1983, Lesson 3, pg. 15.

recursos internos para la creación de imágenes de software de cada terminal (conocidas como terminales virtuales). Al incrementarse el número de terminales en la red, se incrementará también la utilización de recursos del FEP para la creación de terminales virtuales, y para realizar cualquier cambio en la red, el software del FEP debe ser modificado para reflejar los cambios, tal procedimiento suele ser conocido como regeneración del FEP.

- Costo.- Dependiendo del número de derivaciones del multipunto (*drops*) en cada línea (número de terminales por controlador), el mantenimiento, desarrollo y expansión de la red suele ser muy costoso.

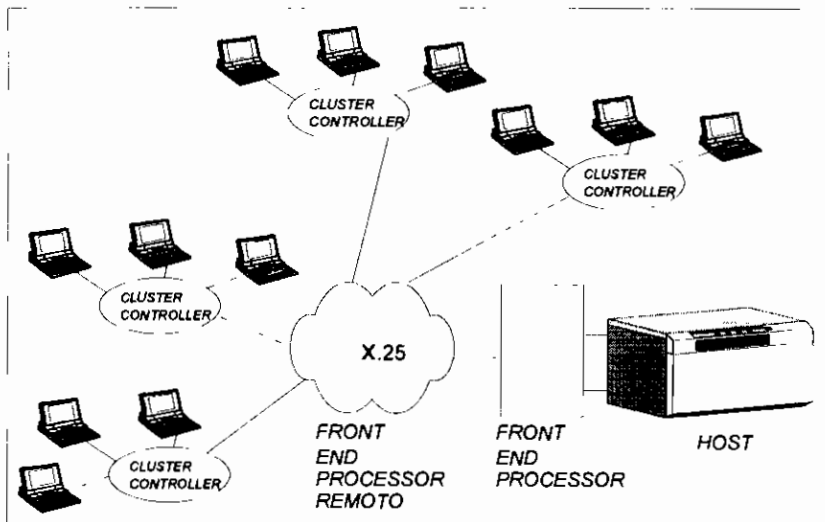


Figura 1-28. Solución X.25 para el ambiente multipunto de la figura 1-27.

La figura 1-28 muestra una solución X.25 a la red presentada en la figura 1-27. El FEP puede estar conectado a la PSDN mediante uno o varios canales X.25 dependiendo del volumen de datos involucrado. Los *cluster controllers* son conectados a la red a puertos tipo PAD (sincrónicos o asincrónicos dependiendo del protocolo que maneje el *Host*). El FEP remoto ha sido eliminado, ya que la PSDN concentra ahora el tráfico de los puntos alejados de la red. Bajo esta configuración, los nodos y PADs de la red realizan 3 actividades:

- emulación de "poleo".
- transporte de protocolo.
- "mapeo" de direcciones.

a) Emulación de “poleo”.

Ya que los datos de “poleo” consumen un 30% de la información de *overhead* en redes multipunto, estos datos no deben atravesar la PSDN. Para suplir este problema, tanto los PADs como los nodos X.25 poseen características de emulación de protocolo para realizar reconocimientos locales a ambos lados de la red. En este caso, los puertos de PAD que conectan a los *cluster controllers* entregarán la función de “poleo” haciendo pensar a los controladores que es el FEP el que está realizando tal operación (puertos de PAD definidos como **TPAD: Terminal PAD**¹⁷). En el lado del FEP, el nodo X.25 responderá localmente al “poleo” del FEP, haciéndole pensar que tiene conectados directamente a los controladores (puertos X.25 del nodo definidos como **HPAD: Host PAD**¹⁵). Esta técnica de “poleo” local es conocida como **Spoofting**.

b) Transporte de protocolo.

La PSDN transporta el protocolo original por medio de un segundo protocolo: X.25, por lo que la funcionalidad del protocolo original permanece intacta. Cuando un usuario de una terminal tiene datos para enviar al *Host* en respuesta a un “poleo” enviado por el PAD (TPAD), el protocolo de transporte establece un circuito virtual con el PAD (HPAD) apropiado a través de la PSDN y transfiere los datos al *buffer* del Host PAD, paquete por paquete. Cuando el FEP envíe el *poll* del usuario que tuvo datos, los *buffers* del HPAD transferirán esos datos hacia el *Host*.

c) “Mapeo” de direcciones.

El mapeo de direcciones es utilizado para establecer un circuito virtual mediante la creación de una asociación temporal de canales lógicos entre la dirección que recibió el *poll* y la dirección de la PSDN. Este mapeo es iniciado por el TPAD durante el *call setup*. Cuando el usuario requiere una sesión con la aplicación del *Host*, el TPAD invita al usuario a entregar la dirección de destino del paquete de la aplicación. Entonces al TPAD asocia la dirección del *cluster* y la dirección del dispositivo (dirección del *poll*) del terminal que originó la llamada, mediante un número de circuito virtual. Los datos del usuario serán entonces enrutados por el circuito virtual apropiado. En el extremo del *Host* ocurre un

¹⁷ La conexión del terminal de usuario al PAD se denomina TPAD, la conexión del Host al PAD se denomina HPAD cuando estas conexiones utilizan un protocolo nativo diferente a X.25 (por ej. SDLC). Motorola, “6500 Series SNA/SDLC Operator’s Guide”, Mansfield-USA, 1992, Capítulo 1, pg. 3.

proceso similar entre el HPAD y la aplicación del *Host*. La conexión virtual está presente en toda la duración de la llamada.

1.5.2 Soporte de Ambientes SNA/SDLC

Soportan la estructura SNA, proporcionando "poleo" tanto a terminales como a controladores y respondiendo al "poleo" del controlador de comunicaciones. Es decir, se suele hacer un reconocimiento local (manejo de ACKs).

Soportan el formato QLLC (*Qualified Logical Link Control*), de tal forma que terminales o controladores trabajando bajo el formato SDLC pueden comunicarse con un *Host* trabajando en X.25 (con el software QLLC).

Trabajan bajo el esquema de TPAD para las estaciones remotas y HPAD para el *Host*.

1.5.3 Soporte de Protocolos Asincrónicos

Como ya se ha mencionado, los nodos X.25 permiten el acceso directo de terminales operando en modo de paquetes a redes X.25. pero cuando es necesario manejar protocolos foráneos, como el caso de protocolos asincrónicos referidos como terminales operando en modo de caracteres (DTE-C), ha de utilizarse un PAD. Un DTE-C usualmente es un dispositivo interactivo tal como un terminal, pero podría ser un dispositivo no interactivo tal como una impresora.

El DTE-C accesa a una red de paquetes mediante un PAD, el cual es el encargado de empaquetar los datos asincrónicos para enviarlos en forma de paquetes hacia la red X.25 para comunicarse con un *Host* en modo de paquete. Una ventaja de esto, es que mediante el PAD se puede concentrar varias conexiones de DTE-C y presentarlas como una sola conexión (pagar por una sola vía de acceso) sincrónica X.25 a la red. Existen dos tipos de PADs: PADs públicos y PADs privados. Los primeros únicamente pueden iniciar llamadas, mientras que los segundos pueden iniciarlas y recibirlas.

El PAD interactuará con el DTE-C mediante las recomendaciones X.3, X.28 y X.29 ya mencionadas. Para que un terminal de usuario pueda conectarse mediante un PAD hacia un *Host* DTE se necesitan los siguientes pasos:

- Establecer la conexión física al PAD y activar el enlace.
- Establecer un SVC con el *host* DTE (a menos de que se disponga de un PVC).
- Intercambio de datos con el DTE.
- Liberación del SVC (a menos de que sea un PVC).
- De ser necesario, desactivar el enlace y desconectarse físicamente del PAD.

Desde el punto de vista del PAD, el interfaz con el DTE-C puede estar en dos estados luego de la conexión: modo de comando o modo de transferencia de datos. Cuando el PAD está en modo de comando, todos los caracteres recibidos del DTE-C serán interpretados como comandos de PAD (X.28). El interfaz entre el PAD y el DTE-C pasa a modo de comando inmediatamente después de establecerse una conexión física y el DTE-C puede realizar un comando de llamada con la dirección del DTE al cual desea conectarse (por ej. *CALL* 10100 o simplemente *C* 10100). Si la conexión es válida se habrá formado un SVC y el interfaz pasa al estado de transferencia de datos.

En el estado de transferencia de datos, todos los caracteres recibidos del DTE-C serán empaquetados por el PAD y enviados a la red. En el otro extremo del enlace el PAD correspondiente desensamblará los paquetes y los interpretará como información, a menos de que lleven el bit Q en 1L en cuyo caso serán interpretados como comandos X.29.

Existe un estado intermedio en la transferencia de datos: el escape a modo de comando. Si el usuario del DTE-C ha seleccionado mediante el parámetro 1 de X.3 la posibilidad de escape a modo de comandos, mediante el comando CTRL+P podrá interrumpir la transferencia de datos para efectuar un solo comando X.25, al pulsar el CR (*Carrier Return*) para efectuar el comando, volverá a modo de transferencia de datos. Finalmente se liberará del circuito mediante un CLR (*CLEAR* activado en el estado de escape a modo de comando).

1.5.4 Soporte de Multiplexación Estadística

Un Multiplexor estadístico (STDM) privado puede ser utilizado como PAD, en lugar de utilizar un PAD X.25 que realiza conexiones desde terminales hacia computadores remotos operando en modo de paquete. Los multiplexores estadísticos generalmente entregan a su salida un protocolo HDLC muy semejante al utilizado en el nivel 2 de X.25.

Para una aplicación particular en la que no se tenga un *Host X.25*, es posible dar servicio a varias terminales mediante la multiplexación estadística. Por ejemplo dos *hosts A* y *B* sin soportes de PAD o X.25, para comunicarse con sus terminales remotas (las cuales desean comunicarse a cualquiera de los dos computadores), entrarán directamente a un *Stat Mux* (multiplexor estadístico). Este *stat mux* se conectará mediante la red X.25 hacia otro multiplexor estadístico, al cual estarán conectadas las terminales. Los dispositivos de usuario podrán acceder a cualquiera de los *hosts (A y B)*, si se incluyen funciones de grupos de caza en el multiplexor, caso contrario estarán esclavizados a conexiones punto a punto. La información de las terminales será multiplexada estadísticamente, de tal forma que a la salida del multiplexor estadístico solamente se transmitirá la información de aquellos usuarios con necesidad actual de transmitir.

El protocolo entregado por el multiplexor estadístico a de entrar a un puerto de un nodo X.25 que maneje este protocolo. Dependiendo del fabricante del equipo, se dará soporte o no al protocolo entregado por el multiplexor estadístico. Por ejemplo, los equipos Motorola manejan a la salida de sus multiplexores un protocolo denominado *muxport*, por lo que en sus nodos X.25 da soporte a este protocolo mediante puertos del mismo nombre.

El nodo empaquetará la información del multiplexor estadístico y la transmitirá a través de la red. En el extremo final, mediante un puerto definido para soportar multiplexores (*muxport*), otro nodo X.25 entregará la información al multiplexor estadístico de destino. La información será demultiplexada y entregada al puerto correspondiente.

C A P I T U L O I I

CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DE LA DIGITALIZACION DE VOZ DENTRO DE UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES

2.1 CONECTIVIDAD QUE PRESENTA UNA RED PUBLICA TELEFONICA CONMUTADA PARA LA TRANSMISION DE VOZ

Una Red Pública Telefónica Conmutada (*PSTN: Public Switched Telephone Network*) consiste de dos grandes redes interdependientes: La Red Local (*Local Network*) y la Red Interurbana (*Toll Network*). Para diferenciar los servicios locales de los de larga distancia, se suele segmentar estas redes en Areas de Acceso Local y de Transporte (*LATA: Local Access Transport Area*). Los servicios provistos al interior de las LATAs son conocidos como Intra-LATA, mientras que los servicios entre LATAs se denominan Inter-LATA.

2.1.1 Estructura de la Red Local

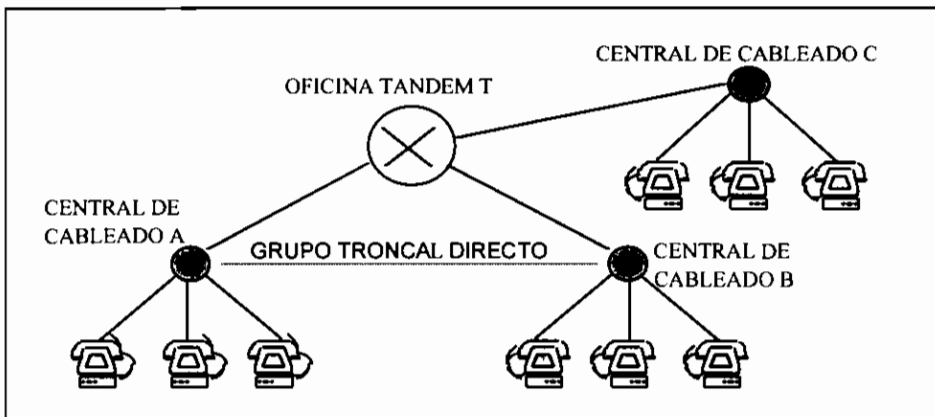


Figura 2-1. Interconexión de las Centrales Locales o centros de cableado.

La red local comienza con el equipo de estación de usuario conectado mediante lazos al sistema de conmutación local en las oficinas centrales (COs: *Central Offices*), Centrales Locales o "Centros de Cableado" (COs). La central local provee las funciones de conmutación, señalización y poder. La figura 2-1 ilustra la forma de interconexión entre las centrales de cableado. Las COs pueden ser interconectadas mediante enlaces troncales o enrutadas a través de Oficinas Tándem¹. Estas posibilidades convierten a la red local en una red de dos niveles de jerarquía.

¹ Central de Tránsito local, interconecta centrales locales.

Dependiendo del volumen del tráfico, las distancias involucradas y de las oportunidades de compartir recursos de la facilidades entre los usuarios, los enlaces entre centrales locales pueden conectarse con enlaces troncales directos, indirectos mediante troncales y conmutadores tándem o una combinación de ellos. En la mayoría de los casos suele utilizarse la combinación de enlaces locales con enlaces tándem. La técnica de enrutamiento utilizada en esta estructura de red es llamada Enrutamiento Alternativo Automático (AAR: *Automatic Alternate Routing*). Esta técnica enruta las llamadas mediante enlaces directos entre COs (enlaces de alta ocupación HUs: *High Use Links*) o si estas troncales están ocupadas, enruta las llamadas a una oficina tándem mediante un "grupo troncal final". Cuando estos grupos finales también se hallan ocupados, se emite al usuario un mensaje grabado de central de destino congestionada.

2.1.2 Estructura de la Red Interurbana

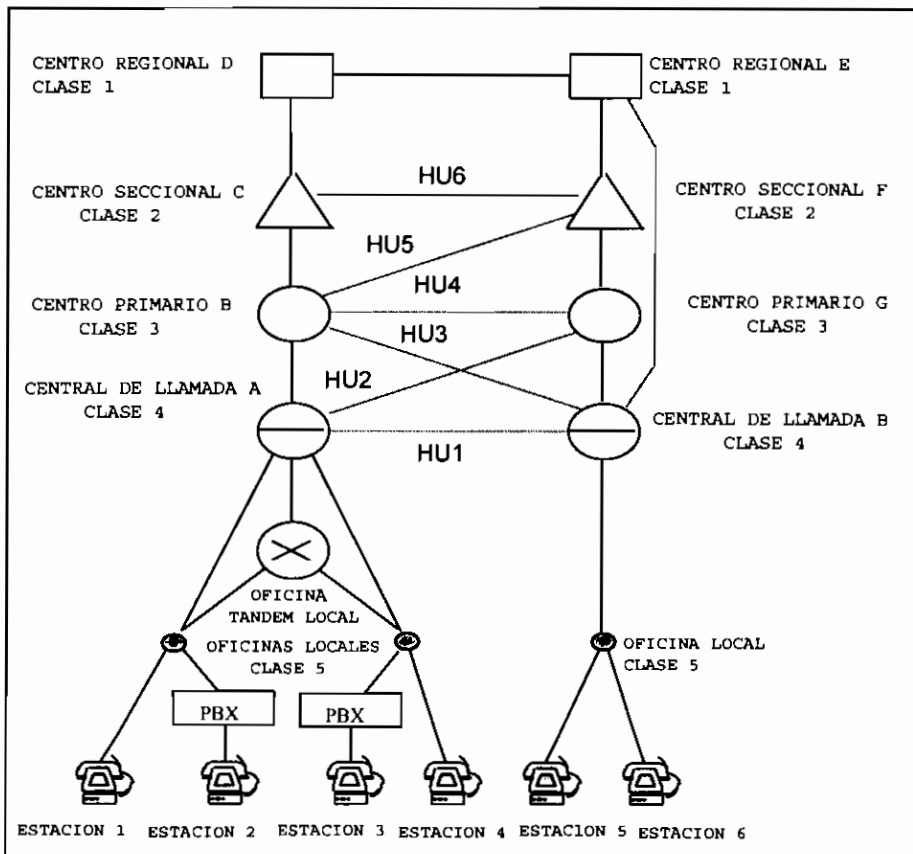


Figura 2-2. Disposición jerárquica de 5 niveles de la red telefónica interurbana.

La jerarquía de conmutación de una red interurbana puede disponer de 5 niveles (ver figura 2-2), en los cuales las oficinas de nivel superior (llamadas clases) concentran el

tráfico proveniente de las áreas geográficas. Las oficinas de clase 5 constituyen las centrales locales ya mencionadas. Las redes interurbanas incluyen las oficinas de clase 4 y las inferiores, comprendiendo los centros interurbanos, centros primarios, centros seccionales y centros regionales. Los enlaces al interior de la red interurbana reciben el nombre de enlaces interurbanos, mientras que los enlaces entre COs son llamados enlaces de conexión interurbana.

La regla básica para enrutar una llamada interurbana es completar la conexión al nivel más bajo de jerarquía, es decir, utilizando el mínimo número de troncales en la tándem. Por ejemplo, considerando la figura 2-2, si la estación 1 desea llamar a la estación 6, su llamada será enrutada a la central interurbana A, la cual intentará enrutar la llamada sobre una troncal libre en el enlace troncal HU1. Si el enlace HU1 está saturado, se intentará enrutar la llamada sobre un grupo troncal final y se tratará de encontrar un enlace disponible en uno de los grupos HU del 2 al 4. Aquí igualmente la clave es enrutar las llamadas sobre el menor número de conexiones.

2.1.3 Tipos de Enlaces Troncales

La figura 2-3 presenta los principales tipos de enlaces troncales que integran PBXs² (*Private Branch Exchange*), COs locales y COs distantes. A continuación se detalla las posibilidades de interconexión.

a) Troncales de llamada directa interna/externa (DID/DOD).

Estas troncales son de una vía y permiten al usuario llamar, dentro o fuera de un PBX, automáticamente a una estación o grupo de estaciones sin necesidad de que la llamada sea manejada por un asistente. En las llamadas de entrada directa (DID: *Direct Inward Dialing*) los dígitos de la troncal y de extensión deseada son marcados por algún suscriptor del exterior y pasadas a la PBX. En el caso de las llamadas de salida directa (DOD: *Direct Outward Dialing*) ocurre lo contrario, la estación automáticamente accesa a la central local sin la asistencia de persona alguna. Estas troncales son de 2 hilos, tipo *Ground Start*³ y de pulsos.

² Dispositivo telefónico utilizado al interior de edificios para efectuar funciones de conmutación de llamadas entre extensiones telefónicas y/o líneas troncales hacia las centrales locales. Walter Tetschner, "Voice Processing", Boston-USA, 1992, pg. 31.

³ Interfaz en el cual las llamadas son originadas por la estación que lleva su terminal de *ring* a tierra. Referencia Bibliográfica 12, pg. 21.

b) Servicio telefónico de área extendida (WATS).

Existen dos tipos de servicio telefónico de área extendida (WATS: *Wide Area Telephone Service*): WATS de entrada o *inwats* y WATS de salida (*Outwats*). Estos servicios permiten al usuario recibir y originar llamadas de larga distancia, realizando la tarificación global de estas llamadas. Las llamadas *inwats* son tarifadas al número llamado, mientras que las *outwats* lo hacen a la parte que origina la llamada.

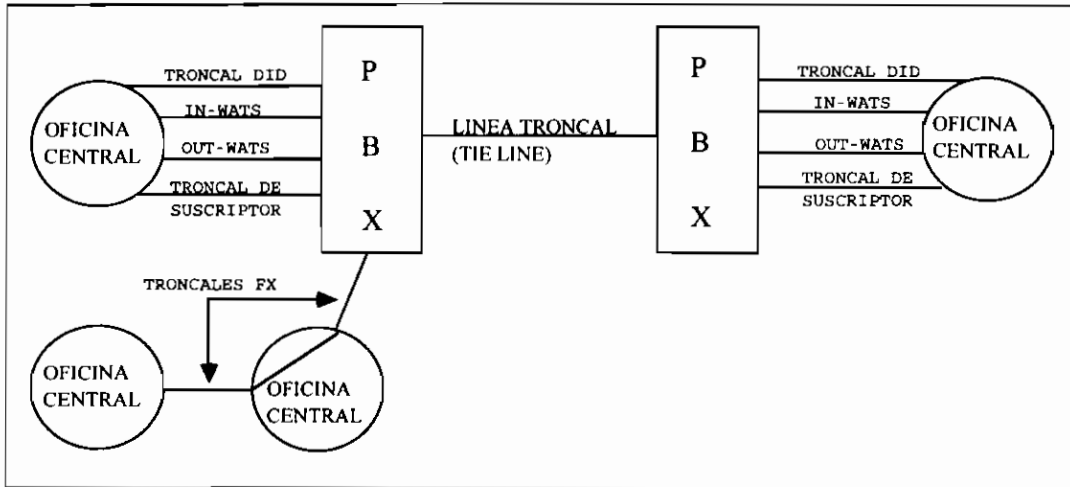


Figura 2-3. Principales tipos de enlaces

c) Troncales de lazo (*Tie Trunks*).

También conocidas como *tie lines*; son troncales utilizadas para enlazar PBX directamente. Típicamente son de 2 ó 4 hilos con señalización E&M. Estas troncales son muy útiles para reducir costos de usuarios que poseen un tráfico pesado entre PBX.

d) Troncales de suscriptor (*Suscriptor Trunks*).

Este tipo de troncal es una conexión directa entre el suscriptor y una central local. También es referida como "lazo local" y puede ser asignada además, a una conexión entre una central local y una PBX.

e) Troncal de intercambio exterior (FX: *Foreign Exchange Trunk*).

Consiste de una troncal de suscriptor conectada directamente a una CO distante. Este tipo de servicio permite que una localidad remota pueda marcar un número local directamente, por lo que se tiene un ahorro sustancial de costos por llamadas.

2.1.4 Señalización A y B de Vías Rápidas en Tramas T1 para el Tráfico de Voz

La figura 2-4 presenta el formato de una "supertrama T1" que se compone de 12 tramas las cuales transportan señales de 24 canales, los que a su vez llevan 8 bits por canal. De esta manera, cada trama está compuesta de 192 bits más un bit "F", denominado bit de trama, que es utilizado para propósitos de sincronización (en total, 193 bits por trama T1); la trama T1 es muestreada cada 125 μ s, es decir 8000 veces por segundo, lo cual arroja una velocidad de transferencia de 1,544 Mbps.

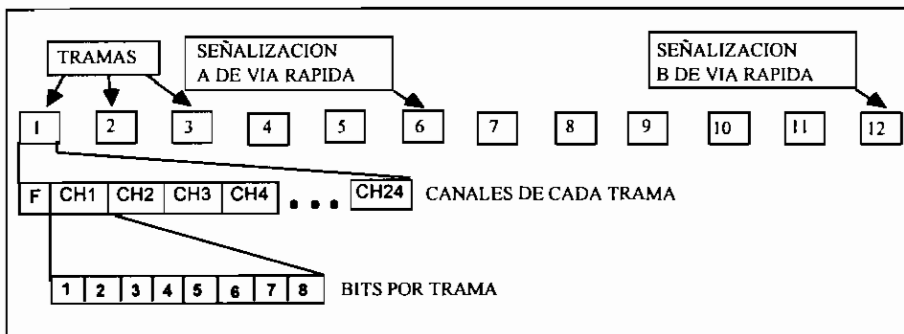


Figura 2-4. Estructura de la trama y supertrama T1.

Los bits de trama de las doce tramas de una supertrama forman una secuencia que se repite periódicamente cada supertrama, tal secuencia es el patrón **100011011100**. Las tramas 6 y 12 transportan la información de señalización de los 24 canales de voz, y el octavo bit en todos los canales de estas tramas es conocido como bit de señalización del canal. Para la trama 6 el octavo bit mencionado es denominado Señalización "A" de la vía rápida, mientras que en la trama 12 es conocido como Señalización "B" de la vía rápida. Los diferentes tipos de señalización utilizan estos canales A y B de forma diferente. Algunos tipos de señalización como los E&M (a tratarse más adelante) utilizan únicamente la señalización A y otros como la señalización FX utiliza ambos canales de señalización.

2.1.5 Señales de Supervisión

Las señales de supervisión tienen que ver con la forma en la cual se indica el estado de una línea o troncal. Las señalizaciones de supervisión utilizadas en el tráfico de voz son las siguientes:

a) Señalización de Loop Start.

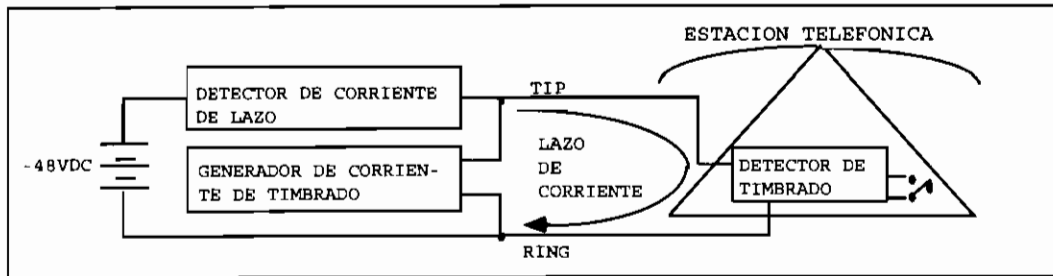


Figura 2-5. Señalización *loop start* entre un abonado y la central local.

Este tipo de señalización es el más simple, generalmente es utilizado en las líneas de suscriptor, troncales FX o en conexiones de PBX a extensiones mediante 2 hilos (denominados *Tip* y *Ring*). La figura 2-5 muestra una conexión entre un abonado y una oficina central de la compañía telefónica o una PBX. Cuando la llamada se origina desde la central local, la CO alimenta los hilos de *Tip* y *Ring* con una señal de 20 Hz, 90VAC rms durante 2 segundos en una condición de *on* (activado) y 4 segundos en *off* (desactivado) hacia el aparato telefónico o hacia una PBX (si existe una línea troncal FX entre la PBX y la CO).

El aparato telefónico (*station set*) detectará el voltaje de timbrado y lo enrutará a la campana del teléfono. Cuando el auricular del teléfono sea levantado, el lazo se cerrará y la CO detectará este lazo de corriente, removiendo el voltaje de timbrado y conectando al abonado que llama a la línea. Cuando la llamada sea realizada desde el aparato telefónico, la estación creará un lazo cerrado con la CO al levantar el auricular. Este lazo de corriente es establecido debido a los -48VDC provistos por la CO. La CO sensorá este lazo de corriente por el par telefónico *Tip* y *Ring*, respondiendo con un tono de invitación a marcar.

Este tipo de señalización es de una vía ya que solo el abonado puede terminar la llamada.

b) Señalización *Ground Start*.

Este tipo de señalización es de dos vías por lo que a diferencia del esquema anterior, cualquiera de las dos partes del enlace de voz puede terminar la llamada. La figura 2-6 muestra la secuencia de eventos durante un establecimiento de *ground start* entre una CO y una PBX.

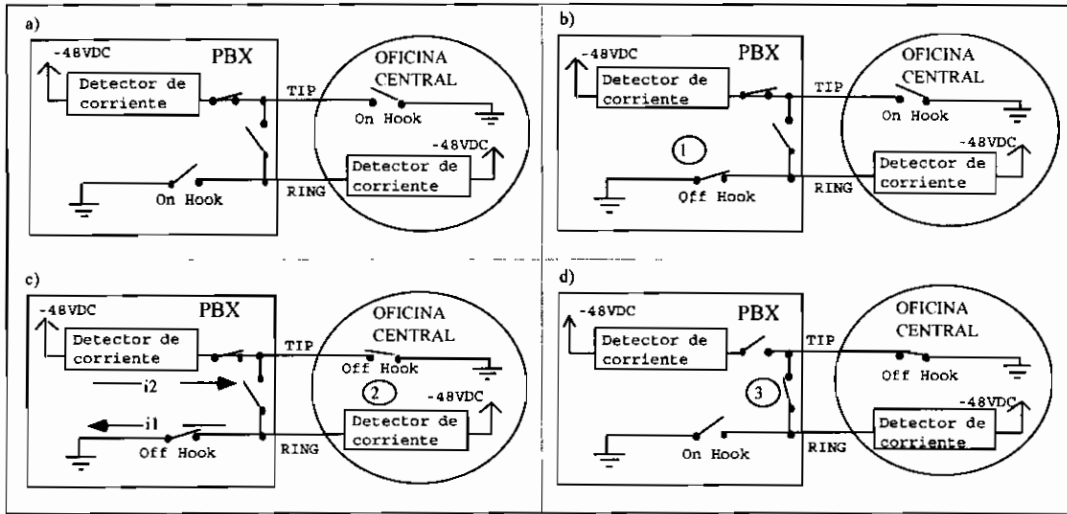


Figura 2-6 Señalización *ground start* o de inicio de tierra.

a) Condiciones iniciales.

b) Puesta de llamada por la PBX.

c) La central local inicia el *handshake* con la PBX.

d) Central lista a recibir la marcación o discado.

En un inicio, tanto la PBX como la CO están en una condición de *on hook* (figura 2-6a). Cuando la PBX conecta la línea troncal con la CO, lo hace mediante la puesta a tierra del hilo *Ring* del par telefónico, causando el flujo de la corriente i_1 (figura 2-6b). La CO sensa la corriente i_1 y la interpreta como un pedido de enlace troncal y envía un acuse de recibo poniendo a tierra el hilo *Tip* del par telefónico, por lo que la corriente i_2 fluye. Este procedimiento es conocido como *handshake* (figura 2-6c).

Una vez que la PBX reconoce la corriente i_2 , el *handshake* está completo; la PBX removerá a continuación su referencia de tierra del hilo *Ring* y su señal de -48V del hilo *Tip* y en su lugar se activa una bobina que retiene el lazo de corriente (figura 2-6d). El procedimiento de discado (pulsos o tonos) causará que tal bobina se abra y se cierre. Bajo estas circunstancias, la CO puede terminar la llamada removiendo la tierra del hilo *Tip* o la puede hacer la PBX removiendo su bobina.

c) Señalización E&M.

Las siglas "E" y "M" corresponden a *Ear y Mouth* (oído y boca en español). Existen 5 tipos de señalización E&M, las cuales sirven para realizar conexiones entre centrales PBX mediante sus interfaces *tie line*. Generalmente este interfaz consta de un conector RJ45 cuyos hilos corresponden a la tabla 2-1. La conexión de las señales de voz puede ser implementada a dos o cuatro hilos. A dos hilos se utilizan los pines 4 y 5, a 4 hilos los pines 3,4,5 y 6 además de los utilizados para señalización.

Pin	Color	Uso	Descripción
1	Gris	SB	Retorno para la señal "M".
2	Naranja	M	Señal de control de la PBX
3	Negro	TR	Señal de voz de la PBX (Transmit Ring)
4	Rojo	RR	Recepción de voz de la PBX (Receive Ring)
5	Verde	RT	Recepción de voz de la PBX (Receive Tip)
6	Amarillo	TT	Señal de voz de la PBX (Transmit Tip)
7	Azul	E	Señal de control de la PBX
8	Café	SG	Retorno para la señal "E"

Tabla 2-1. Descripción de las señales E&M para un conector RJ-45.

Cuando existe un enlace entre dos PBX mediante multiplexores de voz/datos, la PBX provee la señal "M" y acepta la señal "E", mientras que el multiplexor provee la señal "E" y recibe la "M". El multiplexor remoto convierte la señal "M" recibida desde el multiplexor local en una señal "E", la cual es entregada a la PBX remota. La señalización E&M de tipo 1 es ampliamente utilizado en Estados Unidos mientras que la de tipo 5 lo es en Europa y Sudamérica.

La forma de operar de las señales E&M, de acuerdo a las convenciones definidas por AT&T se describen a continuación.

- c1. *E&M* tipo 1.- Utiliza dos hilos para transportar la información de señalización, la cual puede ser de *Loop Start* o *Ground start*. El dispositivo que "llama" utiliza el hilo "M" para conversar, y en el extremo del dispositivo "llamado" la señal "M" será demultiplexada como señal "E", de tal forma que en el multiplexor existe una configuración de *crossover* (es decir que internamente se cruzan las señales).

Para la figura 2-7, cuando una estación de la PBX de la ciudad **a** llama a una estación de la PBX de la ciudad **b**, ocurren los siguientes eventos:

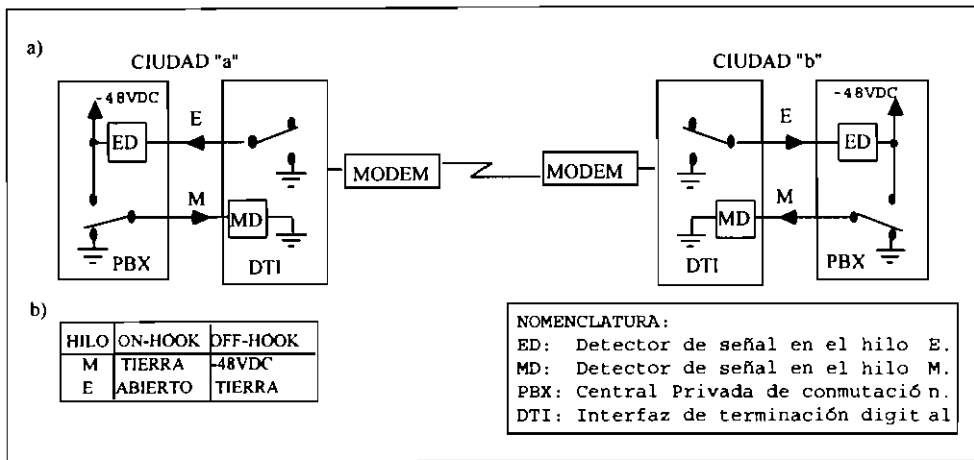


Figura 2-7. Descripción de la señalización E&M de tipo 1.

a) Llamada desde la ciudad "a" a la ciudad "b".
 b) Estado de las señales E&M para condiciones de on-hook y off-hook.

1. Cuando la estación de la ciudad a levanta su auricular (condición de *off-hook*), la PBX local conmuta su hilo "M" desde tierra a -48VDC.
2. El multiplexor de voz/datos sensa voltaje en el hilo "M" y emite un 1 lógico en el bit de señalización "A" de la trama T1.
3. El interfaz de terminación digital (DTI: *Digital Terminating Interface*) en la ciudad b, a través del multiplexor remoto, detecta la señalización "A" y conmuta el hilo "E" de la PBX desde un estado de abierto hacia tierra.
4. La PBX de la ciudad b interpreta el cambio del hilo "E" como una condición de *off-hook*, y dependiendo del protocolo *start* utilizado, pasa la dirección de la estación llamada a la PBX, la cual a su vez timbrará a la estación invocada.

Es decir la señal "M" del lado que llama, maneja a la señal "E" del lado llamado. Para este tipo de señalización, es necesario tener el mismo potencial de tierra en ambos extremos del interfaz, para lo cual se suele conectar la señal de tierra de la PBX al hilo SG del conector RJ-45.

- c2. E&M tipo 2.- Este tipo de señalización se diferencia del anterior ya que, en lugar de utilizar un solo par de hilos dedicados para la señalización, utilizan dos pares. Esto es hecho con el fin de eliminar cualquier discrepancia de voltaje o tierra en ambas localidades de las PBX.

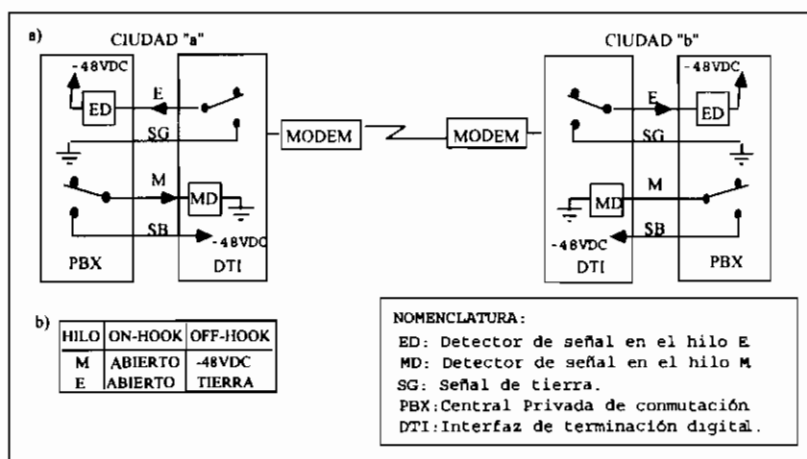


Figura 2-8. Descripción de la señalización E&M de tipo 2.
 a) Llamada desde la ciudad "a" a la ciudad "b".
 b) Estado de las señales E&M para condiciones de on-hook y off-hook.

Para la figura 2-7, el voltaje de -48 V de la ciudad a tiene su referencia en el multiplexor de voz/datos, por lo que si las tierras en el multiplexor y la PBX tienen un valor distinto, se formarán lazos de tierra y la señalización fallará. Mediante la implementación de la señalización E&M de tipo 2, mostrada en la figura 2-8, la referencia de tierra (para la guía E) es traída de la PBX. Este par de hilos extra se denomina *Signal Battery* (SB) y *Signal Ground* (SG). La forma en la que opera la señalización es idéntica a la del tipo 1 de E&M.

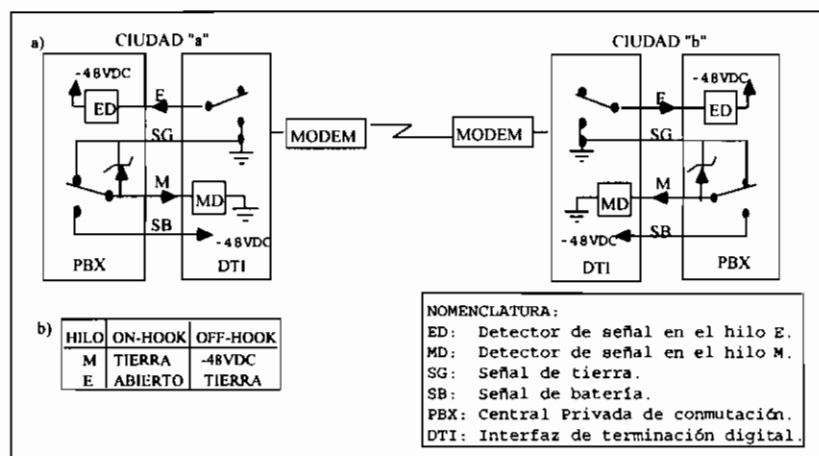


Figura 2-9. Descripción de la señalización E&M de tipo 3.
 a) Llamada desde la ciudad "a" a la ciudad "b".
 b) Estado de las señales E&M para condiciones de on-hook y off-hook.

c3. E&M de tipo 3.- Es una variación del tipo 2 y utiliza la señal SG para proveer la referencia común. Bajo esta configuración, en la condición de on-hook, la PBX baja su señal M hacia tierra en lugar de abrir el lazo de corriente. La forma de

operar de la señal E es idéntica a los tipos de señalización anteriores. La figura 2-9 presenta la configuración para el tipo 3 de E&M.

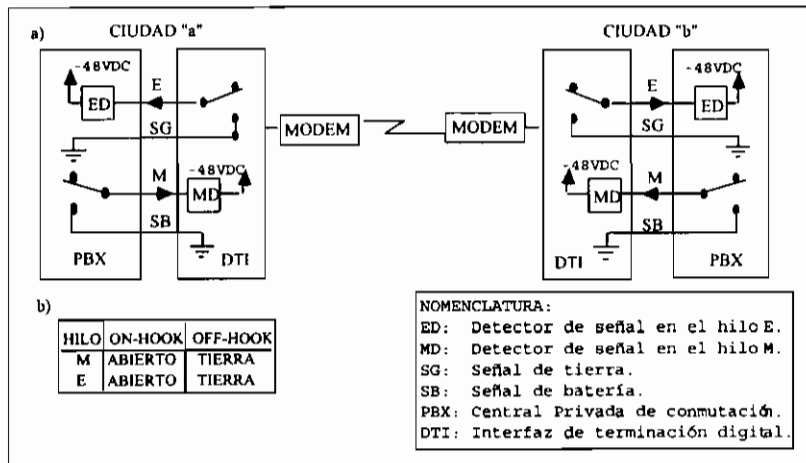


Figura 2-10. Descripción de la señalización E&M de tipo 4.
 a) Llamada desde la ciudad "a" a la ciudad "b".
 b) Estado de las señales E&M para condiciones de *on-hook* y *off-hook*.

c4. E&M de tipo 4.- Este tipo de señalización es similar a la anterior, pero es simétrico y no requiere de una tierra común. Cada lado del enlace cierra su lazo de corriente para activar su señalización, el flujo de corriente es detectado mediante una carga resistiva para indicar la presencia de la señal "E" o "M". La figura 2-10 muestra la configuración del circuito para este caso.

c5. E&M de tipo 5.- Es una versión simplificada del tipo 4 de E&M. El interfaz es también simétrico y opera de forma similar a la señalización E&M tipo 4. La figura 2-11 muestra el esquema de la circuitería involucrada.

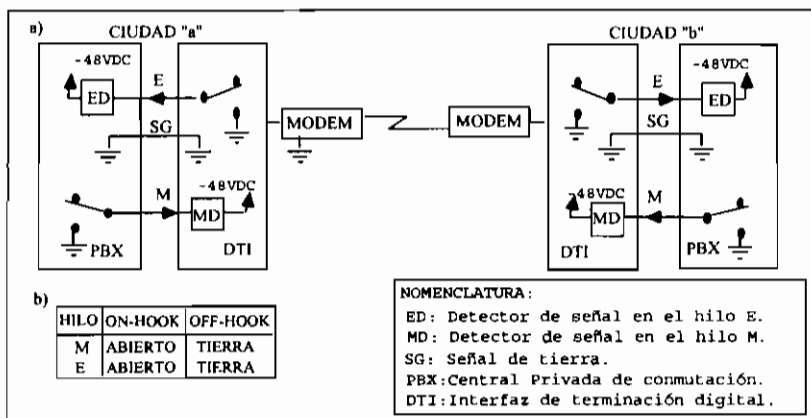


Figura 2-11. Descripción de la señalización E&M de tipo 5.
 a) Llamada desde la ciudad "a" a la ciudad "b".
 b) Señales E&M para *on-hook* y *off-hook*.

d) Señalización de lazo reverso de batería (*Loop-Reverse-Battery*).

Se aplica a aquellas troncales que requieren que la llamada se origine únicamente en uno de los extremos del enlace, pudiendo luego ser terminada desde cualquier extremo. En esta clase de señalización se provee de -48 V al hilo *Ring* y de tierra al hilo *Tip* en la PBX. La figura 2-12 esquematiza el enlace de una CO y una PBX. La PBX posee un dispositivo de detección de corriente y provee polaridad reversa (-48 V aplicados al conductor de *Tip*). En la CO se ofrecen los medios para cerrar el lazo; para que la corriente fluya como una señal de *off-hook*, un dispositivo adicional sensa el estado del extremo de terminación (figura 2-12a).

Por el diagrama de tiempo de la figura 2-12b, el CO inicia el lazo de corriente cuando ingresa una llamada. La PBX responde al requerimiento de la CO con un voltaje de batería reverso (durante 200 ms) para indicar que la troncal está libre. Cuando la CO recibe este voltaje negativo, procede a transferir los dígitos de la extensión invocada (311 para el ejemplo de la figura 2-12b).

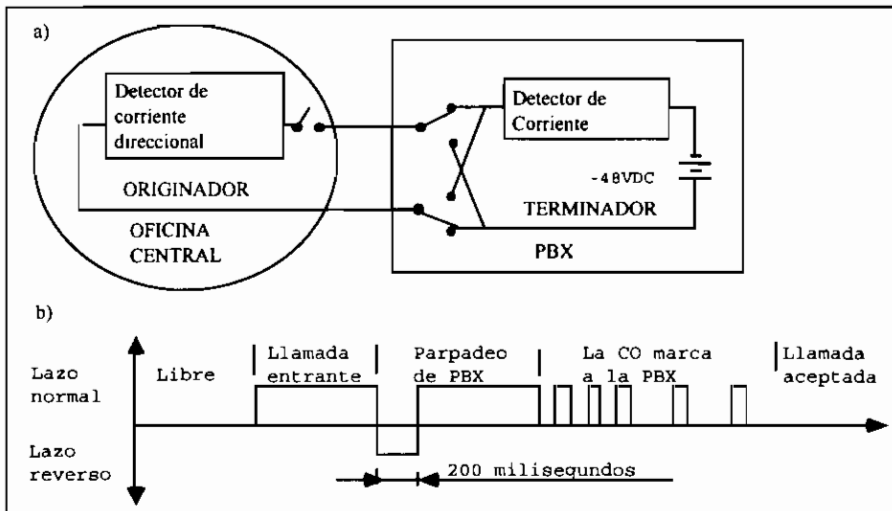


Figura 2-12. Señalización de lazo reverso.
a) Enlace entre la central local y una PBX.
b) Diagrama de tiempo para una llamada.

e) Señalización de frecuencia única (SF: *Single Frequency*).

Puede ser realizada "en banda" (con una frecuencia dentro del canal vocal, 2.6 KHz)⁴, o fuera de banda (utilizando una frecuencia fuera de la banda de voz, 3.7 KHz)⁴ La

⁴ Referencia bibliográfica 22, pg.1-18.

señalización SF en banda provee dos estados: *On-hook* (tono de *on*) y *Off-hook* (tono de *off*) y suele utilizarse comúnmente un tono de 2.600 Hz en condición de canal libre (*idle*). El uso de estos dos estados depende de la aplicación. La utilización de la SF permite la extensión de la señalización en todo medio analógico, tal como un multiplexor TDM (*Time Division Multiplexer*). Otro ejemplo es la extensión de una línea de suscriptor a una estación. La señalización desde la estación a la CO es como sigue: la condición de *tone-off* corresponde a un estado de *off-hook* o de establecimiento de llamada (*seizure*) y la de *tone-on* a un estado de *on-hook* o libre. Para la señalización desde la CO a la estación, la condición de *tone-off* sirve tanto para libre como para ocupado mientras que la condición de *tone-on* corresponde a la aplicación de timbrado.

Ya que la frecuencia del tono está dentro de la banda de voz, una persona que esté dialogando puede disparar inadvertidamente el tono de *on-hook* terminando de forma abrupta la conversación, este fenómeno es conocido como *talk off*. Con el fin de eliminar este problema, generalmente se utiliza un tono de mínima duración, típicamente bajo los 50 ms.

2.1.6 Señalización de Direccionamiento.

Difiere de la señalización de supervisión en que esta trata con el establecimiento de la troncal o la línea de abonado, mientras que la señalización de direccionamiento establece el mecanismo utilizado por el lado que llama para controlar y dirigir el sistema de conmutación. Este tipo de señalización puede ser manejado mediante pulsos eléctricos o tonos de frecuencia.

a) Señalización de Pulso de marcación (DP: *Dial Pulse*).

Mediante la apertura y el cierre del lazo de corriente del circuito de *Tip* y *Ring* se envían los dígitos apropiados al equipo de conmutación. El número de cierres y aperturas del circuito es proporcional al dígito marcado.

La relación del intervalo de ruptura (*on-hook*) para el intervalo del ciclo del pulso es referido como porcentaje de ruptura (*percent break*) y está entre los 58 y 62%. La figura 2-13 presenta el discado de los dígitos 311 emitidos por un usuario hacia el equipo de conmutación.

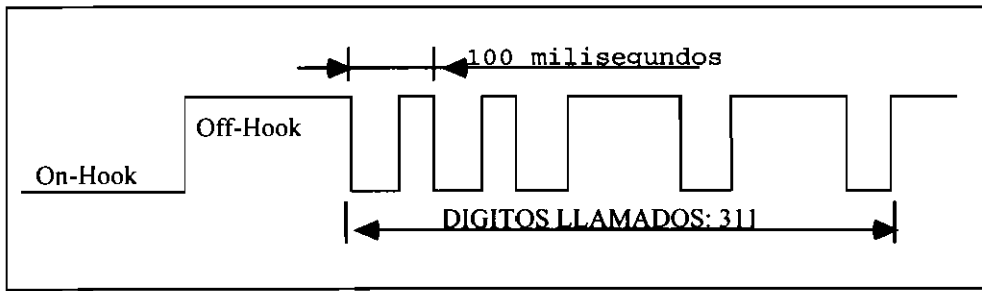


Figura 2-13. Secuencia de pulsos para una llamada al número 311.

b) Frecuencia múltiple de tono dual (DTMF: *Dual Tone Multi-Frequency*).

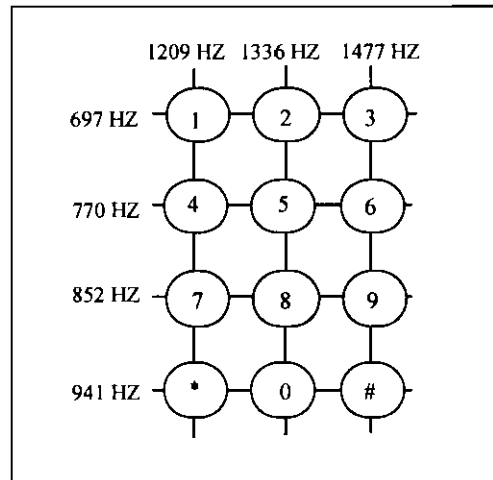


Figura 2-14 Asignación de frecuencias para dígitos telefónicos mediante tonos duales.

También conocido como marcación *Touch Tone*. Utiliza para cada dígito una combinación de dos frecuencias de entre siete valores posibles (ver figura 2-14). Las frecuencias son escogidas de tal forma que se minimice la interferencia de armónicas y la posibilidad de disparo accidental por voz (que un patrón de voz sea confundido con un dígito). Los dígitos se componen de filas y columnas las cuales corresponden a una de las siete frecuencias utilizables. Al presionar un dígito, ambos tonos (cruce de una fila con una columna) son enviados. Por ejemplo el dígito 5 es representado por las frecuencias 1336 Hz y 770 Hz.

c) Señalización multifrecuencial (MF: *Multi-Frequency*).

Al igual que el método anterior, utiliza combinaciones de frecuencias para transmitir información de señalización. A diferencia del DTMF, la señalización MF es utilizada al interior del equipo de conmutación de las COs y no en el lado del abonado. Se

utiliza en la señalización entre centrales locales para diferenciarla de la señalización de suscriptor. Durante la señalización MF la transmisión de la voz del usuario que efectúa la llamada es inhibida por lo que las frecuencias de señalización no son escogidas con el fin de evitar interferencias armónicas. Se utilizan 6 tonos para representar los 10 dígitos y las funciones de control (ver tabla 2-2 a y b).

a)		b)		
Dígito	Frecuencias (Hz)	Función	Frecuencias (Hz)	Propósito
1	700+900	KP	1100+1700	Preparación para dígitos
2	700+1100	ST	1500+1700	Fin de secuencia de pulsos
3	900+1100	STP	900+1700	Utilizado para servicio de tráfico
4	700+1300	ST2P	1300+1100	Utilizado para servicio de tráfico
5	900+1300	ST3P	700+1700	Utilizado para servicio de tráfico
6	1100+1300	Coin Collect	700+1100	Control de monedas
7	700+1500	Coin Return	1100+1700	Control de monedas
8	900+1500	Ring Back	700+1700	Control de monedas
9	1100+1500	Code 11	700+1700	Operador interno
0	1300+1500	Code 12	900+1700	Retardo de operador
		KP1	1100+1700	Llamada terminal
		KP2	1300+1700	Llamada en tránsito

Tabla 2-2. a) Representación de dígitos mediante tonos.
b) Representación de funciones de control.

2.1.7 Señalización de información y Protocolos de Inicio de Llamada

La señalización de información es una colección de tonos y mensajes grabados que informan al usuario sobre el progreso o estado de su llamada. Las señales de información más comunes son las de "ocupado", "tono de marcar", "tono de retorno" o *ring back* y los mensajes tales como "central de destino congestionada.." o "el número marcado no existe..", etc. Los protocolos de inicio o *Start* se refieren a la relación de tiempo utilizada para enviar señalización de direcciones (DTMF, DP, etc.) antes de que la línea o troncal haya sido tomada. Esto constituye la comunicación entre la parte que llama y la llamada, de tal forma que esta última esté lista para recibir los dígitos de la dirección. Estos protocolos son los siguientes:

a) Retardo de inicio.

La figura 2-15 (a y b) muestra el inicio de una llamada cuando la oficina que llama toma la troncal (1). La oficina llamada responde a la puesta de llamada (*seizure*) mediante un *off-hook* (2); la oficina llamada permanece en esta condición hasta que se realice la conexión del equipo de recepción de direcciones, luego irá a una condición de *on-hook* (3). El intervalo de *off-hook* corresponde a la señalización de retardo de marcado.

b) Inicio por parpadeo de la señal (*Wink Start*).

Las figuras 2-15 a y c muestran el establecimiento de una llamada; la oficina que llama toma la línea (*seizure*) mediante un *off-hook* (1). Al reconocer la fase de *seizure*, la oficina llamada mantiene su estado de *on-hook* hasta que el equipo de recepción de dígitos sea conectado (2), luego de lo cual va a una condición de *off-hook* (3) por un intervalo de tiempo específico y retorna a *on-hook* lo cual es conocido como parpadeo de señal. Cuando la oficina que llama recibe este parpadeo de la señal, procede a enviar la información de dirección.

c) Inicio inmediato.

En este protocolo, la oficina llamada al reconocer el *seizure*, está lista a recibir los dígitos de marcación y puede o no emitir un tono de invitación a marcar. Dependiendo de la programación de la oficina que llama, al recibir el tono de marcación procede al envío de la información de dirección.

En los tres tipos de inicio de llamada, cuando la oficina que llama ha transmitido todos los dígitos de dirección, la llamada es enrutada a su destino. Cuando el extremo remoto conteste la llamada, la oficina llamada se pondrá en un estado de *off-hook* hasta que la llamada sea terminada, entonces irá a una condición de *on-hook*.

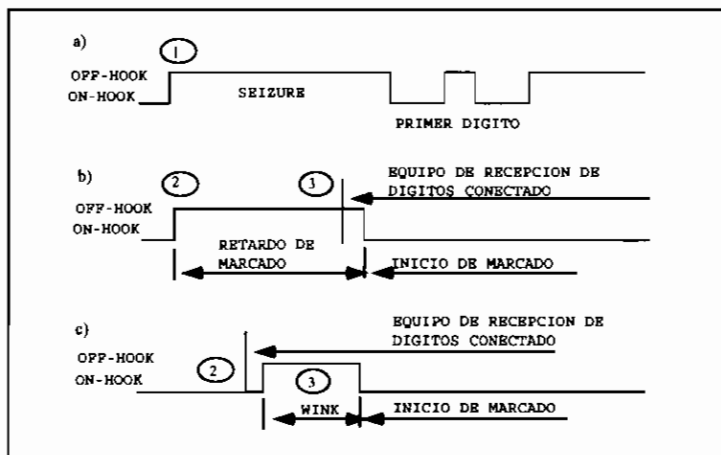


Figura 2-15. Señalización y protocolos de llamadas.
a) Oficina llamada.
b) Oficina que llama mediante retardo de inicio.
c) Oficina que llama mediante parpadeo de la señal.

De la teoría presentada, se puede concluir que la red telefónica conmutada posee una excelente infraestructura para el transporte de señales de voz.

2.2 VENTAJAS DE LA DIGITALIZACION DE VOZ DENTRO DE UNA RED DE TRANSMISION DE DATOS

Primeramente se explicará de una forma ligera el proceso por el cual es posible transformar una señal analógica (voz) a una señal digital, para posteriormente explicar las ventajas y desventajas de la digitalización de voz.

2.2.1 Conversión de Señal Analógica a Digital y modulación PCM

Cuando una señal analógica (la voz, para nuestro interés actual) es transmitida a través de multiplexores o por facilidades digitales como enlaces T1 (1,544 Mbps), debe efectuarse una conversión de la señal analógica a una representación digital. Esta conversión es realizada mediante el muestreo de los voltajes de la señal analógica y su codificación en un formato digital. La señal analógica, "digitalizada" de esta forma, puede ahora ser transmitida sobre un medio digital, o multiplexada con señales digitales de datos (ver figura 2-16). Esta multiplexación puede ser a su vez transformada a una representación analógica (generalmente con un modem) para lograr la transmisión simultánea de voz y datos sobre un mismo medio analógico.

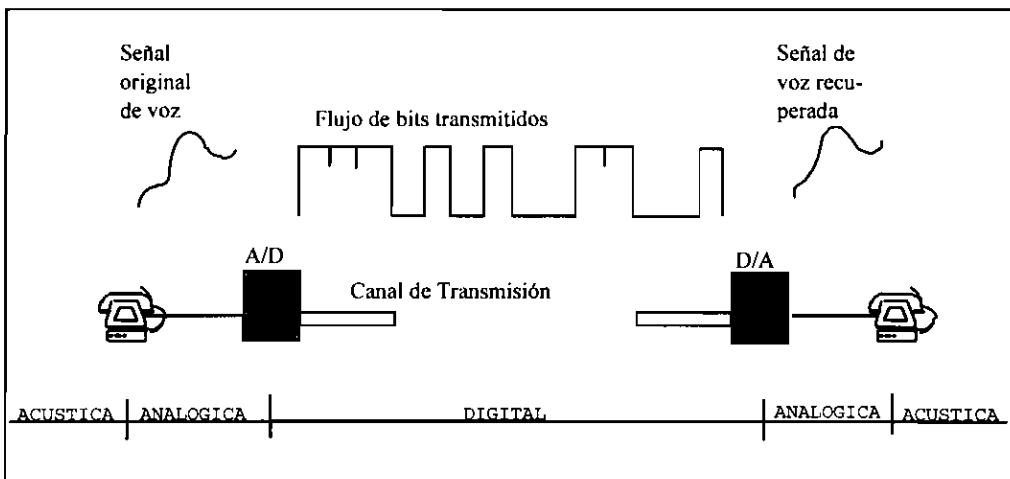


Figura 2-16. Digitalización de voz para su transmisión sobre un enlace digital.

En 1937 se estableció que el muestreo periódico de una señal con una velocidad equivalente al doble de la frecuencia más alta presente en la señal, contendrá información suficiente como para reconstruirla posteriormente. Un canal vocal, por lo tanto, requiere de

una velocidad de muestreo mínima de 6000 veces por segundo ya que el ancho de banda del mismo está entre 300 y 3300 Hz aproximadamente. Actualmente los canales vocales ocupan un ancho de banda de 4 KHz para los sistemas T1 (1,544 Mbps) y E1 (2,048 Mbps), de tal forma que se realiza un muestreo de 8000 veces por segundo para la digitalización de voz en este sistema⁵.

La digitalización de una señal analógica consta de tres pasos: muestreo, cuantización y codificación, tal como lo indica la figura 2-17. Cada señal es muestreada cada 125 μ s (1sec/8000 muestras). De acuerdo a la amplitud de la señal muestreada para un tiempo "t", a esta amplitud se le asigna un nivel. La asignación de niveles se basa en una escala de 256 valores llamada "escala de cuantización". De esta manera, cada nivel tiene una representación de 8 bits ($2^8=256$). Estos niveles cuantizados son codificados con los 8 bits mencionados de tal forma que se convierten en un flujo de valores digitales. El octavo bit es utilizado de forma periódica para propósitos de señalización y supervisión. Este proceso completo recibe el nombre de "modulación por codificación de pulso" o simplemente **PCM** y es la técnica de digitalización mas utilizada actualmente.

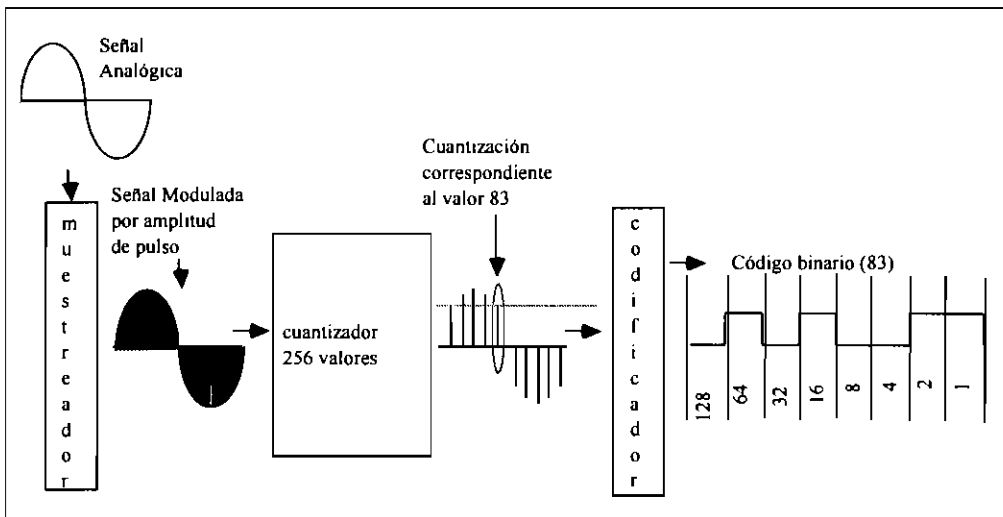


Figura 2-17. Muestreo, cuantización y codificación de señales digitales. El muestreador opera a una velocidad de 8000 muestreos por segundo. El codificador indica el código asignado al nivel de la señal (cuantizada) encerrada en un círculo.

Las empresas encargadas de la transmisión de voz (*Carriers*) transmiten 24 ó 30 canales de voz mediante técnicas TDM (multiplexación por división de tiempo). De esta forma, en un sistema T1 se muestrearán 24 canales de voz a una velocidad combinada de 192000 veces por segundo (8000 veces/sec * 24 canales). Ya que la trama T1 utiliza un

⁵ Referencia bibliográfica 6. Pg. 234.

bit adicional con fines de sincronización, en total constará de 193 bits. Por consiguiente, un sistema T1 operará a una velocidad de 1,544 Mbps para acomodar las 8000 tramas por segundo ($8000 \text{ tramas/sec} * 193 \text{ bits/trama}$). Cada canal en una trama T1 tendrá un intervalo (*slot*) de tiempo de 5,2 μs . Por esta razón, cada uno de los 24 canales requieren una velocidad de transmisión de 64 Kbps ($8000 \text{ muestras/sec} * 8 \text{ bits/muestra}$). Un mayor detalle de los sistemas T1/E1 se puede hallar en el numeral 5.1 de esta tesis.

La técnica PCM tiene una gran inmunidad al ruido e interferencia, teóricamente puede resistir 7 conversiones A/D antes de que el ruido de cuantización⁶ se vuelva demasiado grande.

Para concluir, se puede atribuir a un sistema PCM las siguientes características:

- Utiliza un ancho de banda de 64 Kbps para digitalizar cada canal de voz.
- Una señal analógica es muestreada 8000 veces por segundo.
- Permite el paso de datos de alta velocidad en aplicaciones *dial-up* (sobre líneas conmutadas).
- No es susceptible a grandes distorsiones de ruido.
- Tiene un buen rendimiento en redes tándem.
- Soporta señalización multifrecuencial.

2.2.2 Características de Rendimiento en la Digitalización de Voz

Cuando un usuario planea migrar su infraestructura de equipos de voz, desde una red analógica tradicionalmente independiente, hacia una red integrada de voz/datos, debe tomar en consideración aspectos tales como: ahorro de costos, calidad de la señal vocal y posibles retardos en la red entre los más importantes.

a) Ahorro de costos.

Partamos de un ejemplo que es una situación muy real de la problemática existente en la mayoría de empresas de mediana y gran importancia en nuestro país. Una compañía X gasta una suma Y en tarificación de llamadas desde su matriz hacia varias

⁶ Ruido obtenido por una reproducción imperfecta de la señal de voz al recuperarla de la señal original previamente digitalizada. Uylless Black, "Data Networks, Concepts, Theory, and Practice", New Jersey, 1989, pg. 94.

localidades remotas. Adicionalmente, tal empresa paga una cantidad **Z** por enlaces dedicados entre estas localidades y su matriz para la transmisión de información de datos.

Resulta lógico pensar que la empresa en cuestión tendrá gran interés en utilizar de forma eficiente sus enlaces dedicados con las localidades remotas, de tal forma que tales enlaces no transporten solamente señales de datos sino señales de voz. Con este último planteamiento, tal empresa verá disminuida en gran parte su tarificación por llamadas hacia las localidades remotas. Debido al ancho de banda necesario para la transmisión de voz, de acuerdo al sistema PCM, para realizar la integración de voz/datos, la empresa debería rentar por lo menos dos canales de 64 Kbps por cada localidad remota, pero lógicamente, esto encarecería la solución y resultaría más conveniente (desde el punto de vista económico) mantenerse en el esquema anterior: enlaces de voz y datos independientes.

En la actualidad, se trabaja con esquemas de compresión de voz digitalizada que permiten transmitir una señal de voz con hasta 2.4 Kbps⁷. Los primeros usuarios en disfrutar las bondades de la multiplexación de voz y datos utilizando esquemas de compresión de voz en EEUU, vieron recuperada su inversión en un tiempo relativamente corto. Por ejemplo, la *Automobile Association*, pagó US\$ 85.000 por dos unidades de digitalización de voz de 32 Kbps y en un año ahorraron US\$ 154.500 al suprimir dos enlaces dedicados de 2,048 Mbps con una de sus sucursales⁸.

b) Calidad de la voz digitalizada.

Una señal analógica experimenta una variación continua de su amplitud en el tiempo, debido a oscilaciones en el aire. Cuando una persona efectúa una conversación telefónica analógica, la señal de su voz tiene que ser amplificada de forma periódica hasta su destino con el fin de evitar su desvanecimiento. Debido a que toda señal analógica contiene ciertos componentes no lineales, al pasar por amplificadores, ven aumentada tal no linealidad, lo cual causa una distorsión de la señal.

Un segundo problema de la transmisión de voz analógica es el ruido presente en el canal de comunicaciones. La señal de voz es distorsionada por inducciones de otras señales tales como radio y satélite. Adicionalmente, la señal decae en amplitud en función de la distancia.

⁷ Ver numeral 2.3 de este capítulo.

⁸ Data Communication International, "Voice Compression: When Less is More", Junio-1991, pg. 43.

La transmisión de voz digitalizada supera los problemas mencionados en los párrafos analógicos, al transportar la señal de voz en forma discreta, tiene únicamente dos representaciones eléctricas (1L y 0L), de tal forma que cualquier interferencia analógica puede ser discriminada de la señal digital original. Esta es la razón por la cual en los puntos de amplificación de la voz digitalizada, la distorsión y ruido que contenga la señal es eliminada, con lo que la señal de voz es transmitida libre de errores.

Como regla general, cada vez que se aumenta la relación de compresión (transmisión de voz a velocidades menores), se tendrá que hacer un sacrificio en términos de distorsión, retardo y otros factores que afectan la calidad de la voz. En general, la calidad de la voz obtenida en un sistema de digitalización de voz varía de persona a persona debida a que cada una tiene sus propias frecuencias de emisión, que serán representadas con diferente exactitud por los digitalizadores.

No existe ninguna duda en que la señal de un sistema de voz digitalizada no es tan buena como la obtenida en un sistema analógico en condiciones ideales (línea de transmisión libre de interferencias). No obstante, existen algunos casos en los que, debido a la mala infraestructura de la red telefónica pública, es posible obtener una calidad de voz mucho mejor, con sistemas digitalizadores de voz (sin ruidos debidos a las centrales de conmutación). En algunos casos, el efectuar una llamada (*call setup*) puede resultar mucho más rápida en un sistema de digitalización de voz que un sistema telefónico conmutado (1 ó 2 segundos, frente a 10 ó 20 segundos).

c) Efectos causados por los retardos en la transmisión de voz digitalizada.

A medida que las señales de voz son sometidas a una compresión inferior a la recomendada por la tecnología PCM, existe un mayor retardo en la transmisión de voz. Por ejemplo, para una tasa de compresión de voz de 32 Kbps o 16 Kbps, causa un retardo despreciable de 0.65 milisegundos (Equipo Bandman de 3 NET Ltd) en un enlace punto a punto, mientras que a 2.4 ó 4.8 Kbps si bien existe un uso más eficiente del ancho de banda, esto trae consigo un aumento del retardo hasta 140 milisegundos (equipo VLBRU de General DataComm). Si se utilizan otras técnicas de digitalización como por ejemplo, la paquetización de voz, se obtienen retardos de hasta 250 milisegundos (equipo SDM-HDLC de ACT)⁹.

⁹ Referencia bibliográfica 14, pg. 44.

Los retardos causan problemas más serios en redes multipunto que en redes punto a punto especialmente en enlaces entre PBXs. Ya que las PBXs conmutan los circuitos de voz a 64 Kbps, el tráfico debe ser comprimido y descomprimido en cada PBX de la red, causando mayores retardos. Debido a esto, la mayoría de equipos presentan un limitante en cuanto al número de puntos de digitalización en redes multipunto. Cuando los retardos sobrepasan los 150 milisegundos en equipos particulares, éstos solo pueden ser utilizados en redes punto a punto.

Para nuestro país, en la actualidad ya es posible instalar redes de voz y datos mediante la utilización de modems de alta velocidad (28.8 Kbps o más) sobre la misma infraestructura analógica del EMETEL (Empresa Estatal de Telecomunicaciones) y más aún cuando el servicio digital a nivel público nacional esté totalmente operativo. Actualmente el EMETEL posee enlaces digitales entre las principales ciudades del Ecuador, con canales de 64 Kbps. Es de esperar que mediante **DSU/CSU** (*Data Service Unit/Channel Service Unit*), en 1996 los usuarios lleven datos digitales sobre líneas de cobre hacia las centrales digitales del EMETEL. Para Noviembre de 1993, se logró el primer enlace digital entre Quito y Guayaquil con un canal de 64 Kbps y con DSU/CSU para las acometidas entre el Banco del Estado y las centrales digitales del EMETEL y en 1995 se han realizado las primeras asignaciones de este servicio a ciertos usuarios (por ej. Banco La Previsora).

Para concluir, las ventajas de la transmisión simultánea de voz y datos pueden resumidas como sigue:

- Utilización eficiente de la línea telefónica dedicada.
- Reducción notable del costo telefónico en transmisión de voz al evitar la utilización de la red telefónica conmutada del EMETEL.
- Transmisión transparente de voz y datos sin afectar la integridad de los datos.
- Conexión instantánea para la voz entre los lugares local y remoto.
- Solución independiente de la configuración actual de la red de datos (SNA/SDLC, STDM, ASYNC, etc.).
- Excelente calidad de la voz, dependiendo de las características del enlace y de la tasa de compresión utilizada.
- Velocidades de transmisión de señales multiplexadas de entre 9.6 Kbps hasta 64 Kbps con las facilidades analógicas y digitales que actualmente brinda el EMETEL.

- Incremento de la productividad, al programar las PBX de la institución para que el personal pueda realizar llamadas únicamente por medio de los multiplexores de voz/datos entre las oficinas remotas de la misma.
- Rápida recuperación de la inversión efectuada al adquirir multiplexores de voz/datos, al disminuir o eliminar las llamadas telefónicas realizadas por medio de la red conmutada del EMETEL.

2.3 ESQUEMAS DE COMPRESION DE DATOS PARA LA VOZ DIGITALIZADA

Anteriormente, cuando el usuario necesitaba combinar voz y datos bajo una misma red, era necesario disponer de un acceso a facilidades T1/E1 (1,544 Mbps en América/2,048 Mbps en Europa). Un parámetro importante en el proceso de digitalización de voz es el denominado "Tasa de Digitalización de Voz" (VDR: *Voice Digitalization Ratio*), que describe el número de bits requeridos para la representación de la señal vocal. Como ya se anotó en el numeral 2.2.1, de acuerdo al sistema PCM se requiere un VDR de 64 Kbps, lo cual lleva a requerimientos de un gran ancho de banda y altos costos para la transmisión de voz digitalizada.

Los primeros intentos para la implementación de redes de voz/datos bajo un ancho de banda menor a T1/E1 dieron lugar a la primera generación de "Unidades de Compresión de Voz", pero la calidad de voz obtenida no era satisfactoria. La primera generación de productos de compresión de voz fue diseñada originalmente para misiones militares siendo posteriormente comercializada. Pero, pese a brindar una excelente tasa de compresión (reduciendo el número de bits requeridos para transmitir voz), los primeros "digitalizadores de voz" no ofrecían un alto grado de calidad en la regeneración de la voz y su costo era sumamente elevado.

Si bien la compresión de voz ya ha sido utilizada ampliamente en rutas trasatlánticas, es solo en esta década que se ha dado un impulso agresivo a la comercialización de equipos *standalone* (dispositivos independientes sin posibilidad de expansión) y multiplexores de crecimiento modular con capacidad de compresión de voz. Este hecho es importante si se piensa que ahora, con anchos de banda de 64 Kbps, se puede transportar gran cantidad de información vocal mediante técnicas de compresión de voz.

Actualmente existe una muchos productos que ofrecen una gran tasa de compresión y aseguran que la calidad de la voz sea desde aceptable hasta excelente, utilizando velocidades de 8 Kbps o menos (inclusive hasta 2.4 Kbps). La Tabla 2-3 presenta un resumen de los principales productos de digitalización de voz con sus respectivas casas y características¹⁰.

CASA	PRODUCTO	VDR (Kbps)	CAPACIDAD (Kbps)	METODO
Advanced Compression Inc.	SDM-1	7.2; 9.6; 12	19.2	TDM
	SDM-T	8; 9.6; 12; 14.4; 16	128	TDM
	SDM-HDLC	7.2; 9.6	12	Empaquetamiento
Mitam Communications Corp.	Marathon 5K	4.8 a 16	64	Empaquetamiento
3-Net Ltd. Pacific Communication Sciences Inc.	Bandman PCSI Cla-	16; 32; 64	2048	TDM
	PCSI Clarity Series Model CS8000	7.4 a 32	64 ó 128	TDM
Republic Telecom Systems Corp.	RLx Multiplexor	6 a 11	128	Empaquetamiento
	RNET voice P. Sw.	*		Empaquetamiento
General DataComm Inc.	VLBRU	2.4; 4.8; 9.6	64	TDM
	UVC	16; 24; 32; 64	64	TDM
	ADPCM Module	16; 24; 32; 64	2048	TDM
Network Equipment Technologies Inc.	VC 31/62	24; 32	2048	TDM
	HDVC 12/14	8; 16	2048	TDM
Newbridge Networks Corp.	DSP Card/Module	8; 16; 32; 64	6 líneas de 64	TDM
Timeplex Inc.	ILP	32	2048	TDM
	QVM.2	32	4 líneas de 64	TDM
	QVM.3	16	5 líneas de 64	TDM
	QVM.5	32	6 líneas de 64	TDM
	EVM	8; 16	7 líneas de 64	TDM
	ESM/VSM	8; 16	2048	TDM

* Multiplexa voz y datos del 16 RLx

Tabla 2-3. Productos de digitalización de voz disponibles en el mercado.

Los algoritmos utilizados para la compresión de voz varían ampliamente de vendedor a vendedor; algunos son basados en estándares y otros en avances propietarios que en la mayoría de los casos parten de mejoras a estándares ya existentes. Algunas técnicas muestrean la señal analógica con menos frecuencia, otras suprimen los silencios, otras predicen patrones de voz y algunas transmiten únicamente cambios en el tono de voz.

Para reducir los requerimientos de ancho de banda de la tecnología PCM, se utiliza una serie de variaciones a la misma. A continuación se describe los principales tipos de esquemas de compresión de voz.

¹⁰ Referencia bibliográfica 14, pg. 45.

2.3.1 PCM "Compandida" (*Companded PCM*)

Para lograr un VDR más bajo que el necesitado con la tecnología PCM, la modulación PCM compandida toma ventaja de dos características del oído y habla humanos. La primera es el hecho de que el oído humano es más sensible a niveles de sonido bajos. La audición en el humano se comporta de manera logarítmica, incrementando su insensibilidad conforme aumenta el nivel del sonido. La segunda característica es que el habla en los humanos generalmente ocurre a niveles bajos.

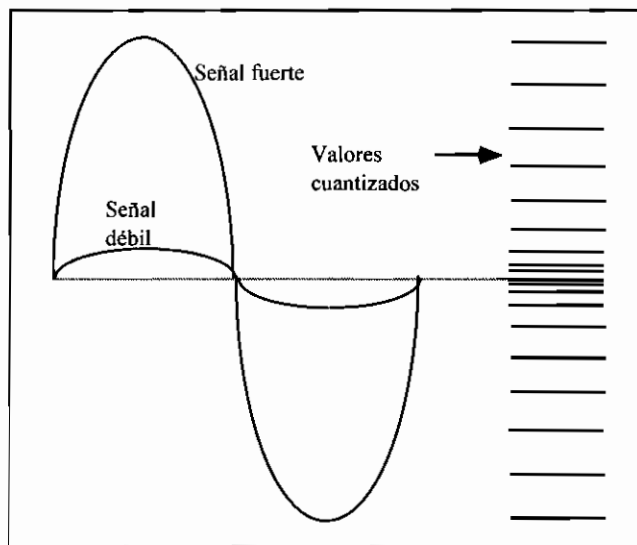


Figura 2-18. Digitalización de voz PCM "compandida".

La modulación PCM "compandida" utiliza un dispositivo denominado compansor (compresor-expansor) para aumentar las señales de bajo nivel y atenuar (o mantener constantes) las señales con amplitudes altas.

Este proceso utiliza niveles de cuantización no uniformes, para dar mayores pasos de discriminación a niveles bajos de señal, recibiendo tales niveles comprimidos mayor ganancia (ver figura 2-18).

Como efecto del aumento de pasos de muestreo para señales de bajo nivel, el ruido de cuantización se reduce. Este ruido de cuantización causa que la señal de voz nunca pueda ser reproducida exactamente ya que los pasos de cuantización introducen una función discreta no analógica para un proceso analógico. La modulación PCM compandida, también conocida como log PCM, ofrece VDRs de 32 a 64 Kbps.

2.3.2 La Modulación DPCM (*Differential Pulse Code Modulation*) y ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*)

El esquema DPCM es una variación del PCM. Esta técnica es utilizada por AT&T en sus compañías de operación Bell a lo largo de EEUU. En este esquema, una señal analógica de voz produce muestreos consecutivos próximos entre ellos en una escala de cuantización. De esta manera, DPCM transmite un flujo de pulsos binario para representar las diferencias entre muestreos consecutivos, antes que el valor del muestreo en sí. La DPCM permite VDRs entre 32 Kbps y 48 Kbps.

Un dispositivo denominado codec DPCM (codificador-decodificador) muestrea la señal de entrada y aplica un peso de predicción para la siguiente muestra. El valor transmitido es la diferencia entre la entrada real y su peso de predicción. Una versión más sofisticada de esta técnica es la denominada **ADPCM**, la cual altera de forma dinámica los niveles cuantizados basándose en la amplitud de la señal de entrada. La modulación ADPCM produce un VDR efectivo de 24 Kbps.

Para concluir se puede anotar que la modulación ADPCM cuenta con las siguientes características:

- La digitalización de la voz es realizada a 24 Kbps y teóricamente puede soportar 2 ó 3 conversiones A/D antes de que el ruido cuantizado se vuelva un problema.
- Con esta técnica, la mayoría de las ventajas de la modulación PCM se encuentran disponibles en la mitad de su ancho de banda (32 Kbps).
- ADPCM utiliza 4 bits para describir el cambio desde el muestreo anterior.
- La velocidad de muestreo es de 8000 veces por segundo.

2.3.3 Modulación DPCM por Predicción Adaptiva (*Adaptive-Predictive DPCM*)

Algunos sistemas DPCM utilizan señales de realimentación (basadas en muestreos previos) para estimar la señal de entrada próxima. Estos sistemas "predicen", mediante señales de realimentación (basadas en muestreos previos), la siguiente señal de entrada. Esta técnica es útil cuando la señal de realimentación (con problemas de cuantización) varía de la señal de entrada, ya que el siguiente muestreo codificado

automáticamente se ajustará a tal variación. De esta manera, los errores de cuantización no se acumularán por un tiempo prolongado.

Varios de estos sistemas realimentan hasta tres valores anteriores, con el propósito de obtener estimados más precisos de los siguientes muestreos. Los valores de predicción son calculados generalmente cada 10 o 20 ms. Ya que las técnicas DPCM y ADPCM no envían la señal, sino la representación de los cambios que sufre, el receptor y el emisor periódicamente ajustan su referencia a cero. Esto se hace para evitar que periodos de silencio o de ruido de cuantización alteren la referencia.

En resumen, esta técnica cuenta con las siguientes características:

- Utiliza una palabra de 4 bits de datos para describir los cambios de la señal desde el muestreo previo.
- La voz es de buena calidad a partir de los 48 Kbps en adelante, de acuerdo a los pasos de velocidad ya indicados.
- No es muy utilizada.

2.3.4 La Modulación Delta (*Delta Modulation*)

Esta técnica es una variación de la modulación DPCM. Codifica el flujo de bits binarios, producto de los cambios en los muestreos de la señal de entrada, pero las diferencias entre las muestras son transmitidas como uno de dos niveles, representados como 1 ó 0 lógico, o uno de cuatro niveles con 00, 01, 10 ó 11. El dispositivo de muestreo de modulación delta detecta cambios en muestreos sucesivos mediante un mecanismo de realimentación del muestreo previo. Este procedimiento alcanza VDRs de hasta 16 Kbps. Más aún, mediante la adición de un compansor, la calidad de la señal puede ser mejorada al proveer más pasos de cuantización a las señales más pequeñas, en la denominada "Modulación Delta Adaptiva" (ADM: *Adaptive Delta Modulation*) o "Modulación Delta Compandida" (CDM: *Companded Delta Modulation*).

Se puede establecer que la técnica de modulación delta cuenta con las siguientes características:

- La digitalización de la voz es realizada a velocidades de muestreo de 16, 24, 32, 48 y 64 Kbps.
- Utiliza una palabra de un bit de datos para describir los cambios de la señal desde el muestreo previo.
- La voz es reconocible a partir de los 16 Kbps en adelante, de acuerdo a los pasos de velocidad ya indicados.
- Es recomendable únicamente en redes punto a punto.

2.3.5 La Modulación CVSD (*Continuously Variable Slope Delta Modulation*)

También conocida como “Modulación Delta Adaptiva”. Esta técnica transmite la diferencia entre dos muestreos sucesivos y mediante un cuantizador varía los pasos de cuantización actuales basandose en un incremento o decremento drástico de la señal. La técnica CVSD no envía ninguna información sobre la amplitud de la señal (PCM) o el cambio en la amplitud de la señal (ADPCM). En su lugar, envía información relativa a los cambios en el perfil de la curva de la señal.

El transmisor compara la señal entrante con una señal controlada de referencia. Dependiendo de si la señal es mayor o menor que su referencia, incrementa o decrementa tal referencia. El receptor reconstruye la señal incrementando la inclinación de la curva cuando recibe un 1L o decrementandola al recibir un 0L. Para reformar la curva se utiliza un filtro. Las secuencias de 1L (1111) y 0L (0000) sucesivos son interpretadas respectivamente como cambios rápidos o lentos en la señal, por lo que el sistema incrementa el tamaño de los pasos de su referencia.

En resumen, esta técnica cuenta con las siguientes características:

- Utiliza una palabra de un bit de datos para describir los cambios de la pendiente de señal.
- La voz es de buena calidad desde 32 Kbps.

2.3.6 Codificación de “Sub-banda” (SBC: *Sub-Band Coding*)

Esta técnica divide la banda de frecuencia en cuatro “sub-bandas”. Cada sub-banda es muestreada a una velocidad correspondiente al doble de su ancho de banda (de acuerdo al teorema de Nyquist¹¹) y codificada utilizando PCM o ADPCM. La compresión es efectuada eliminando ciertas bandas de frecuencia, dependiendo del tipo de conversación que esté ocurriendo. Esta técnica alcanza velocidades de digitalización más bajas (9.6 a 24 Kbps) que CVSD y ADPCM con una pequeña degradación en la calidad de la voz.

2.3.7 Técnicas de Análisis-Síntesis

Adicionalmente a las técnicas ya nombradas existen otras tantas que en la mayoría de los casos son aplicaciones sujetas a un solo vendedor. Estas técnicas son atractivas desde el punto de vista de VDR, generalmente desde 2.4 Kbps hasta 9.6 Kbps.

A diferencia de los métodos anteriores, los métodos de análisis-síntesis no preservan la forma de onda de la conversación analógica, sino que se codifican y transmiten ciertas características de la voz humana. Los códigos contienen información de frecuencias de resonancia del sistema vocal para posiciones particulares de la lengua, labios y otros órganos relacionados con el habla.

Los dispositivos que utilizan este tipo de técnicas suelen ser llamados *vocoders*.

Entre estas técnicas se puede citar la “Codificación por Predicción Lineal” (**LPC: *Linear Predictive Coding***), la cual se basa en la posibilidad de predecir la voz a partir de la suma de muestreos previos.

El proceso de determinación involucra un conjunto de ecuaciones lineales para obtener coeficientes de predicción. Esta técnica produce una voz metalizada y es aplicable cuando se prefiera una baja velocidad de transmisión (2.4 a 12 Kbps) con una calidad de voz aceptable.

¹¹ La mínima frecuencia de muestreo necesaria para representar completamente a una señal analógica debe ser mayor al doble del ancho de banda de la misma. Referencia bibliográfica 13, pg. 88.

2.4 MULTIPLEXACION DE VOZ Y DATOS

Actualmente, la mayoría de los administradores de redes de comunicación están reconociendo las grandes ventajas que ofrece la concepción de redes que integren señales de voz y datos. Conforme el acceso a las redes de transmisión digital se vuelva más común, las soluciones de que integren voz y datos serán más atractivas que implementaciones aisladas.

En nuestro país está muy próxima la implementación de una red nacional de transmisión de datos pública totalmente digital (1996-1997) e incluso se está trabajando en la proyección de una red pública de paquetes X.25, denominada desde ya "ECUAPAQ". Mientras esto último no ocurra, hemos de conformarnos con la transmisión integrada de voz/datos bajo la ya existente red telefónica conmutada de EMETEL, por naturaleza analógica.

2.4.1 Características y Diferencias entre los Tráficos de Voz y de Datos

A primera vista podría pensarse que la integración de voz y datos dentro de una misma red es una tarea muy fácil. Una vez que la señal analógica de la voz es digitalizada, toda la transmisión podría ser tratada como datos. Sin embargo, si se examina los requerimientos de transmisión de la voz y los datos, se encontrará algunas diferencias, las cuales se muestran en la tabla 2-4.

VOZ	DATOS
Alta tolerancia a errores.	Baja tolerancia a errores.
Los retardos en la red deben ser constantes para todos los paquetes.	Los retardos de la red pueden variar para cada paquete.
Algunos paquetes pueden ser perdidos o descartados.	Los paquetes raramente son perdidos o descartados.
La longitud de colas en los buffers deben ser cortas para reducir los retardos, pero permiten ocasionalmente overflow.	La longitud de colas en los buffers deben ser largas para prevenir la pérdida de paquetes debido a overflow.

Tabla 2-4. Comparación entre los requerimientos de transmisión para la voz y los datos.

La transmisión de voz muestra una gran tolerancia a los errores, si ocasionalmente un paquete con voz digitalizada es distorsionado, la reproducción de la voz no se ve

severamente afectada. Por otra parte, si un paquete de datos sufre alteración, la información puede ser drásticamente alterada.

Otra diferencia entre la transmisión de voz y datos es causada por los retardos en la red. Para que la voz paquetizada pueda ser reformada en tiempo real, se necesita que la red tenga un retardo constante y de valor bajo (menor a 200 ms). Para paquetes de datos, los retardos de la red pueden variar considerablemente, y pueden ser transferidos asincrónicamente a través de la red.

En algunos caso, los paquetes de voz pueden ser perdidos o descartados, por ejemplo, debido a retardos excesivos en la red que causan *overflows* (sobreescritura) en los *buffers* por lo que los paquetes se pierden. Estas pérdidas no afectan la fidelidad de la voz si los paquetes perdidos son menores al 1% de los paquetes transmitidos. Los paquetes de datos, por otra parte, nunca deben ser perdidos (en caso de fallas, deberán ser recuperados con algún procedimiento de recuperación de errores).

Finalmente, los paquetes de voz requieren colas de *buffer* pequeñas en los nodos X.25 para reducir los retardos (tiempo de encolamiento) en la red. En el caso de los datos, en los nodos es necesario que los *buffers* tengan longitudes de cola grandes para evitar pérdidas de paquetes debido a *overflow*. Como se verá más adelante, el concepto de conmutación de paquetes juega un papel muy importante en la integración de paquetes de voz y datos en una red. En la actualidad, para la transmisión simultánea de voz y datos, la tecnologías *fast packet switching* está ganando gran aceptación; tal tecnología será tratada en el capítulo 5 de este trabajo.

2.4.2 Multiplexores de Voz y Datos

Debido a la gran demanda de productos que permitan integrar tráfico de voz, datos y fax, las casa especializadas en este tipo de aplicaciones se encuentran en una verdadera batalla por reducir los requerimientos de ancho de banda para estos dispositivos. Multiplexores tales como el "Marathon 5K" de Micom¹², pueden utilizar anchos de banda tan reducidos como 9.6 Kbps. Específicamente, el Marathon 5K aprovecha al máximo el ancho de banda disponible a través de un método de multiplexación similar a la multiplexación estadística: el multiplexor observa la actividad de los canales y les asigna

¹² Data Communication International, "A Low-Cost Switch for Data and Voice", Abril-1993, pg. 113.

de forma dinámica únicamente el ancho de banda que necesitan. Este tipo de implementación es muy interesante, ya que comúnmente, los multiplexores T1 utilizan tecnología TDM, desaprovechando los tiempos no ocupados en cada canal.

Mediante procesadores de señal digital muy sofisticados, los multiplexores de voz suelen comprimir las señales de voz desde los 64 Kbps utilizados en PCM, hasta velocidades tan bajas como 4.8 Kbps conservando una calidad aceptable de la señal de voz. Para enlaces en los que se disponga anchos de banda de 19.2 Kbps o más, puede ser conveniente trabajar VDRs más altos tales como 7.2, 9.6, 12.0 o 14.4 Kbps para lograr una mejor calidad de la voz.

Algunos productos de compresión de voz pueden manejar tráfico de fax mediante tarjetas opcionales de voz/fax. Con estas tarjetas, se pueden alcanzar velocidades desde 4.8 Kbps hasta los 9.6 Kbps de acuerdo a los estándares de **Fax de Grupo 3**¹³. Este estándar especifica la transmisión de señales de fax sobre redes telefónicas públicas, con salida de modem V.29 y con codificación interna de 9600 bps. Una tarjeta de voz/fax puede reconocer automáticamente el tipo de información que reciben. Al distinguir el tráfico de fax, el multiplexor no realizará un *fall-back* (reducción de velocidad) con el fin de incrementar la relación de compresión de la voz, sino que trabajará en los canales de fax a una velocidad de 9.6 Kbps. Otro tipo de productos, permiten la transmisión de señales de fax a 4.8 Kbps con algoritmos propietarios con el fin de incrementar el *throughput* del multiplexor.

Los multiplexores de voz/datos pueden ser del tipo *standalone*, con un número fijo de puertos y modulares, los cuales permiten crecer desde una configuración básica (por ej. dos puertos de voz, cuatro de datos y dos de voz/fax) mediante la adición de tarjetas de datos, fax o voz, de acuerdo al ancho de banda disponible. También es posible enlazar estos multiplexores a velocidades T1/E1 fraccional ($n \cdot 64$ Kbps/ $n \cdot 56$ Kbps) si se dispone de enlaces digitales de estos anchos de banda, o mediante modems de corta distancia.

Adicionalmente, los multiplexores de voz/datos pueden incluir el soporte de conexiones **LAN** (Redes de Area Local), realizar migraciones futuras para incluir funciones de *bridge* y *router*, así como para transmitir señales de video.

¹³ El CCITT ha clasificado los equipos en 4 grupos. El grupo 1 transmite una hoja A4 en 6 minutos, el grupo 2 lo hace en 3 minutos y el grupo 3 en un minuto. El grupo 4 define 3 categorías de facsimiles libres de error. Referencia Bibliográfica 16, pg. 33.

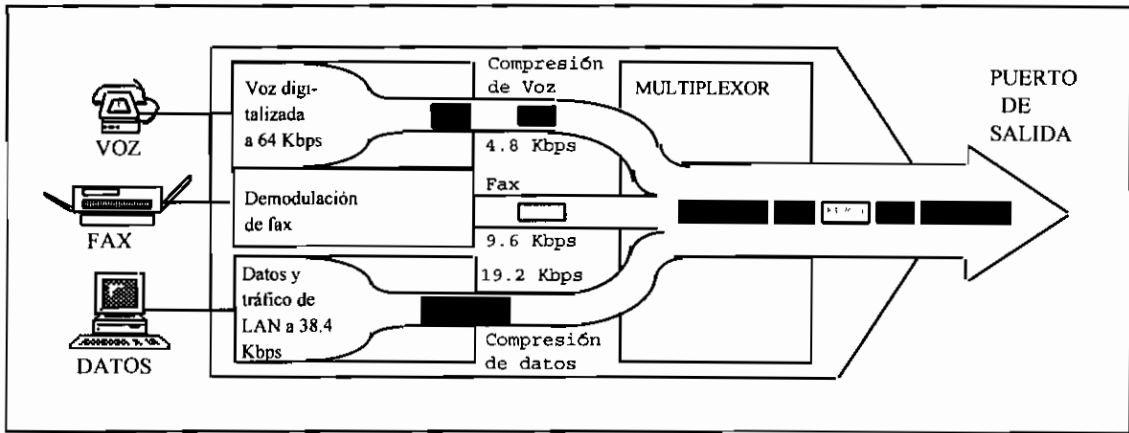


Figura 2-19. Diagrama interno de bloques de un multiplexor de voz/fax/datos.

La figura 2-19 presenta el diagrama interno de un multiplexor de voz/datos/fax. Generalmente los multiplexores que operan de esta forma, trabajan con esquemas de multiplexación *fast packet*, algoritmos de compresión de voz/datos y demodulación de fax. Bajo esta ideología, la información es dividida en "celdas" de distintos tamaños dependiendo del ancho de banda asignado a cada aplicación (voz, datos o fax). Para el caso del multiplexor Marathon 5K de Micom, a bajas velocidades (9.6 Kbps a 19.2 Kbps) se utilizan entre 9 y 25 celdas; para enlaces de 56/64 Kbps se utilizan de 100 a 125 celdas.

La compresión de voz es manejada mediante una de las técnicas citadas en el numeral 2.3, mientras que la demodulación de fax toma en cuenta que estos datos no pueden viajar sobre un canal de voz comprimida si la relación de compresión es demasiado alta (hasta algo menos que 12.0 Kbps). La dificultad de transmitir datos de fax en canales de digitalización de voz con compresión radica en el hecho de que, para realizar tal compresión, se descartan ciertos bits, lo cual en el caso de los modems internos del fax es considerado como condiciones de error en la línea. Por esta razón, la tarjeta de fax debe demodular la señal de fax y transmitirla a una velocidad de 9.6 Kbps de acuerdo al estándar de fax de Grupo 3.

Ciertos multiplexores, como el *Herndon Va. de Newbridge Networks Inc.*, emplean algoritmos de detección de tráfico de voz y de fax mediante un análisis de cada llamada, antes de poner en funcionamiento los algoritmos de compresión. Cuando el algoritmo del multiplexor reconoce una llamada de voz, la enruta hacia el procesador de compresión de voz, mientras que los datos de los mensajes de fax son extraídos de la señal de fax entrante y transmitidos hacia el sitio remoto sin realizar la compresión.

Finalmente, la mayoría de los multiplexores de voz/datos existentes en el mercado poseen funciones tales como:

- Salida de red múltiple, lo cual permite dar servicio con un multiplexor local a dos o más localidades remotas (ver figura 2-20).
- Configuración remota de los multiplexores de la red.
- Actualizaciones de las velocidades de los puertos de datos dependientes de la hora, lo cual permite asignar mayor o menor ancho de banda a los canales de datos de acuerdo a horas picos y libres.
- Asignación dinámica del ancho de banda de acuerdo a la utilización de los canales de voz. Los canales de datos ocuparán el ancho de banda de los canales de voz que no sean utilizados y conforme estos últimos requieran uso, el ancho de banda será disminuido del disponible ocupado por los datos de forma dinámica y transparente (si el protocolo utilizado para los datos es *autospeed*).
- Configuración mediante software desde el panel frontal del multiplexor o con pantallas asincrónicas conectadas al puerto de control.

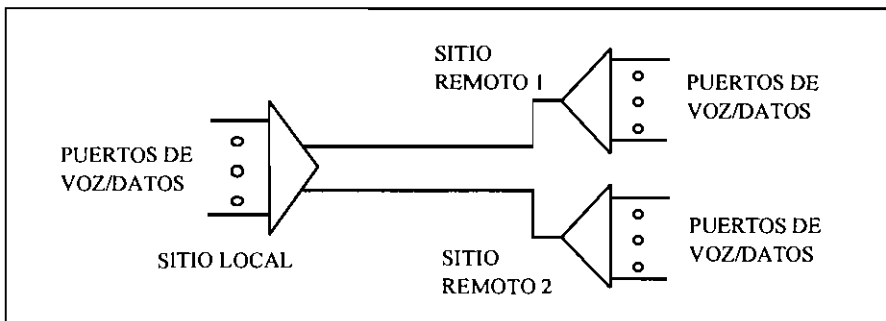


Figura 2-20. Enlace de 2 multiplexores de voz/datos a uno de doble salida.

2.4.3 Aplicaciones de Voz Digitalizada al Interior de una Red de Voz/Datos

Dentro de las aplicaciones de la digitalización de voz más comunes se puede destacar las siguientes:

- a) Lazo troncal de PBX (*PBX Tie Trunk*).

Una de las aplicaciones más importantes es la de los lazos troncales, destinados a interconectar PBXs. Este objetivo es realizado mediante líneas de lazo analógico

dedicadas, lo cual permite a una PBX el acceso a cualquier estación conectada en la PBX remota.

Ya que el tener enlaces analógicos dedicados única y exclusivamente para la transmisión de voz resulta demasiado costoso, es posible, mediante un multiplexor de voz y datos, integrar estos dos tipos de tráficos, enrutarlos por un mismo puerto de salida del multiplexor y llevarlos mediante DSU/CSUs (*Data Service Units/Channel Service Unit*) hacia enlaces digitales o mediante modems hacia enlaces analógicos. En ambos casos, dependiendo de la relación de digitalización de voz y del número de puertos destinados a la transmisión de voz, ha de necesitarse un mayor o menor ancho de banda para la transmisión simultánea con los datos, pues los multiplexores que cumplen este objetivo generalmente operan multiplexando los canales por división de tiempo (TDM).

En los multiplexores de voz/datos, cada canal transmite su información en un *slot* o intervalo de tiempo cuya periodicidad depende de la velocidad a la cual opere dicho canal (a mayor velocidad, mayor periodicidad). La figura 2-21 muestra una aplicación de **PBX Tie Trunk** mediante multiplexores de voz/datos y enlaces digitales de alta velocidad para enlazar dos PBX situadas en diferentes localidades (pudiendo ser enlaces interurbanos o interprovinciales).

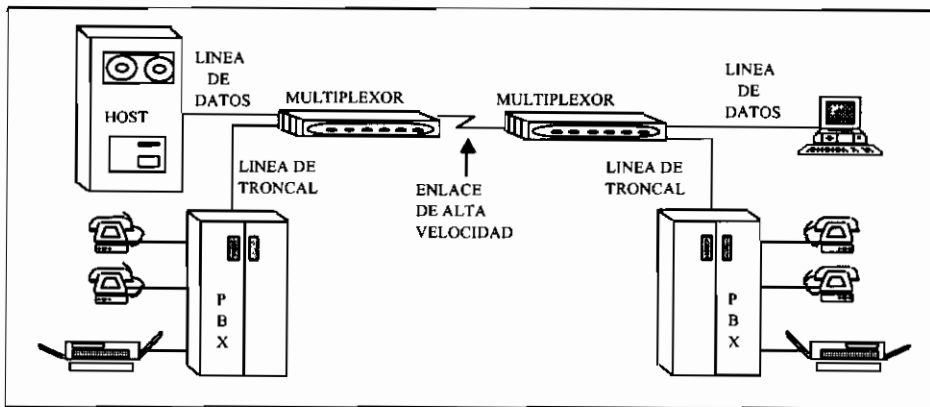


Figura 2-21. Transmisión de voz digitalizada con multiplexores de voz/datos mediante líneas troncales de PBX o tie lines.

La señalización utilizada entre las PBXs y los multiplexores es E&M, pudiendo ser del tipo 1 al 5, siendo la más común la señalización E&M de tipo 1. Bajo esta configuración, cualquier extensión de la PBX de la ciudad **a** podrá comunicarse con cualquier extensión de la ciudad **b** (y viceversa), pudiendo además efectuar llamadas en la ciudad remota, las cuales serán tarifadas por la central local de la empresa telefónica como llamadas locales.

b) Troncal de intercambio exterior (*Foreign Exchange Trunk*).

La figura 2-22 muestra un enlace entre una PBX (ciudad b) y la oficina central (ciudad a) mediante dos multiplexores de voz y datos. Este tipo de implementación permite la conexión directa entre cualquier estación de la PBX y la oficina central de la compañía telefónica, de tal forma que si el enlace es realizado entre dos ciudades, las llamadas efectuadas en la PBX situada en la ciudad b, hacia abonados de la ciudad a, serán tarifadas como llamadas locales. El tipo de señalización utilizado en este tipo de aplicaciones puede ser de *Loop* o *Ground Start*. El sistema funciona de la siguiente manera:

Cuando un usuario de la ciudad a desea llamar a un usuario de la ciudad b situado en la PBX, lo hará a un número determinado por la oficina central, el mismo que corresponde a una línea telefónica que ingresa a un puerto de voz del multiplexor de voz/datos. La oficina central colocará en tal línea una señal de timbrado de 20 Hz, 90 VAC a través de los circuitos de *Tip* y *Ring* de la línea de *Loop Start* o tomará como tierra el hilo de *Tip* si se utiliza la señalización de *Ground Start*.

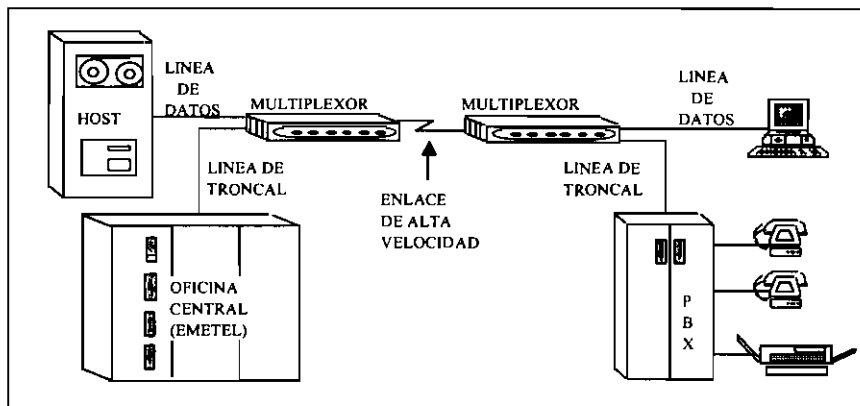


Figura 2-22. Transmisión de voz digitalizada con multiplexores de voz/datos entre una PBX y una oficina central (oficina central).

La tarjeta de digitalización de voz del multiplexor sensorá la señal de timbrado y notificará a su similar en el multiplexor de la ciudad b, la cual se conecta a la PBX colocando el voltaje de timbrado en los pares de *Tip* y *Ring* o colocando la tierra en el hilo de *Tip* dependiendo del tipo de señalización utilizado.

Cuando la llamada es iniciada desde la PBX de la ciudad b, hacia un abonado cualquiera de la ciudad a, la PBX se conectará al puerto de voz del multiplexor de voz/datos, mediante un lazo cerrado de corriente o designando al hilo de *Ring* como tierra.

La tarjeta de digitalización de voz del multiplexor sensorá este lazo de corriente o la señal de tierra en el hilo de *Ring* y notificará a su similar en el lado remoto la existencia de una llamada, por lo que está última creará un lazo de corriente o una señal de tierra en el hilo de *Ring* del par telefónico conectado a la oficina central de la compañía telefónica.

c) Línea de suscriptor de intercambio exterior (*Foreign Exchange Subscriber Line*).

La figura 2-23 muestra una configuración similar a la del literal anterior. En este caso, se trata de dar servicio únicamente a un usuario en la ciudad **b** (línea de suscriptor, para la figura 2-23), el cual podrá efectuar llamadas en la ciudad **a** (a través de la oficina central) y la tarificación corresponderá a una llamada local en la ciudad **a**. Los multiplexores son los encargados de llevar la señal de voz (multiplexada con datos) entre las dos ciudades a través de un enlace de alta velocidad (enlaces digitales o analógicos mediante modems de alta velocidad). De forma similar, cualquier usuario de la ciudad **a** podrá llamar al usuario de la ciudad **b** marcando el número correspondiente a la línea analógica que entra en el puerto de voz del multiplexor de la ciudad **a**.

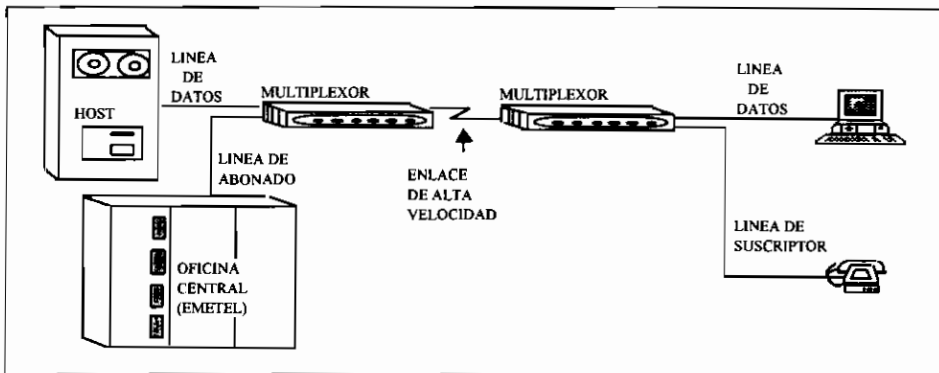


Figura 2-23. Transmisión de voz digitalizada con multiplexores de voz/datos entre un abonado y una central local (oficina central).

El tipo de señalización involucrado en esta aplicación puede ser de lazo de dos hilos o salida de tierra (*ground start*) no obstante, generalmente la señalización es efectuada mediante la salida de lazo (*loop start*).

d) Extensión de local (*Off Premise Extension*).

Abreviada como **OPX**, permite la conexión directa de un aparato telefónico remoto como extensión de una PBX local (figura 2-24). El usuario de la ciudad **b** (línea de

extensión) es conectado a un puerto de extensión de la PBX de la ciudad a (localidad de la PBX) mediante los multiplexores de voz/datos.

De acuerdo a la figura 2-24, el usuario remoto podrá llamar y ser llamado a y desde cualquier extensión de la PBX de la ciudad a como si se tratase de una extensión local. De forma análoga a las aplicaciones de los literales a, b y c de este mismo numeral, el usuario remoto podrá efectuar llamadas al interior de la ciudad a (mediante una línea troncal de salida que podría ser seleccionada marcando algún dígito en particular de acuerdo a la programación de la PBX) como si se tratase de una llamada local.

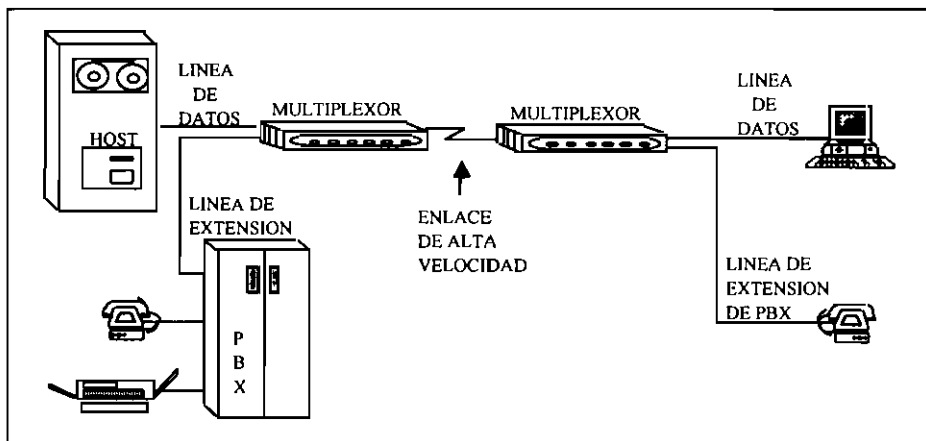


Figura 2-24. Transmisión de voz digitalizada con multiplexores de voz/datos entre una PBX y un abonado en configuración OPX (*Off Premise Extension*).

El tipo de señalización utilizado en esta aplicación puede ser de *loop start* (la más utilizada) o de *ground start* y el modo de interactuar de la PBX y el usuario remoto con los multiplexores de voz/datos es similar al descrito en el literal b de este mismo numeral.

e) Timbrado automático en línea privada (PLAR: *Private Line Automatic Ring Down*).

La figura 2-25 muestra la forma más básica de conexión de voz mediante multiplexores de voz/datos: la conexión teléfono a teléfono. Este tipo de implementación es muy útil especialmente cuando se desea tener una línea caliente (*hot line*) entre dos centros de cómputo. Las señales de datos de los dos centros de cómputo son alimentadas a las tarjetas de datos del multiplexor de voz/datos y paralelamente se tiene un canal de voz a través de las tarjetas de voz del mismo digitalizador. Al levantar uno de los aparatos telefónicos, el teléfono del extremo opuesto recibirá del puerto de voz del multiplexor, una señal de timbrado.

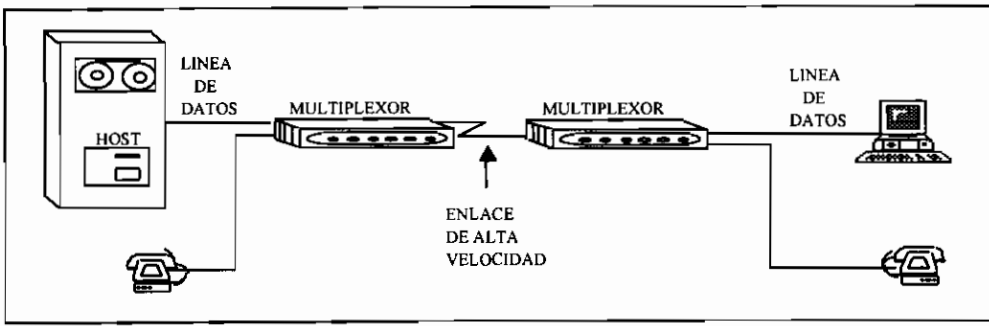


Figura 2-25. Transmisión de voz digitalizada con multiplexores de voz/datos entre dos teléfonos (*Ring Down*).

El sistema PLAR emplea únicamente la señalización de *loop start* y opera de la siguiente forma:

Al levantar el auricular en uno de los extremos del enlace de voz, se causa un lazo de corriente que es sentido por el sistema PLAR de la tarjeta digitalizadora de voz, la cual notifica a su similar en el multiplexor remoto, el cual activa su generador de voltaje de timbrado, permitiendo que el teléfono remoto timbre.

f) Transmisión ecualizada (ETO: *Equalized Transmission Only*).

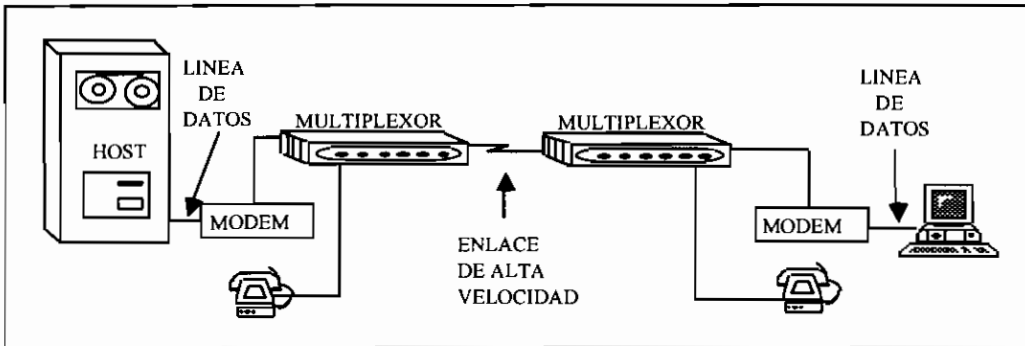


Figura 2-26. Transmisión de datos a través de una tarjeta de voz de un multiplexor de voz/datos utilizando modems.

Permite aplicaciones de datos modulados (señal analógica) para conexiones con sitios remotos en los que se tengan multiplexores únicamente con tarjetas de voz (o cuyos puertos de datos estén saturados). Esta aplicación requiere de un par de modems situados en los extremos del enlace entre multiplexores. Los modems convierten los datos digitales en una señal analógica que es alimentada a un puerto de voz. Esta señal es digitalizada y multiplexada con otros canales de voz/datos y entregada en el lado remoto como señal analógica, la cual será demodulada por un modem y entregada al terminal de

datos tal como se indica en la figura 2-26. En este caso no se utiliza ningún tipo de señalización y la señal analógica de los datos es digitalizada sin utilizar compresión para reducir los errores de cuantización.

2.5 PAQUETIZACION X.25 DE LA VOZ DIGITALIZADA

Por las explicaciones vertidas en el capítulo 1, se tiene claro el hecho de que, para la infraestructura actual del país, la mejor solución para el tráfico de datos la constituye la tecnología X.25 y de acuerdo a lo escrito en los numerales anteriores de este mismo capítulo, para la transmisión de voz la tecnología TDM es la ideal. No obstante, hoy en día existen nuevos productos que permiten la transmisión de paquetes de voz mediante circuitos virtuales permanentes o conmutados conjuntamente con el tráfico de datos constituyéndose verdaderas redes X.25 de voz y datos.

Entre los pocos fabricantes de “paquetizadores” de voz se puede citar a la firma ACT, con su *SDM-HDLC Voice Packetizer*. Este equipo es un “paquetizador” que permite multiplexar un canal de datos con un canal de voz y presentar a su salida (puerto de red) los datos en forma de paquetes X.25 que pueden ser “inyectados” a una red de paquetes X.25. En el extremo de la red, mediante otro “paquetizador” de voz, los canales de voz y datos serán restituidos a su forma original.

2.5.1 Características Generales de los “Paquetizadores” de Voz

Los “paquetizadores” de voz, gracias a su arquitectura avanzada proveen las siguientes ventajas y características:

- Evitan que los usuarios que posean una red de datos X.25 instalen una infraestructura separada mediante enlaces *tie line*, con lo que los costos de operación de la red de voz quedan minimizados.
- Mediante sistemas de detección de silencio, los paquetes de voz son liberados hacia la red únicamente en los instantes en los que existe conversación, eliminándose el requerimiento de ancho de banda constante para los canales

de voz. Esto constituye una ventaja frente al sistema de multiplexores de voz/datos con tecnología TDM, ya que en esta última, se asigna a cada canal de voz un *slot* de tiempo fijo y por tanto un ancho de banda fijo dentro del enlace. Gracias a la característica de detección de silencio y por la forma de operar de una red telefónica conmutada, se obtiene una tasa de compresión adicional de 2:1.

- La calidad de la voz obtenida es muy buena de acuerdo a pruebas efectuadas con equipos de esta naturaleza en Estados Unidos y Colombia (red X.25 con nodos X.25 Motorola 6525 y “paquetizadores” de voz ACT SDM-HDLC) en Junio de 1993 (fuente: Colcom, Colombia).
- Dependiendo del fabricante, los paquetizadores suelen soportar varios de los tipos de señalización para enlaces de voz descritos en el numeral 2.1.5. En algunos casos se realiza una conversión entre los tipos de señalización soportados (por ej. de 4 hilos de *tie line* a 2 hilos de *loop-start*).

2.5.2 Estructura del Paquete de Voz

Ya que todas las redes de conmutación de paquetes están diseñadas para manejar el tráfico de datos, existen ciertas características únicas de las comunicaciones de voz que deben ser direccionadas por el equipo de la red X.25 para que un “paquetizador” de voz opere de manera adecuada en una red de paquetes.

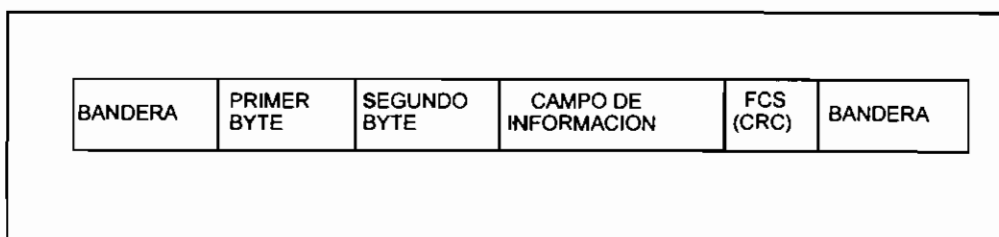


Figura 2-27. Formato de la trama HDLC utilizada para transportar la voz.

La figura 2-27 presenta la trama HDLC utilizada para transportar tanto la información de la voz como la de supervisión. Para minimizar el *overhead* de la trama, se ensamblan múltiples paquetes de voz para constituir una trama HDLC. Los campos de la trama de voz son los siguientes:

- 1) **Bandera:** Corresponde al hexadecimal 7E para delimitar una trama de longitud variable. La bandera de cierre de una trama corresponde a la de apertura de la siguiente trama.
- 2) **Campo de dirección:** Típicamente de un byte de longitud, pudiendo ser de dos bytes opcionalmente. Este campo le indica a la red la dirección del destino al cual va dirigida la voz paquetizada.

En aplicaciones punto a punto, el "paquetizador" provee una capacidad de *tie line*, sobre un circuito virtual permanente establecido a través de los nodos de la red de paquetes. La llamada de voz está siempre establecida entre dos localidades de forma fija.

En las aplicaciones punto a multipunto (tales como redes VSAT¹⁴: estación - satélite - estaciones) la dirección de destino es tomada de los primeros tres dígitos DTMF. Las estaciones remotas realizan llamadas al *Hub* o concentrador central y este último debe ser capaz de hacer llamadas a las estaciones remotas. Los usuarios del *hub* podrán llamar a cualquier estación remota mediante los tres primeros dígitos marcados.

- 3) **Campo de información:** Es utilizado para ensamblar y enviar los paquetes de voz y los de supervisión. Este campo posee una longitud variable (generalmente 128 bytes). Con el fin de minimizar el *overhead* el "paquetizador" tratará de llenar siempre la longitud de información máxima posible sin incurrir en retardos adicionales.
- 4) **Campo de FCS:** El campo de la secuencia de chequeo de la trama contiene 16 bits con el fin de verificar la exactitud de la transmisión de la voz digitalizada. Comúnmente se utiliza el polinomio $X^{16} + X^{12} + X^5 + X^1$ (CRC del CCITT) para formar el campo de FCS¹⁵.

¹⁴ En el capítulo 4 se detalla el servicio VSAT.

¹⁵ ACT, "SDM-HDLC Voice Packetizer User Manual", California-USA, 1990, pg. 3-7.

2.5.3 Consideraciones Prácticas para la Transmisión de Voz “Paquetizada” dentro de una Red de Conmutación de Paquetes

Una red de paquetes puede ser concebida como una red de colas de datos, de acuerdo a la teoría expuesta en el capítulo 1. El proceso de “encolamiento” introduce invariablemente retardos en el proceso de transmisión. Aún cuando no existan condiciones de congestión y únicamente se transporte una llamada de voz, el nivel de trama de X.25 requeriría que cada nodo de la red realice el chequeo de errores sobre el paquete de voz digitalizada antes de que éste sea transmitido hacia el siguiente nodo de relevo hasta alcanzar su destino. Por esta razón, cada nodo introducirá un retardo mínimo de propagación igual o mayor al de la longitud de la trama de voz (en bits) dividido para la velocidad de transmisión del circuito virtual (en bps).

El retardo presente en la transmisión del paquete de voz digitalizada será función del medio de transmisión de la red, del tamaño de la red y de la cantidad de tráfico presente en la red. Este retardo es adicional al inherente en el proceso de digitalización de la voz (codificación y decodificación). La suma total de estos retardos puede variar entre 300 milisegundos y 2 segundos. Este tipo de retardos provoca una sensación de comunicación half-duplex similar a la experimentada en conversaciones telefónicas por medio de satélites.

Con el fin de minimizar los retardos citados en los párrafos anteriores han de tomarse las siguientes precauciones:

- Si la red puede asignar una prioridad alta a una llamada específica, entonces el tiempo del paquete de voz en las colas de transmisión y recepción en los nodos puede ser disminuido. Por esta razón es deseable que las llamadas correspondientes a tráfico de voz tengan la más alta prioridad.
- Si la red puede desactivar el chequeo interno de errores para los paquetes SDLC, los nodos de la red ubicarán a los paquetes de voz en las colas de transmisión tan pronto como estos arriben al nodo. Es entonces aconsejable, desactivar la corrección de errores para los paquetes de voz.

- Es conveniente asegurar que el tamaño de la ventana y los tamaños de trama programados en la red, acepten la longitud máxima de tramas emitidas por el paquetizador de voz (por ej. 128 bytes).

Es necesario resaltar la gran importancia del manejo de los retardos en la transmisión de voz sobre una red de conmutación de paquetes. Generalmente las aplicaciones de datos tienen muy pocos problemas con retardos variables en la recepción de su información, no obstante, las conversaciones telefónicas son en tiempo real, por lo que la liberación de paquetes de voz con intervalos de tiempo alterados o paquetes fuera de secuencia podrán hacer fácilmente que la conversación se vuelva inentendible.

Adicionalmente, las redes de paquetes utilizan una secuencia de CRC que interactúa con las tramas de nivel 2 de X.25 para detectar posibles errores a este nivel y activar procedimientos de retransmisión de las tramas con errores. Afortunadamente, debido a la sofisticación de los equipos encargados de la transmisión de los paquetes entre nodos de la red (por ej. modems de alta velocidad con esquemas de corrección de errores) la transmisión se vuelve más confiable, y para el caso de los paquetes de voz es menos crítica la pérdida de un paquete en la secuencia original que en el caso de pérdidas de paquetes de datos.

Para eliminar los retardos por chequeo de errores, es menester desactivar esta característica para la transmisión de paquetes de voz.

Cabe aclarar en este momento, que la transmisión de la voz digitalizada mediante los paquetizadores de voz no corresponde a los formatos estándares del paquete o de la trama X.25. Generalmente se trabaja con protocolos muy similares al HDLC implementado en el nivel 2 de X.25. De esta forma, las tramas de voz no suelen contener campos de control o secuenciamiento de tramas y en algunos casos ni siquiera de funciones de **ACK/NACK** (acuses de recibo).

El usuario debe delegar las responsabilidades de ACK/NACK al nodo al cual se conecta el paquetizador (generalmente mediante un puerto de PAD sincrónico). Este nodo deberá ser configurado para tratar el campo de información de la trama de voz como si ésta proviniera del nivel 4 (nivel de transporte). Entonces el nodo agregará la información del nivel de trama y de paquete y lo manejará como un paquete normal. A esta forma de

manejar los protocolos muy similares a HDLC en los nodos X.25 se le denomina *pass-through* o *HDLC Bit Pipe*.

Para optimizar la característica de *pass-through*, es necesario asegurarse que la longitud del campo de información de la trama de voz más la longitud de la cabecera del paquete no exceda el tamaño máximo de paquetes dentro de la red X.25, de tal forma que la trama de voz proveniente del paquetizador no sea dividida en dos paquetes, lo cual causaría un incremento en el procesamiento de la voz paquetizada.

2.5.4 Aplicaciones de los “Paquetizadores” de Voz

Los paquetizadores de voz poseen una o varias entradas para soportar interfaces telefónicos analógicos tales como:

- *Tie line* y puertos de PBX (*PBX Tie Trunk*).
- Circuitos y puertos troncales de PBX o de *Key Set Unit* (*FX: Foreign Exchange Trunk* y *Foreign Exchange Subscriber Line*).
- Puertos de extensión de PBX de dos hilos (*OPX: Off Premise Extension*).
- Teléfonos de dos hilos (*Ring Down*).

Las implementaciones de las aplicaciones citadas son muy similares a las presentadas en las figuras 2-21 a 2-26 del numeral 2.4.3 de este capítulo, pero utilizando “paquetizadores” en lugar de los multiplexores de voz y datos, por lo que no merecen mayor explicación.

2.5.5 Integración de Tecnologías X.25 y TDM para la Transmisión Simultánea de Voz y Datos

En ciertas redes de voz y datos las señales de voz digitalizada tienen que dar varios “saltos” (entre los nodos de la red), especialmente en ambientes multipunto. Además del problema de retardos acumulados por la forma de operar de los protocolos, se causa una acumulación de distorsión ya que en cada punto de la red se realiza una descompresión de la señal y luego una nueva compresión. Frente a este problema, las casas fabricantes de nodos proponen la transmisión de la voz digitalizada en paquetes

X.25 los cuales circulan a través de la red sin ser descomprimidos hasta llegar a su destino.

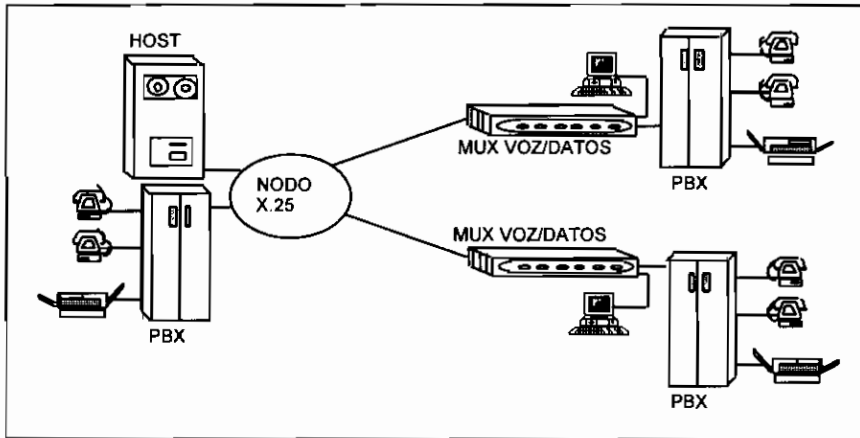


Figura 2-28. Transmisión simultánea de voz y datos mediante un nodos

Un ejemplo de lo escrito en el párrafo anterior es la solución dada por la firma *Republic*, con su *RNET Voice packet Switch*, el cual permiten enrutar los paquetes de voz hasta entre 16 de sus multiplexores *RLX-N*. Dependiendo de la aplicación, podría ser suficiente una configuración compuesta por un nodo central y varios multiplexores (ver figura 2-28) o necesaria la implementación de una red compuesta por varios nodos en el caso que la redundancia en la red sea un factor principal, de tal forma que se ofrezcan caminos alternativos a los paquetes de voz en situaciones de congestión.

2.5.6 Integración de Redes de Area Local en Redes X.25 de Voz y Datos

Actualmente, la tecnología avanza a un ritmo vertiginoso; cada mes se tienen nuevos resultados tecnológicos que permiten la implementación de redes mucho más complejas que los simples enlaces punto a punto existentes en nuestro país en la mayoría de instituciones, especialmente en el ambiente bancario. Un ejemplo de lo dicho lo constituye el denominado 6520 MP Router (*Multimedia Periphery Router*) de la Casa Motorola. Dicho dispositivo permite transmitir simultáneamente, bajo redes X.25 o *Frame Relay* (explicada en el capítulo 5), tráfico serial asincrónico o sincrónico, tráfico X.25 y tráfico de redes de área local *Ethernet* y *Token Ring*. Existen dispositivos similares de fabricantes tales como *Cisco*, *Bay Networks* y *Stratacom* entre otros

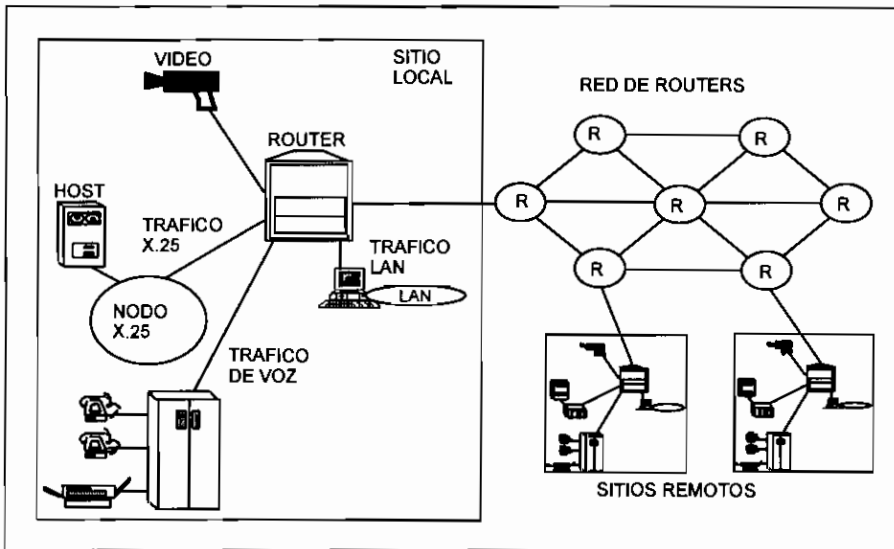


Figura 2-29. Transmisión multimedia (voz, datos y video) mediante routers y nodos X.25.

Con routers y nodos X.25 operando sobre enlaces con modems de alta velocidad (actualmente existen modems que manejan velocidades sincrónicas de hasta 128 Kbps sobre líneas analógicas con esquemas de compresión de datos), se pueden lograr *throughputs* de hasta 60 paquetes por segundo para paquetes de una longitud de 1024 bytes. Lógicamente, para este tipo de equipos, el trabajar sobre enlaces digitales de alta velocidad tales como T1 permite la integración de tráfico de video, lo cual nos lleva a la concepción de verdaderos nodos operando en ambiente "multimedia" (voz/datos/video) en todas las redes locales de una institución.

La figura 2-29 presenta una solución para las sucursales y agencias de una institución cualquiera. En cada agencia, un router concentrará los datos provenientes de las redes de área local, PADs o nodos X.25 y señales de video. Mediante enlaces de alta velocidad, cada router remoto se conecta a un *backbone* de routers, y por medio de la tecnología X.25, existirá comunicación de todo tipo entre los usuarios de cualquier agencia.

3.1 ESTADO ACTUAL DE LA RED DEL BANCO

3.1.1 Distribución Física de Agencias y Sucursales

Actualmente, el Banco de la Producción posee una Casa Matriz situada en la ciudad de Quito, una Sucursal Mayor en la ciudad de Guayaquil y tres Sucursales en las ciudades de Cuenca, Santo Domingo y Ambato. Adicionalmente, el Banco posee 14 Agencias situadas en la Provincia del Pichincha y 7 Agencias en la Provincia del Guayas. La tabla 3-1 presenta la descripción de los enlaces entre la Casa Matriz y las distintas Sucursales y Agencias del Banco para Marzo de 1993.

Ciudad	Agencia o Sucursal	Ciudad	Agencia o Sucursal
Quito	Agencia Amazonas Agencia Multicentro Agencia Buenavista Agencia El Inca Agencia Norte Agencia San Bartolo Agencia Aeropuerto Agencia Cumbayá (*) Agencia Centro Agencia Machachi Agencia Tumbaco Agencia Calderón Agencia Vencedores Agencia Tanasa	Guayaquil	Sucursal Mayor Agencia 9 de Octubre Agencia Durán Agencia Mercado Central Agencia Almendros Agencia Garzota Agencia Puerto Marítimo (*) Agencia Urdesa (*)
		Cuenca	Sucursal Cuenca Agencia El Vergel (*)
Santo Domingo	Sucursal Santo Domingo	Ambato	Sucursal Ambato (*)

(*) Agencias o Sucursales no existentes en la fecha del levantamiento de información (enero, 1994).

Tabla 3-1. Distribución de Agencias y Sucursales en el Banco de la Producción.

La red de comunicaciones del Banco de la Producción está constituida únicamente por enlaces punto a punto y multipunto entre su Casa Matriz y las diferentes Agencias y Sucursales en el Ecuador (tales enlaces se muestran en la figura 3-1). Desde la Casa Matriz (o simplemente Matriz) se derivan las señales tanto de cajeros automáticos o ATMs (*Automatic Teller Machine*), como de terminales financieros (cajas) y terminales administrativas (de consulta), sea bajo redes de área local (LANs) o en cadenas de terminales financieras del tipo NCR 2261 y 2262, y pantallas de consulta del tipo NCR 7900 y Wyse 50, así como una diversidad de impresoras.

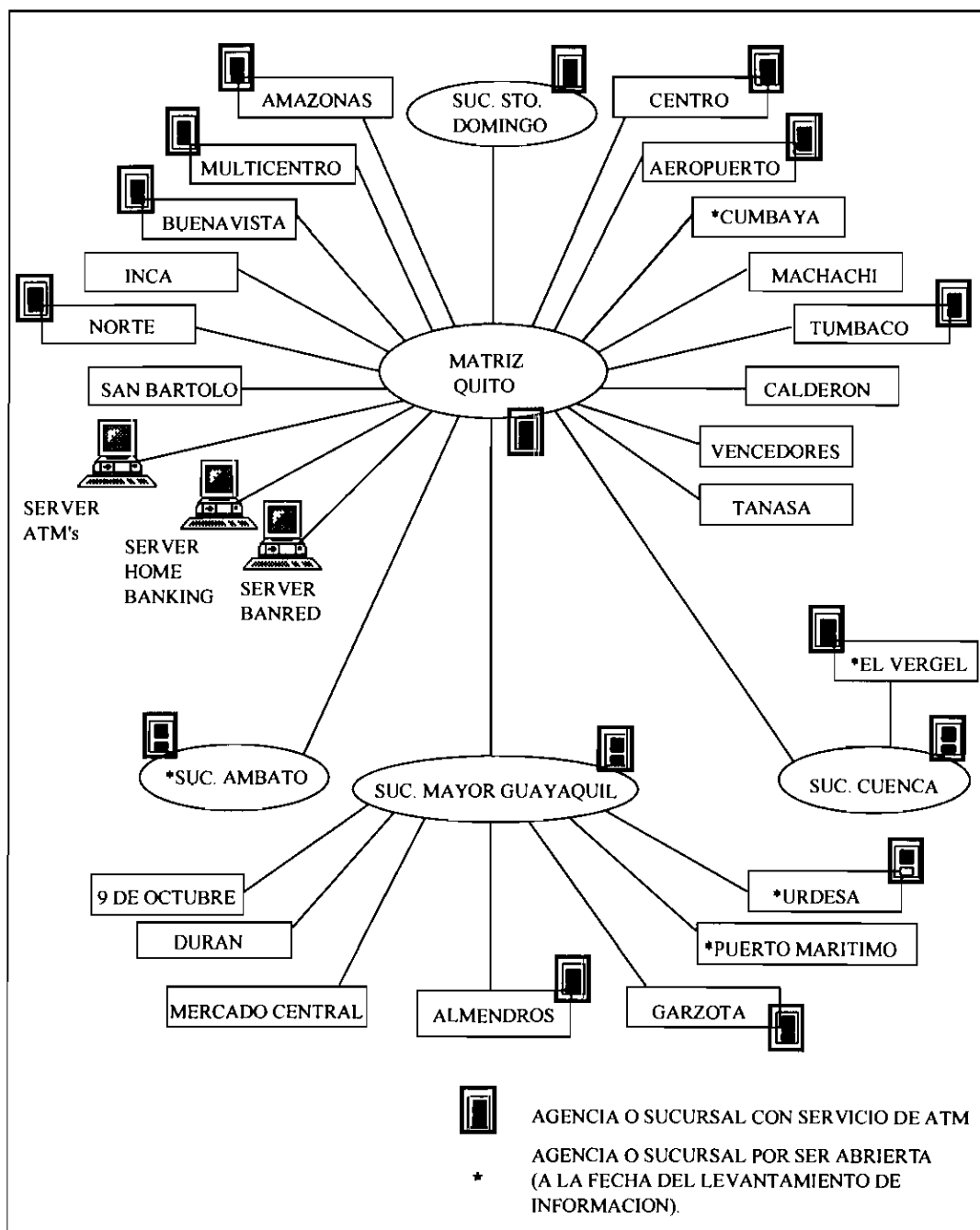


Figura 3-1. Distribución de Agencias y Sucursales en el Banco de la Producción.

Los enlaces regionales dentro de la ciudad de Quito son manejados a través de modems TDM de cuatro puertos, uno de los cuales es utilizado para llevar la señal del cajero automático en el caso de que la agencia disponga de este servicio. El puerto dos transporta la señal "poleable" correspondiente a las terminales de caja y el puerto tres en el lado remoto copia el "poleo" del puerto 2 para dar señal a las terminales de consulta. El puerto 4 permanece libre en la mayoría de los casos.

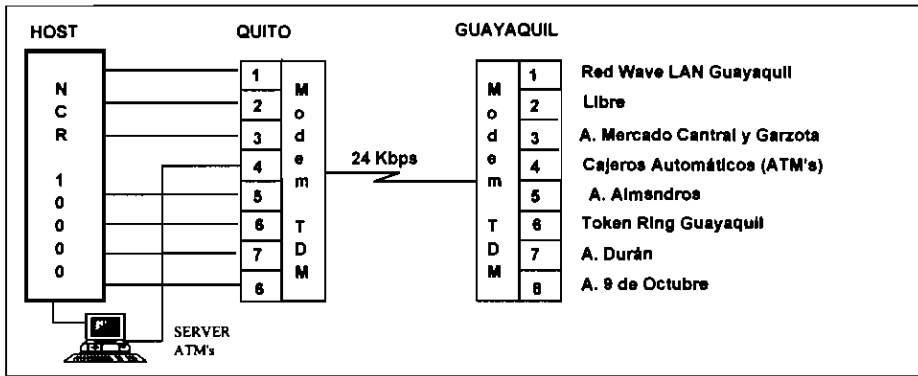


Figura 3-2. Distribución de puertos en los modems TDM del enlace Quito-Guayaquil.

El enlace interregional entre Quito y Guayaquil es efectuado mediante un par de modems TDM de 8 puertos, el cual lleva en sus puertos las señales de la Sucursal Mayor y de las Agencias correspondientes a la ciudad de Quito. Ver figura 3-2.

3.1.2 Asignación de Puertos en el Host para Enlaces (*links*) a Servicios de la Matriz, Sucursales y Agencias

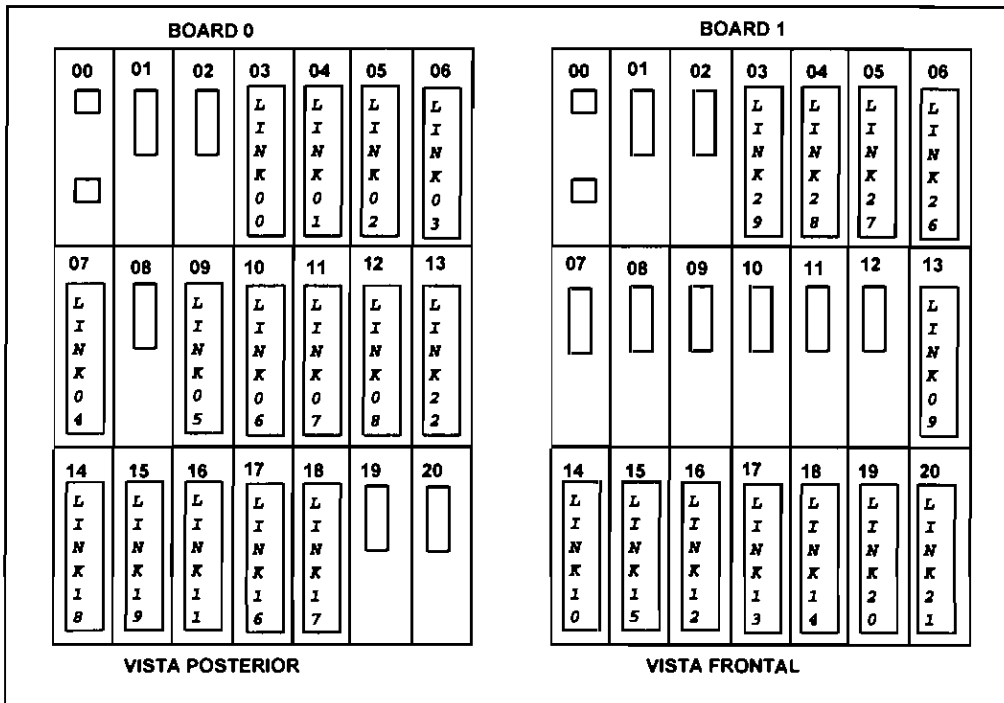


Figura 3-3. Asignación de puertos en el Host.

La red de comunicación de datos del Banco de la Producción presenta una topología del tipo "estrella", es decir que posee un computador central o *mainframe* (NCR 10000) cuyo Procesador de comunicaciones o FEP (*Front End Processor*) dispone de dos tarjetas de

comunicaciones cada una con 21 puertos, desde los cuales se derivan los enlaces o *links* destinados a dar servicio a la Matriz, Agencias o Sucursales. La figura 3-3 presenta la asignación de puertos para los diversos *links* del Banco de la Producción. Cada *link* puede manejar una o más direcciones de dispositivos, los cuales pueden estar en una o más Agencias, Sucursales o en la Casa Matriz. Tales direcciones se conocen como direcciones de "poleo" (*polls*), es decir, el Banco opera en un ambiente *Poll/Select*. La asignación de enlaces para la Matriz, las Sucursales y las Agencias se presenta en la tabla 3-2. (datos tomados en enero 1994).

# Link	Destino	# Link	Destino
0	Matriz-Caja interna	15	Agencia Machachi
1	Agencia Multicentro	16	Matriz-Pantallas de consulta
2	Matriz-Terminales administrativas	17	Agencia Buenavista
3	Sucursal Santo Domingo	18	Matriz-Red de Area Local
4	Agencia Centro	19	Sucursal Cuenca
5	Agencia Amazonas	20	Cajeros Automáticos (ATMs)
6	Agencia 9 de Octubre	21	Agencia Plaza Aeropuerto
7	Agencia El Inca	22	Matriz-Servicios generales
8	Agencia Norte	23	Agencia Calderón
9	Multipunto (Garzota y Mercado Central).	24	Sucursal Mayor, Red de Area Local
10	Agencia Durán	25	Sucursal Mayor, Red de Area Local
11	Matriz-Terminales de consulta	26	Matriz-Home Banking
12	Agencia Vencedores	27	Agencia Tanasa
13	Agencia Tumbaco	28	Agencia Almandros
14	Agencia San Bartolo	29	Libre

Tabla 3-2. Distribución de *links* en el computador central.

3.1.3 Distribución de Cajeros Automáticos (ATMs) para la Matriz, las Sucursales y Agencias

Los cajeros automáticos son manejados a través del puerto del computador NCR 10000 correspondiente al *link* 20, esta señal se envía a un servidor de ATMs (*Automatic Teller Machine*), el cual posee dos tarjetas de salida hacia dos puentes digitales (Puente Codex de 6 puertos), el uno operando a 2400 bps y el otro a 4800 bps (ver figura 3-4).

Puerto	Puente Digital 1 (2,4 Kbps)	Puente Digital 2 (4, 8 Kbps)
1	Sucursal Cuenca	Matriz
2	Agencia Centro	Agencia Multicentro
3	Agencia Norte	Agencia Amazonas
4	Sucursal Mayor y Agencias de Guayaquil	Agencia Tumbaco
5	Sucursal Santo Domingo	Agencia Buenavista
6	Agencia Aeropuerto	Libre

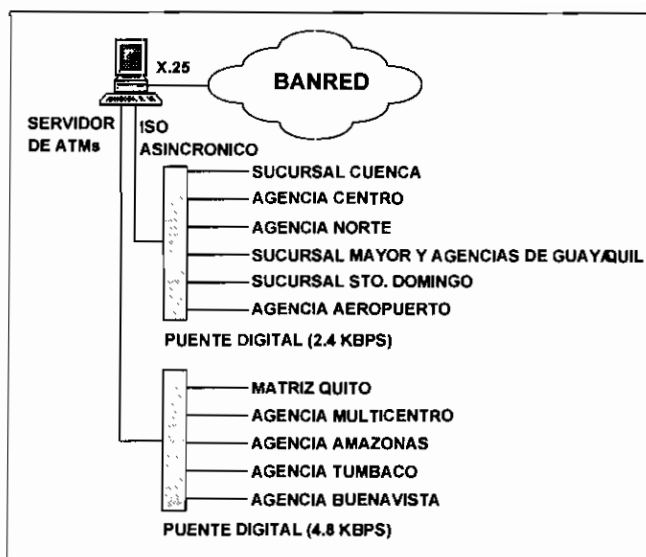


Figura 3-4 Distribución de señales para los cajeros automáticos (ATMs).

La señal de cajeros automáticos destinada para la sucursal mayor y las Agencias de Guayaquil viaja por uno de los ocho puertos de los modems multipuerto (TDM) que enlazan Quito con Guayaquil. En Guayaquil, la señal es derivada mediante un puente digital hacia los cajeros de la Sucursal Mayor y hacia las Agencias de Garzota, Almendros y Urdesa (las otras Agencias de Guayaquil no poseen ATMs).

Las Agencias que poseen cajero automático utilizan modems multicanal para enviar, por el mismo medio analógico, la señal de la red de área local o de terminales financieras/consulta con la señal de ATM mediante multiplexación en el tiempo TDM o mediante multiplexación estadística STDM.

3.1.4 Topología de las Sucursales y Agencias

A continuación se describen las topologías para Sucursales y Agencias, no constando aquellas que no estaban implementadas para la fecha del levantamiento de información (enero, 1994), es decir, las Agencias Cumbayá, Puerto Marítimo, Urdesa y El Vergel y la Sucursal Ambato. Las figuras 3-5, 3-6 y 3-7 presentan los diagramas generales de la red de comunicaciones del Banco de la Producción, así como un esquema de las configuraciones de cada Agencia y Sucursal.

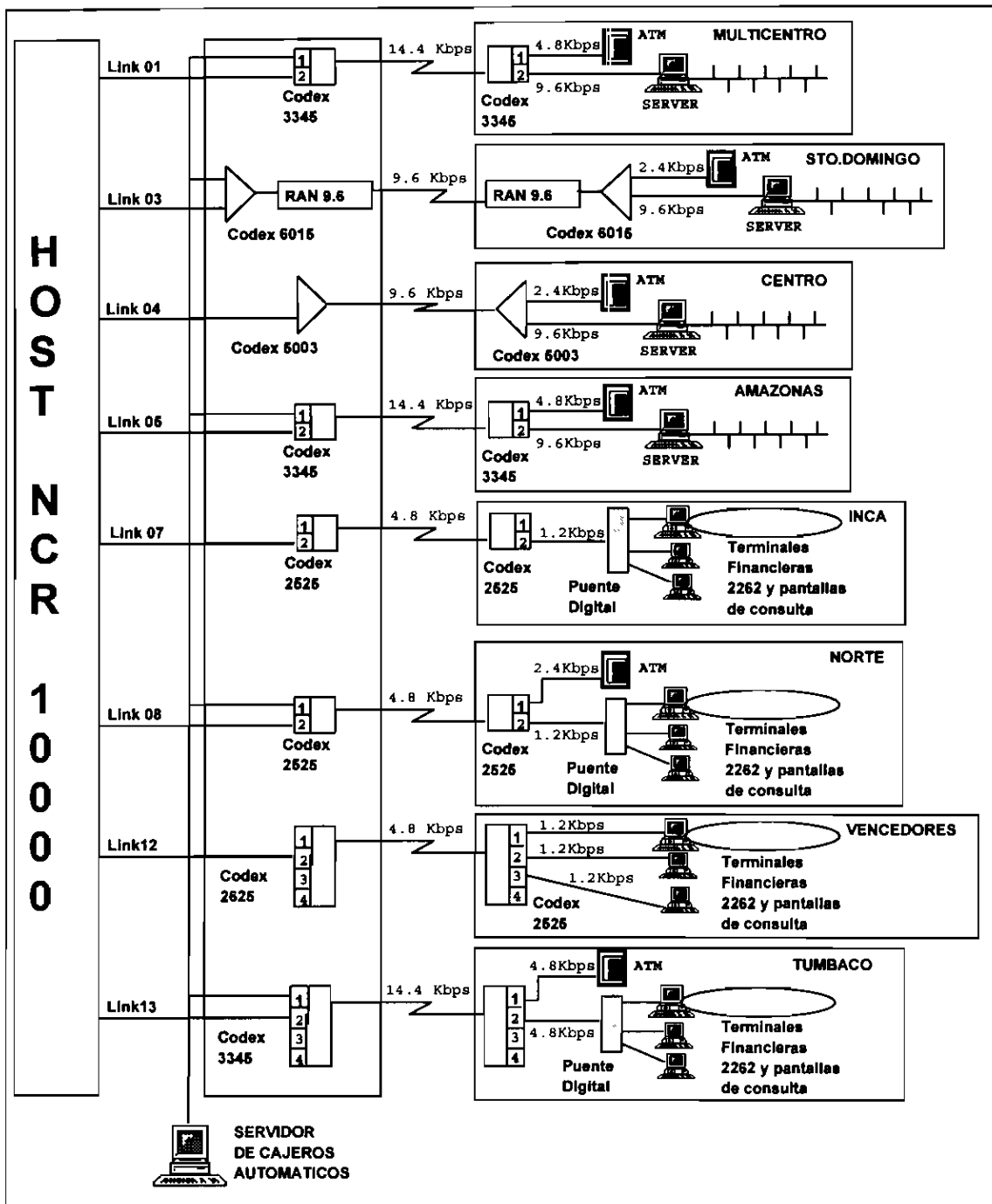


Figura 3-5. Topología de la red del Banco de la Producción-Parte 1 (Agencias Multicentro, Centro, Amazonas, Inca, Norte, Vencedores, Tumbaco y la Sucursal Santo Domingo).

Agencia Multicentro (Link 001).

La Agencia Multicentro recibe servicio de la matriz mediante un par de modems V.32bis/V.29 (Motorola Codex 3345) de 2 puertos enlazados bajo líneas telefónicas dedicadas, a una velocidad de 14400 bps. El puerto 1 lleva la señal del ATM (4.8 Kbps) y el puerto 2 la señal de la red de área local (LAN) a una velocidad de 9.6 Kbps. El servidor de la

red *Token-Ring* (NCR 386 modelo 3421 microcanal) atiende a: 1 terminal administrativa (NCR 7900), 5 terminales financieras (NCR 2266), 4 estaciones NCR 5267 cada una de las cuales consta de dos procesadores, dos pantallas, 2 impresoras y dos teclados (es decir, terminales financieras dobles), y a una estación 5267 simple.

Sucursal Santo Domingo de los Colorados (Link 003).

La Sucursal Santo Domingo recibe servicio de la matriz mediante un par de multiplexores estadísticos o STDM (Motorola Codex 6015) de 4 puertos, enlazados por medio de un enlace de radio provisto por radiomodems (modelo RAN 9.6), a una velocidad de 9600 bps. El puerto 1 del STDM lleva la señal del ATM a 2400 bps y el puerto 2 la señal de la red de área local (*Token Ring*) a 9600 bps. El servidor de la red de área local (NCR 386 modelo 3421 microcanal) atiende a 9 terminales financieras (NCR 3230) y a 10 terminales administrativas o de consulta.

Agencia Centro (Link 004).

La Agencia Centro utiliza dos multiplexores estadísticos o STDM (Motorola Codex 6003) de 8 puertos con modem incorporado enlazados a una velocidad de 9600 bps. El puerto 1 del STDM lleva la señal del ATM a 2400 bps, el puerto 2 la señal de la red de área local (*Token Ring*) a 9600 bps. El servidor de la red de área local (NCR 386 modelo 3421 microcanal) sirve a 3 estaciones 5267 dobles y a una estación 5267 simple. El puerto 3 se conecta a un puente digital (NCR 4707) el cual deriva la señal a un PC 386 que opera como terminal administrativo mediante un software de emulación de terminal (View NCR). El puerto 2 del puente digital se conecta a un terminal de consulta ADDS 7900 y el puerto 3 lo hace a un *Router* NCR 751 que "polea" a 3 terminales financieros 2261.

Agencia Amazonas (Link 005).

Mediante un par de modems de doble canal (Motorola 3345) enlazados a 14.4 Kbps, se lleva la información del cajero automático por el puerto 1 y por el puerto 2 se envían los "polls" para la LAN *Token Ring* que consta de 6 terminales financieras (NCR 5267) y de un PC 386 (NCR 3302) que opera como terminal de consultas.

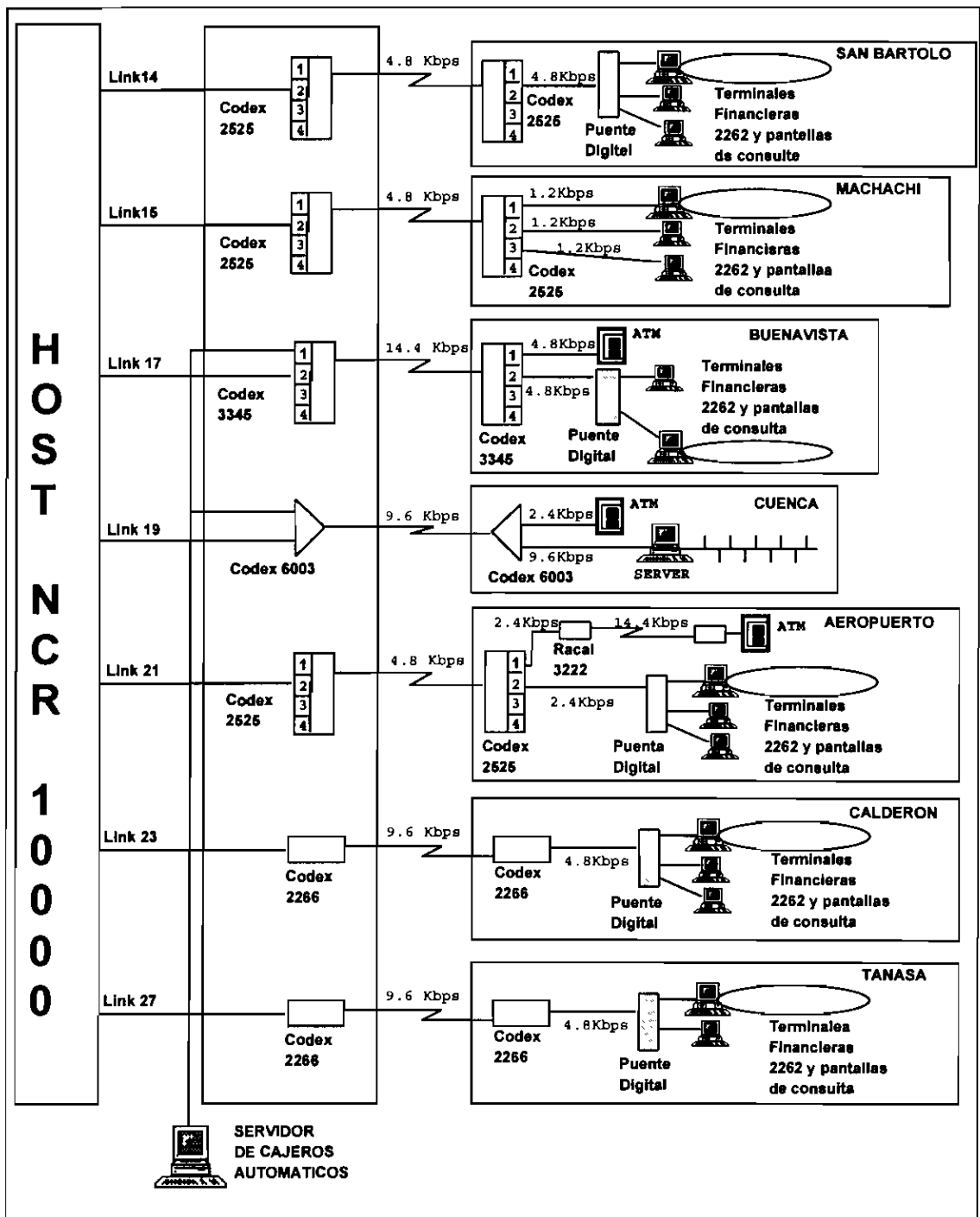


Figura 3-6. Topología de la red del Banco de la Producción-Parte 2 (Agencias San Bartolo, Machachi, Buenavista, Aeropuerto, Calderón, Tanasa y la Sucursal Cuenca).

Agencia 9 de Octubre (Link 006).

La señal para esta Agencia viaja por el puerto 8 del modem TDM que sirve en el enlace Quito-Guayaquil. En Guayaquil, este puerto se conecta al puerto 2 de otro modem TDM (Codex 2665) de 4 puertos para llevar la señal "poleable" a la Agencia 9 de Octubre.

En la Agencia 9 de Octubre, esta señal es manejada por un puente digital Codex 4705 de 4 puertos, el cual en cascada con un puente digital similar da servicio a las terminales financieras NCR 2262 y a las pantallas de consulta NCR 7900 y a PCs con VIEW NCR¹.

Agencia El Inca (Link 007).

Utiliza dos modems de 4 puertos (Codex 2525) enlazados a 4800 bps. El puerto 2 del modem trabaja a 1200 bps y se conecta a un puente digital (Codex 5202) de 6 puertos que "polea" a una terminal administrativa 7900, a un PC 386 emulando terminal y al *router* 751 que "polea" a 4 terminales financieras 2262.

Norte (Link 008).

Tiene una topología similar a la Agencia El Inca. Mediante un modem TDM, se lleva la señal "poleable" por el puerto dos del modem; en la Agencia este puerto se conecta a un puente digital UDS 701 de 4 puertos, el puerto 1 se conecta al *router* 751, el cual maneja la cadena de 4 terminales financieras NCR 2262. El puerto 2 "polea" a una terminal ADDS, la cual por naturaleza no es "poleable", pero gracias a un dispositivo externo (IDE: *Intelligent Data Exchanger*) puede ser utilizada en un ambiente "poleable". El puerto 3 del puente digital se conecta a un PC 386 utilizado como terminal de consulta (el PC tiene un programa denominado VIEW NCR y una tarjeta que le permite trabajar en ambientes "poleables").

Agencias Mercado Central y Garzota (Link 009).

La señal para estas Agencias viaja por el puerto 3 del modem TDM que enlaza Quito con Guayaquil. En Guayaquil, esta señal se divide mediante un puente digital UDS 701 de 4 puertos. El puerto 1 de este puente se conecta al puerto 2 del modem TDM Codex 2645 que enlaza la Sucursal Mayor con la Agencia Garzota, esta señal atiende a las terminales financieras NCR 2261 y a las pantallas de consulta. El puerto 1 de este mismo modem lleva la señal para el cajero automático.

El puerto dos del puente digital citado en el párrafo anterior se conecta al puerto 1 de un modem 2625 que lleva la señal poleable a la Agencia Mercado Central para las terminales financieras NCR 2261 y las pantallas de consulta.

¹ Software utilizado para emulación de terminal.

Agencia Durán (Link 010).

El puerto 7 del modem TDM que enlaza Quito y Guayaquil lleva la señal a la Agencia Durán. En Guayaquil, este puerto se enlaza con la Agencia Durán por medio de un par de modems dial-up UDS 212A . En esta Agencia la señal “poleable” es manejada por un puente digital NCR de 4 puertos, el cual distribuye tal señal a un par de terminales financieras NCR 2262.

Agencia Vencedores (Link 012).

La señal para esta Agencia viaja por medio de un par de modems TDM Codex 2625. En la matriz, el *link* 12 se conecta al puerto 1 del modem TDM; en la Agencia, los puertos 1, 2 y 3 utilizan una característica de puente digital conocida como MSU (*Modem Sharing Unit*) para copiar la señal del puerto 1 del modem local, hacia los puertos 1, 2 y 3 del modem remoto (Agencia). El modem de la Agencia se conecta desde su puerto 1 hacia una cadena de 3 terminales financieras NCR 2262 en disposición *daisy chain*². El puerto 2 del modem “polea” a una terminal ADDS 796 y el puerto 3 lo hace a un PC NCR 286 con software VIEW NCR, el cual le permite contestar al “poleo” proveniente del computador central NCR 10000.

Agencia Tumbaco (Link 013).

Este enlace está implementado mediante un par de modems TDM Codex 3345 de 4 puertos. El puerto 1 de estos modems se conecta al cajero automático de esta Agencia mientras que el puerto 2 lleva la señal “poleable” hacia un puente digital Codex 5202 de 6 puertos. El puerto 1 del puente digital “polea” a una cadena de 3 terminales financieras NCR 2262 en configuración *Daisy Chain*. El puerto dos “polea” a un computador NCR PC6 y el puerto 3 “polea” a un computador PC NCR 386 3230 con software VIEW NCR.

Agencia San Bartolo (Link 014).

Esta Agencia utiliza modems TDM Codex 2525 de 4 puertos. La señal “poleable” es transportada hacia la Agencia por el puerto 1, siendo allí “copiada” por un puente digital (Codex 5202) hacia tres de sus cuatro puertos. El puerto 1 del puente se conecta a un *Router* 751 que “polea” a 4 terminales financieras 2262. El puerto 2 del puente digital se

² Configuración en la cual varios dispositivos son “encadenados” uno a continuación de otro con un cable que une sus puertos de datos en una configuración similar a la de una guimalda.

conecta a un PC NCR 3230 que opera como terminal administrativa y el puerto 3 a una pantalla administrativa ADDS 7900.

Agencia Machachi (Link 015).

El enlace para esta Agencia utiliza modems TDM Codex 2525 de 4 puertos. El puerto 1 del modem local "polea" a los puertos 1, 2 y 3 del modem remoto (MSU). En la Agencia, el puerto 1 se conecta a una cadena de 3 terminales financieras NCR 2262 en disposición *Daisy Chain*. El puerto 2 se conecta a una terminal de consulta ADDS 7900 y el puerto 3 a un computador 386 NCR.

Agencia Buenavista (link 017).

Esta Agencia utiliza un par de modems TDM Codex 3345 de 4 puertos, enlazados a 14.4 Kbps. El puerto 1 lleva la señal al cajero automático y el puerto 2 lleva la señal "poleable" a un puente digital Codex 2185 de 5 puertos; el puerto 1 de este puente se conecta a un computador NCR PC6 con software VIEW NCR que sirve de pantalla de consulta. El puerto 2 del puente digital se conecta a un *router* 751 que maneja 4 terminales financieras NCR 2262.

Sucursal Cuenca (Link 019).

La señal "poleable" para la red de área local de la Sucursal Cuenca viaja por el puerto 1 de un par de multiplexores estadísticos Motorola 6003. Estos multiplexores tienen modems internos los cuales están enlazados a una velocidad de 9.6 Kbps. La red de área local consta de un servidor 486 NCR que maneja a 14 terminales financieras NCR 3230 y a 10 terminales administrativas. El puerto 1 lleva la señal al cajero automático.

Agencia Plaza Aeropuerto (Link 021).

Esta Agencia utiliza modems TDM Codex 2525 de 4 puertos. Por el puerto 1 de los modems se transporta la señal para el cajero automático, el cual es conectado a este puerto, desde la Agencia en el centro comercial Plaza Aeropuerto hasta el aeropuerto, utilizando un par de modems Racal-Milgo 3222 enlazados a 14.4 Kbps. El puerto 2 del modem TDM se conecta a un puente digital Codex de 4 puertos. La distribución de puertos para este puente es la siguiente:

- Puerto 1: "Cadena" de 2 terminales financieras NCR 2262, comandadas por un *router* (NCR Bisync/ISO *Router*).
- Puerto 2: Computador NCR 3230 con tarjeta "poleable" y software VIEW NCR.
- Puerto 3: Terminal de consulta ADDS 7900.
- Puerto 4: Libre.

Agencia Calderón (Link 023).

Esta Agencia recibe servicio a través de un par de modems *dial-up* Codex 2266. En la Agencia, la señal proveniente del *Host* NCR (*link* 23) es copiada mediante un puente digital Codex a tres de sus seis puertos, de la siguiente manera:

- Puerto 1: Cadena de dos terminales financieras "poleadas" en *Daisy Chain* por un *router* NCR 751.
- Puerto 2: Pantalla de consulta ADDS 7900.
- Puerto 3: Computador NCR 3230 con tarjeta "poleable" y software VIEW NCR.

Sucursal Mayor-Token Ring (Link 024).

Esta sucursal es servida por el enlace principal entre Quito y Guayaquil. Este enlace utiliza modems TDM de alta velocidad (Codex 3600) enlazados a 24.0 Kbps.

Los modems TDM de la Sucursal Mayor constan de 8 puertos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- Puerto 1: Señal para la red LAN WAVELAN de la Sucursal Mayor.
- Puerto 2: Libre
- Puerto 3: Señal para las Agencias Mercado Central y Garzota.
- Puerto 4: Señal de cajeros Automáticos para Guayaquil.
- Puerto 5: Señal para la Agencia Almendros.
- Puerto 6: Señal para la red LAN *Token Ring* de la Sucursal Mayor.
- Puerto 7: Señal para la Agencia Durán.
- Puerto 8: Señal para la Agencia 9 de Octubre.

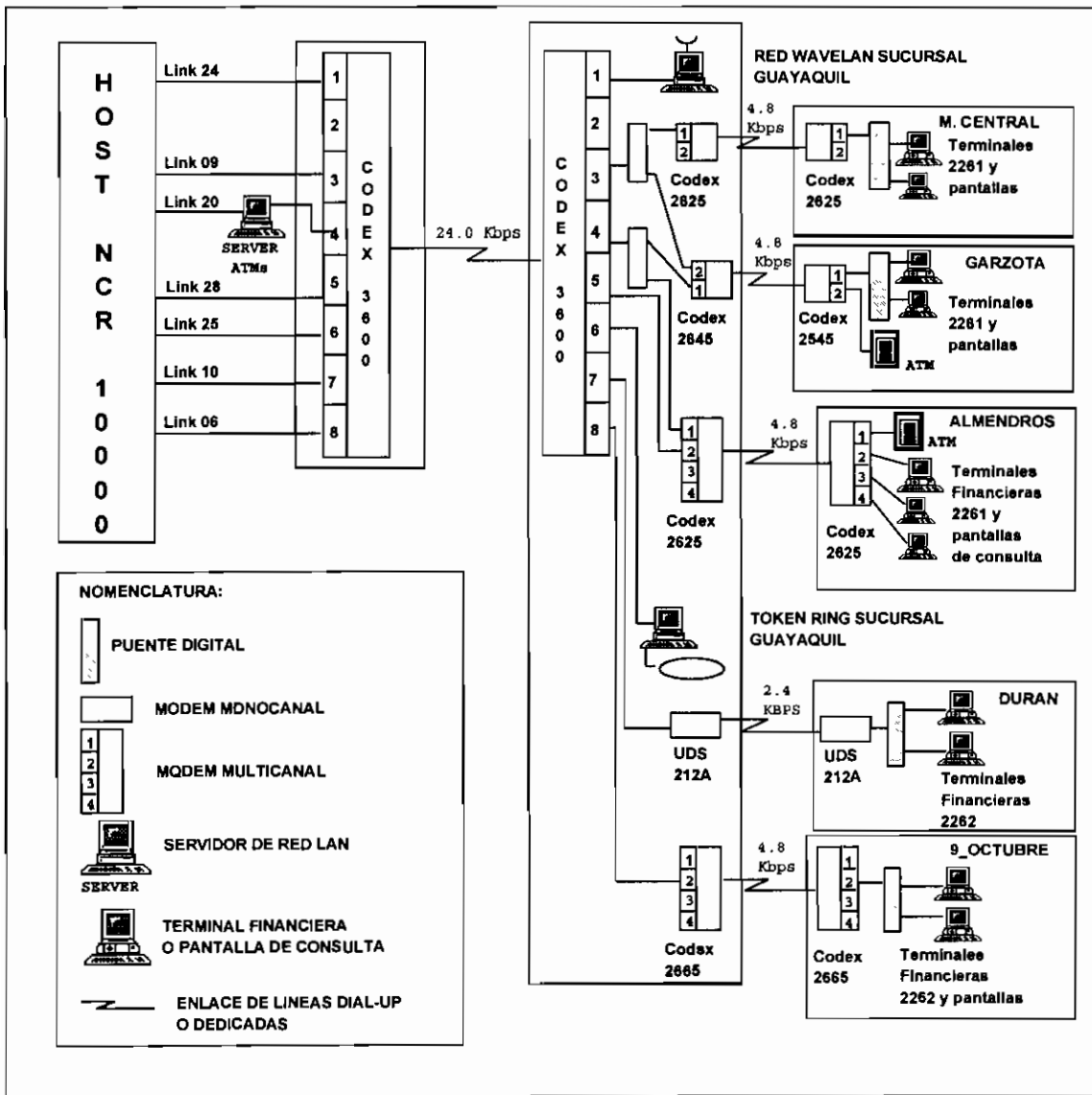


Figura 3-7. Topología de la red del Banco de la Producción-Parte 3 (Agencias Mercado Central, Garzota, Almendros, Durán, 9 de Octubre y la Sucursal Mayor Guayaquil).

Agencia Tanasa (Link 027).

Utiliza un par de modems *dial-up* Codex 2266 enlazados a una velocidad de 9.6 Kbps. Estos modems tienen únicamente un puerto, el cual en la Agencia, entrega la señal "poleable" a un modem Codex 2185 de 5 puertos que "copia" la señal para dos terminales financieras NCR 2262 y una pantalla de consulta ADDS 7900.

Agencia Almendros (Link 028).

La señal para el cajero automático de esta Agencia es tomada de uno de los puertos del puente digital que, a través del puerto 4 de los modems TDM del enlace Quito-Guayaquil,

copia la señal para los cajeros de las Agencias y Sucursal Mayor de Guayaquil. Esta señal es transportada al cajero de la Agencia Almendros por el puerto 1 de los modems TDM Codex 2625 que enlazan la Sucursal Mayor con esta Agencia. Por el puerto 2 de este mismo modem se lleva la señal hacia la Agencia; en el modem de la Agencia, los puertos 2, 3 y 4 trabajan en configuración MSU, es decir como puertos de puente digital interno, copiando la señal del puerto 2 del modem local.

En el modem de la Agencia (lado Remoto), la distribución de puertos es la siguiente:

Puerto 1:	Cajero Automático.
Puerto 2:	Cadena de terminales financieras
Puerto 3:	Pantalla de consulta.
Puerto 4:	Pantalla de consulta.

3.2 REQUERIMIENTOS DEL BANCO

El Banco de la Producción desea migrar del protocolo que actualmente posee, es decir del protocolo poleable *ISO-Asynchronous*³, hacia algún protocolo que le permita manejar sus terminales financieras y pantallas de consulta de manera más eficiente de lo que le permiten actualmente sus enlaces punto a punto y multipunto. Esta tecnología le permitirá tener transferencias de datos confiables y acceso a información desde y hacia cualquier punto de su red.

Además, es de especial interés lograr la eliminación del viaje de “poleo” hacia todos los cajeros automáticos, para aprovechar al máximo el ancho de banda en los enlaces hacia Agencias y Sucursales que posean cajeros automáticos. Actualmente el Banco posee en el servidor de ATMs que se conecta al link 20, dos tarjetas asincrónicas que se unen a dos puentes digitales, los mismos que llevan la señal de los cajeros automáticos hacia las Agencias y Sucursales (ver figura 3-4). Adicionalmente este servidor posee una tarjeta X.25 que le permite conectarse a la red nacional de cajeros BANRED (unión de Servired y Multired).

³ Para mayor información sobre el protocolo ISO-Asincrónico, ver el Anexo 8.

Puesto que los cajeros automáticos que posee el Banco pueden migrar fácilmente desde el protocolo ISO-Asincrónico hacia SDLC⁴, se presenta con una buena alternativa para optimizar la utilización de los mismos. Otra alternativa es cambiar la tarjeta y el software de los cajeros por una tarjeta con software X.25. Ambas alternativas (SDLC con *spoofing* o poleo local) permitirán eliminar el viaje de los “poleos” para los ATMs a través de la red.

Para elegir el tipo de tecnología que permita lograr los objetivos planteados es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Enlaces existentes entre Agencias y Sucursales.
- b) Calidad de los enlaces existentes.
- c) Tipos de aplicaciones por implementar.

3.2.1 Enlaces Analógicos Existentes

Debido a que en los últimos años, el Banco de la Producción ha venido experimentando una serie de problemas en sus enlaces contratados al EMETEL (líneas dedicadas terrestres), se ha visto la necesidad de sustituir estos enlaces, especialmente en los enlaces más problemáticos, por enlaces de radio o en su defecto por enlaces satelitales.

Los problemas en los enlaces analógicos terrestres dedicados cobran mayor importancia en la zona costera, debido a empozamientos de los ductos por donde se transportan las líneas dedicadas en Guayaquil; en determinadas épocas del año (por ejemplo en verano), este servicio se vuelve totalmente nulo. Esta situación se ha evidenciado con mayor frecuencia en la Agencia Durán, en la cual, a pesar de haber sido contratado este servicio desde hace dos años, ha sido imposible habilitarlo, siendo necesario por esta razón utilizar únicamente un enlace *dial-up* para enlazar esta Agencia con la Susursal Mayor Guayaquil.

En otros casos, como por ejemplo el de la Agencia Machachi, el servicio de líneas dedicadas no presenta los niveles óptimos de relación señal a ruido, necesarios para que el tráfico de datos pueda llegar a su destino libre de errores. A este se suma el hecho de que este sector (Machachi) constantemente es afectado por tormentas eléctricas, que perturban

⁴ Para mayor información sobre el protocolo SDLC, ver el Anexo 9.

las líneas telefónicas induciendo voltajes en las mismas, los cuales atentan la integridad de los equipos instalados en esta Agencia (especialmente el modem).

Otro caso puntual es el de la Sucursal Cuenca. El enlace entre esta Sucursal y la Matriz Quito, constantemente a experimentado cortes o alteraciones en su calidad. Fruto de esto, la Sucursal Cuenca constantemente ha debido utilizar el *dial backup* o restauración del enlace mediante líneas telefónicas conmutadas.

El problema principal radica en que, a pesar de que los enlaces PCM interregionales del EMETEL son excelentes y presentan buenas características de señal y amplificación, y aún los enlaces intercentrales dentro de las regiones, las acometidas locales desde la última central de tránsito hasta el Banco de la Producción experimentan niveles de atenuación de señal entre 22 y 30 dB. Este hecho causa que al destino final (la Matriz, una Sucursal o una Agencia), la señal de datos no llegue con óptima calidad como para manejar velocidades aceptables de transmisión de datos. Lógicamente este problema no se presenta en todos los enlaces del Banco.

3.2.2 Análisis de la Calidad de los Enlaces Analógicos Existentes

Agencia/Sucursal	Modelo de modem	Tipo de modulación
Multicentro	3345	V.32bis
Centro	6003	V.29
Amazonas	3345	V.32bis
9 de Octubre	2665	V.33
Inca	2525	V.27
Norte	2525	V.27
Vencedores	2625	V.27
Tumbaco	3345	V.32bis
San Bartolo	2525	V.27
Machachi	2525	V.27
Buenavista	3345	V.32bis
Aeropuerto	2525	V.27
Calderón	3345	V.32bis
Tanasa	2266	V.32
Sucursal Mayor	3600	V.Fast
Almendros	2625	V.27
Mercado Central	2625	V.27
Garzota	2645	V.29
Durán	212	Bell212
Sucursal Cuenca	6003	V.29

Tabla 3-3. Descripción de modems y tipo de modulación utilizados en los enlaces.

Para una correcta evaluación de la calidad de los enlaces existentes entre la Matriz del Banco de la Producción y sus Agencias y Sucursales, es necesario tener un conocimiento del tipo de modulación utilizado por los modems que conforman estos enlaces.

La tabla 3-3 presenta la distribución de modems y el tipo de modulación utilizado para cada una de las Agencias y Sucursales del Banco.

En la tabla 3-3 no consta la Sucursal Santo Domingo debido a que el enlace entre esta Sucursal y la Matriz Quito se realiza mediante un enlace de radio a 9600 bps. Tampoco constan aquellas Agencias y Sucursales creadas posteriormente al levantamiento de información (1994), como Cumbayá, Urdesa, Puerto Marítimo y El Vergel y la Sucursal Ambato.

Agencia	modem local			modem remoto		
	Txlevel (dBm)	Rxlevel (dBm)	SNR	Txlevel (dBm)	Rxlevel (dBm)	SNR
Multicentro	0	-14	38	0	-12	39
Centro	-4	-8	39	-8	-10	37
Amazonas	0	-10	31	0	-9	30
Inca	0	-8	40	-6	-8	37
Norte	-4	-14	30	-6	-15	29
Vencedores	0	-18	28	0	-22	26
Tumbaco	0	-15	29	0	-20	27
Sn. Bartolo	0	-20	25	0	-22	25
Machachi	0	-22	22	0	-22	22
Buenavista	-8	-12	35	-9	-12	35
Aeropuerto	0	-12	30	-6	-12	30
Calderón	0	-20	22	0	-22	22
Tanasa	0	-18	25	0	-17	25
Suc. Mayor	-2	-20	36	-8	-16	34
Almendros	0	-21	27	-9	-21	27
M. Central	-9	-13	25	-9	-15	25
Garzota	0	-15	25	0	-15	26
Durán	0	-22	22	0	-23	22
SucCuen	-9	-22	26	-9	-22	25

Tabla 3-4. Niveles de potencia y relación señal a ruido (SNR) medidos en los modems de las Agencias.

La tabla 3-4 presenta los niveles de transmisión (*TX level*) y recepción (*Rx level*) medidos para los enlaces de Agencias y Sucursales listados en la tabla 3-3, así como la

relación señal a ruido (SNR) de los mismos (relación entre la potencia de la señal S y la potencia del ruido N, en decibelios):

$$\text{SNR(dB)} = 10\log(S/N) \quad (3.1)$$

De la tabla 3-4 se puede concluir que existen ciertos enlaces que pueden conservar la infraestructura de enlaces analógicos terrestres (aquellas que posean valores de relación señal a ruido superiores a 29 dB), mientras que para los otros enlaces con valores inferiores a 29 dB, lo aconsejable sería buscar otro tipo de enlace alternativo (sea mediante enlaces de radio o mediante enlaces satelitales).

3.2.3 Elección del Tipo de Tecnología a Utilizar para la Optimización de la Red del Banco de la Producción

Actualmente existen muchas posibles tecnologías ha elegir para la implementación eficiente de cualquier tipo de red. Entre ellas se puede citar:

- a) Conmutación de circuitos (TDM y STDM)
- b) X.25
- c) *Frame Relay*
- d) *Fast Packet Switching*
- e) Cell Relay o ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)

Las tecnologías citadas en los literales a y b son fácilmente aplicables sobre enlaces de analógicos como los existentes en nuestro medio. Las tecnologías citadas con los literales c, d y e necesitan un medio muy confiable de transmisión con anchos de banda grandes debido a su objetivo de creación: manejar grandes volúmenes de datos (estas tecnologías serán analizadas en el capítulo 5).

El Banco de la Producción ha estado utilizando el tipo de tecnología citado en el literal a, pero sus requerimientos y objetivos han cambiado por la necesidad de conectividad entre todas sus Agencia y Sucursales, tendencia que favorece la elección de la tecnología X.25 por las siguiente razones:

- 1) Naturaleza interactiva de los datos manejados por el banco (ambiente transaccional con el protocolo ISO-Asincrónico).
- 2) Terminales geográficamente dispersas, las cuales necesitan cierto grado de interconectividad.
- 3) Perspectivas de ampliación de los puntos de la red del Banco, así como de sus aplicaciones:
 - Aplicaciones de pedido/respuesta tales como acceso a bases de datos de cada Agencia o Sucursal.
 - Aplicaciones de correo electrónico entre todos los puntos de la red.
 - Aplicaciones de transferencia electrónica de fondos y transacciones de débitos: Cajeros automáticos corriendo bajo el protocolo SDLC o X.25.

Mediante la aplicación del protocolo X.25, el Banco de la Producción estará en capacidad de optimizar la utilización de enlaces entre su Matriz y sus Sucursales y Agencias, con ello se podrá compartir tales enlaces para el transporte de información de varios puntos remotos de la red y no sólo para una Agencia o Sucursal como ocurre actualmente.

Para lograr que la tecnología X.25 tenga el mayor rendimiento posible tanto en Agencias como en Sucursales, tal tecnología no debe ser utilizada únicamente en el *backbone* de la red sino también en la plataforma de Agencias:

- Las Agencias y Sucursales deberán implementar redes de área local en cuyos servidores se tengan tarjetas X.25 que permitan el intercambio de información con las otras Agencias y Sucursales de la red.
- Para el manejo de cajeros automáticos se utilizará el protocolo SDLC, pues permite una fácil conversión de protocolo hacia el protocolo X.25.

En la etapa de migración hacia X.25 convivirán los siguientes tipos de protocolos: ISO ASINCRONICO, SDLC y X.25.

3.3 ANALISIS DEL TRAFICO PARA EL DISEÑO DE LA RED X.25

Actualmente, el Banco de la Producción tiene dos tipos de tráfico bien definidos: el tráfico de cajeros automáticos y el tráfico de terminales financieras (cajas) y administrativas (consulta). Ambos tipos de tráfico son asincrónicos "poleables", en un futuro inmediato, el Banco de la Producción migrará a plataformas X.25 tanto en su computador central como en los servidores de las redes de área local de la Matriz y de las Agencias y Sucursales. El tráfico de los cajeros automáticos (ATMs) será migrado desde el *protocolo ISO-Asynchronous* hacia SDLC.

Con las consideraciones anteriores, se realizará el cálculo del tráfico actual de la red del Banco de la Producción y se hará una proyección del tráfico final a ser soportado en la red X.25, con las aplicaciones de servidores en X.25 y de los ATMs en SDLC.

3.3.1 Cálculo del Tráfico ISO-Asincrónico de Agencias y Sucursales

Para el cálculo del tráfico por Agencias, se tomará como referencia los datos obtenidos mediante la opción de estadísticas en línea del programa TRAN_PRO (TPRUNSTAT) dentro del *Host* NCR 10000. Esta opción realiza una estadística del número promedio de bytes transmitidos y recibidos por todos los dispositivos de todos los *links* del computador NCR 10000. Para tener un panorama aproximado, se tomaron muestras del número de transacciones (de 512 bytes cada una) en varios días entre diciembre de 1993 y enero de 1994, en las horas de mayor actividad en las Sucursales y Agencias. Las fechas y horas de muestreo se indican a continuación:

Diciembre 14 de 1993:	desde las 9:35 las 13:01 horas.
Diciembre 27 de 1993:	desde las 09:49 a las 15:18 horas.
Enero 10 de 1994:	desde las 12:11 a las 12:25 horas.
Enero 10 de 1994:	desde las 12:28 a las 17:00 horas.
Enero 13 de 1994:	desde las 11:00 a las 15:52 horas.
Enero 19 de 1994:	desde las 10:00 a las 17:00 horas.

Fecha	No. Link	Agencia	No. Disp.	No. Mensajes	bits	t(s)	bps
14-dic-93	Link 1	Multicentro	12	696	2.850.816	12.360	230,6
27-dic-93	Link 1	Multicentro	12	1.032	4.227.072	19.740	214,1
10-ene-94	Link 1	Multicentro	12	61	249.856	840	297,4
10-ene-94	Link 1	Multicentro	12	810	3.317.760	16.320	203,3
13-ene-94	Link 1	Multicentro	12	972	3.981.312	17.520	227,2
19-ene-94	Link 1	Multicentro	12	1.533	6.279.168	25.200	249,2
14-dic-93	Link 3	Sto. Domingo	19	728	2.981.888	12.360	241,3
27-dic-93	Link 3	Sto. Domingo	19	2.633	10.784.768	19.740	546,3
10-ene-94	Link 3	Sto. Domingo	19	52	212.992	840	253,6
10-ene-94	Link 3	Sto. Domingo	19	450	1.843.200	16.320	112,9
13-ene-94	Link 3	Sto. Domingo	19	751	3.076.096	17.520	175,6
19-ene-94	Link 3	Sto. Domingo	19	955	3.911.680	25.200	155,2
14-dic-93	Link 4	Centro	7	728	2.981.888	12.360	241,3
27-dic-93	Link 4	Centro	7	2.633	10.784.768	19.740	546,3
10-ene-94	Link 4	Centro	7	52	212.992	840	253,6
10-ene-94	Link 4	Centro	7	450	1.843.200	16.320	112,9
13-ene-94	Link 4	Centro	7	751	3.076.096	17.520	175,6
19-ene-94	Link 4	Centro	7	955	3.911.680	25.200	155,2
14-dic-93	Link 5	Amazonas	13	1.250	5.120.000	12.360	414,2
27-dic-93	Link 5	Amazonas	13	1.701	6.967.296	19.740	353
10-ene-94	Link 5	Amazonas	13	44	180.224	840	214,6
10-ene-94	Link 5	Amazonas	13	893	3.657.728	16.320	224,1
13-ene-94	Link 5	Amazonas	13	1.058	4.333.568	17.520	247,3
19-ene-94	Link 5	Amazonas	13	1.544	6.324.224	25.200	251
14-dic-93	Link 6	9_Octubre	22	884	3.620.864	12.360	293
27-dic-93	Link 6	9_Octubre	22	2.037	8.343.552	19.740	422,7
10-ene-94	Link 6	9_Octubre	22	88	360.448	840	429,1
10-ene-94	Link 6	9_Octubre	22	968	3.964.928	16.320	242,9
13-ene-94	Link 6	9_Octubre	22	1.390	5.693.440	17.520	325
19-ene-94	Link 6	9_Octubre	22	1.980	8.110.080	25.200	321,8
14-dic-93	Link 7	Inca	8	745	3.051.520	12.360	246,9
27-dic-93	Link 7	Inca	8	929	3.805.184	19.740	192,8
10-ene-94	Link 7	Inca	8	34	139.264	840	165,8
10-ene-94	Link 7	Inca	8	452	1.851.392	16.320	113,4
13-ene-94	Link 7	Inca	8	545	2.232.320	17.520	127,4
19-ene-94	Link 7	Inca	8	1.004	4.112.384	25.200	163,2
14-dic-93	Link 8	Norte	13	754	3.088.384	12.360	249,9
27-dic-93	Link 8	Norte	13	1.067	4.370.432	19.740	221,4
10-ene-94	Link 8	Norte	13	41	167.936	840	199,9
10-ene-94	Link 8	Norte	13	524	2.146.304	16.320	131,5
13-ene-94	Link 8	Norte	13	598	2.449.408	17.520	139,8
19-ene-94	Link 8	Norte	13	974	3.989.504	25.200	158,3

Continua.....

Tabla 3-5. Mediciones y cálculo del volumen de datos por Agencia en 5 fechas diferentes.

Fecha	No. Link	Agencia	No. Disp.	No. Mensajes	bits	t(s)	bps
14-dic-93	Link 9	Garzota/MCentral	19	905	3.706.880	12.360	299,9
27-dic-93	Link 9	Garzota/MCentral	19	1.242	5.087.232	19.740	257,7
10-ene-94	Link 9	Garzota/MCentral	19	62	253.952	840	302,3
10-ene-94	Link 9	Garzota/MCentral	19	634	2.596.864	16.320	159,1
13-ene-94	Link 9	Garzota/MCentral	19	768	3.145.728	17.520	179,6
19-ene-94	Link 9	Garzota/MCentral	19	1.130	4.628.480	25.200	183,7
14-dic-93	Link 10	Duran	17	887	3.633.152	12.360	293,9
27-dic-93	Link 10	Duran	17	1.545	6.328.320	19.740	320,6
10-ene-94	Link 10	Duran	17	43	176.128	840	209,7
10-ene-94	Link 10	Duran	17	800	3.276.800	16.320	200,8
13-ene-94	Link 10	Duran	17	871	3.567.616	17.520	203,6
19-ene-94	Link 10	Duran	17	1.435	5.877.760	25.200	233,2
14-dic-93	Link 12	Vencedores	14	545	2.232.320	12.360	180,6
27-dic-93	Link 12	Vencedores	14	1.165	4.771.840	19.740	241,7
10-ene-94	Link 12	Vencedores	14	34	139.264	840	165,8
10-ene-94	Link 12	Vencedores	14	1.231	5.042.176	16.320	309
13-ene-94	Link 12	Vencedores	14	1.186	4.857.856	17.520	277,3
19-ene-94	Link 12	Vencedores	14	1.634	6.692.864	25.200	265,6
14-dic-93	Link 13	Tumbaco	16	1.503	6.156.288	12.360	498,1
27-dic-93	Link 13	Tumbaco	16	2.110	8.642.560	19.740	437,8
10-ene-94	Link 13	Tumbaco	16	117	479.232	840	570,5
10-ene-94	Link 13	Tumbaco	16	977	4.001.792	16.320	245,2
13-ene-94	Link 13	Tumbaco	16	1.170	4.792.320	17.520	273,5
19-ene-94	Link 13	Tumbaco	16	1.804	7.389.184	25.200	293,2
14-dic-93	Link 14	San Bartolo	10	214	876.544	12.360	70,92
27-dic-93	Link 14	San Bartolo	10	168	688.128	19.740	34,86
10-ene-94	Link 14	San Bartolo	10	20	81.920	840	97,52
10-ene-94	Link 14	San Bartolo	10	101	413.696	16.320	25,35
13-ene-94	Link 14	San Bartolo	10	129	528.384	17.520	30,16
19-ene-94	Link 14	San Bartolo	10	202	827.392	25.200	32,83
14-dic-93	Link 15	Machachi	13	748	3.063.808	12.360	247,9
27-dic-93	Link 15	Machachi	13	*0	-	19.740	-
10-ene-94	Link 15	Machachi	13	*0	-	840	-
10-ene-94	Link 15	Machachi	13	*0	-	16.320	-
13-ene-94	Link 15	Machachi	13	*0	-	17.520	-
19-ene-94	Link 15	Machachi	13	*0	-	25.200	-
14-dic-93	Link 17	Buenavista	4	443	1.814.528	12.360	146,8
27-dic-93	Link 17	Buenavista	4	485	1.986.560	19.740	100,6
10-ene-94	Link 17	Buenavista	4	36	147.456	840	175,5
10-ene-94	Link 17	Buenavista	4	161	659.456	16.320	40,41
13-ene-94	Link 17	Buenavista	4	265	1.085.440	17.520	61,95
19-ene-94	Link 17	Buenavista	4	475	1.945.600	25.200	77,21

* No se pudo hacer la medición.

Continúa.....

Tabla 3-5. Mediciones y cálculo del volumen de datos por Agencia en 5 fechas diferentes.

Fecha	No. Link	Agencia	No. Disp	No. Mensajes	bits	t(s)	bps
14-dic-93	Link 19	Cuenca	24	478	1.957.888	12.360	158,4
27-dic-93	Link 19	Cuenca	24	670	2.744.320	19.740	139
10-ene-94	Link 19	Cuenca	24	40	163.840	840	195
10-ene-94	Link 19	Cuenca	24	407	1.667.072	16.320	102,1
13-ene-94	Link 19	Cuenca	24	579	2.371.584	17.520	135,4
19-ene-94	Link 19	Cuenca	24	672	2.752.512	25.200	109,2
14-dic-93	Link 20	Cajeros	25	1.710	7.004.160	12.360	566,7
27-dic-93	Link 20	Cajeros	25	2.201	9.015.296	19.740	456,7
10-ene-94	Link 20	Cajeros	25	87	356.352	840	424,2
10-ene-94	Link 20	Cajeros	25	1.103	4.517.888	16.320	276,8
13-ene-94	Link 20	Cajeros	25	1.764	7.225.344	17.520	412,4
19-ene-94	Link 20	Cajeros	25	2.803	11.481.088	25.200	455,6
14-dic-93	Link 21	Aeropuerto	5	449	1.839.104	12.360	148,8
27-dic-93	Link 21	Aeropuerto	5	773	3.166.208	19.740	160,4
10-ene-94	Link 21	Aeropuerto	5	53	217.088	840	258,4
10-ene-94	Link 21	Aeropuerto	5	347	1.421.312	16.320	87,09
13-ene-94	Link 21	Aeropuerto	5	427	1.748.992	17.520	99,83
19-ene-94	Link 21	Aeropuerto	5	729	2.985.984	25.200	118,5
14-dic-93	Link 23	Calderón	4	*0	-	12.360	-
27-dic-93	Link 23	Calderón	4	*0	-	19.740	-
10-ene-94	Link 23	Calderón	4	*0	-	840	-
10-ene-94	Link 23	Calderón	4	*0	-	16.320	-
13-ene-94	Link 23	Calderón	4	*0	-	17.520	-
19-ene-94	Link 23	Calderón	4	*0	-	25.200	-
14-dic-93	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	820	3.358.720	12.360	271,7
27-dic-93	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	1.331	5.451.776	19.740	276,2
10-ene-94	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	34	139.264	840	165,8
10-ene-94	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	794	3.252.224	16.320	199,3
13-ene-94	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	777	3.182.592	17.520	181,7
19-ene-94	Link 24	Sucursal Mayor 1	16	1.181	4.837.376	25.200	192
14-dic-93	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	932	3.817.472	12.360	308,9
27-dic-93	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	1.426	5.840.896	19.740	295,9
10-ene-94	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	70	286.720	840	341,3
10-ene-94	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	992	4.063.232	16.320	249
13-ene-94	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	1.174	4.808.704	17.520	274,5
19-ene-94	Link 25	Sucursal Mayor 2	16	1.834	7.512.064	25.200	298,1
14-dic-93	Link 27	Tanasa	2	160	655.360	12.360	53,02
27-dic-93	Link 27	Tanasa	2	53	217.088	19.740	11
10-ene-94	Link 27	Tanasa	2	8	32.768	840	39,01
10-ene-94	Link 27	Tanasa	2	39	159.744	16.320	9,788
13-ene-94	Link 27	Tanasa	2	75	307.200	17.520	17,53
19-ene-94	Link 27	Tanasa	2	57	233.472	25.200	9,265
14-dic-93	Link 28	Almendros	15	924	3.784.704	12.360	306,2
27-dic-93	Link 28	Almendros	15	1.439	5.894.144	19.740	298,6
10-ene-94	Link 28	Almendros	15	51	208.896	840	248,7
10-ene-94	Link 28	Almendros	15	790	3.235.840	16.320	198,3
13-ene-94	Link 28	Almendros	15	894	3.661.824	17.520	209
19-ene-94	Link 28	Almendros	15	1.361	5.574.656	25.200	221,2

* No se pudo hacer la medición.

Tabla 3-5. Mediciones y cálculo del volumen de datos por Agencia en 5 fechas diferentes.

La tabla 3-5 presenta los muestreo por Agencias/Sucursales para las fechas indicadas en el párrafo anterior. Debe observarse en esta tabla que las Agencias Machachi y Calderón tienen un tráfico de 0 bps, debido a que el programa no tuvo datos de las mediciones realizadas en estas Agencias. Puesto que el tráfico medido fue el número de mensajes (de 512 bytes cada uno) intercambiados durante un periodo de tiempo "t", para obtener esta información en bits por segundo, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad (bps)} = (\# \text{ mensajes}/t) * 512 \text{ (bytes/mensaje)} * 8 \text{ (bits/byte)} \quad (3.2)$$

Por ejemplo, la primera medición del link 1 (Multicentro) fue realizada en un tiempo t = 12360 segundos, obteniéndose 696 mensajes, por lo que aplicando la fórmula 3.2 se tendrá:

$$\text{Velocidad (bps)} = (696 \text{ mensajes}/12360 \text{ s}) * 512 \text{ (bytes/mensaje)} * 8 \text{ (bits/byte)}$$

$$\text{Velocidad (bps)} = 230,64 \text{ bps}$$

No. Link	Agencia	Velocidad del enlace	
		bps	pps (64 bytes)
Link 1	Multicentro	237	0,5
Link 3	Sto. Domingo	247	0,5
Link 4	Centro	247	0,5
Link 5	Amazonas	284	0,6
Link 6	9_Octubre	339	0,7
Link 7	Inca	168	0,3
Link 8	Norte	183	0,4
Link 9	Garzota/MCentral	230	0,4
Link 10	Durán	244	0,5
Link 12	Vencedores	240	0,5
Link 13	Tumbaco	386	0,8
Link 14	San Bartolo	49	0,1
Link 15	Machachi (*)	248	0,5
Link 17	Buenavista	100	0,2
Link 19	Cuenca	140	0,3
Link 20	Cajeros	432	0,8
Link 21	Aeropuerto	146	0,3
Link 23	Calderón (**)	0	0,0
Link 24	Sucursal Mayor 1	214	0,4
Link 25	Sucursal Mayor 2	295	0,6
Link 27	Tanasa	23	0,0
Link 28	Almendros	247	0,5
TOTAL:		4701	9,2

* Se tomó en cuenta la única medición de la tabla 3-5.

** No se pudo medir el tráfico en la tabla 3-5.

Tabla 3-6. Cálculo de bps (bits por segundo) y pps (paquetes por segundo) promedio de las Agencias.

La tabla 3-6 presenta el valor de tráfico promedio para cada Agencia y Sucursal, en bits por segundo (bps) y en paquetes por segundo (pps), con paquetes de 64 bytes⁵. Igualmente se presenta un total de bps y pps. Para obtener el valor de la velocidad en pps, se aplicó la fórmula 3.3, tomando 64 bytes como tamaño del paquete.

$$V_e \text{ (pps)} = [\text{Velocidad (bps)} \div 8 \text{ bits/byte}] \div (\text{psize}) \quad (3.3)$$

donde V_e (pps) es la velocidad del enlace en paquetes por segundo y $psize$ es el tamaño del paquete.

Los resultados de la tabla 3-6 representan el valor medio de información intercambiada en los períodos de tiempo en los cuales fue realizada la prueba (sumatoria de las mediciones en bps dividido para el número de mediciones). Estos valores no incluyen la ocupación de bps y pps por intercambio de protocolo y de sincronismo entre los modems, solo intercambio de datos. De la tabla 3-6 se puede concluir que la cantidad de información real intercambiada en toda la red es baja para el tráfico asincrónico (9,2 pps en total). Es decir que, si bien las Agencias y Sucursales están enlazadas con modems de entre 2400 y 14400 bps, nunca la información intercambiada ocupa todo el ancho de banda disponible.

No. Link	Agencia	Velocidad del enlace	
		bps	pps (64 bytes)
Link 1	Multicentro	9600	18,75
Link 3	Sto. Domingo	9600	18,75
Link 4	Centro	9600	18,75
Link 5	Amazonas	9600	18,75
Link 6	9_Octubre	4800	9,38
Link 7	Inca	1200	2,34
Link 8	Norte	1200	2,34
Link 9	Garzota/MCentral	2400	4,69
Link 10	Durán	2400	4,69
Link 12	Vencedores	1200	2,34
Link 13	Tumbaco	4800	9,38
Link 14	San Bartolo	4800	9,38
Link 15	Machachi	1200	2,34
Link 17	Buenavista	4800	9,38
Link 19	Cuenca	9600	18,75
Link 20	Cajeros	9600	18,75
Link 21	Aeropuerto	2400	4,69
Link 23	Calderón	4800	9,38
Link 24	Sucursal Mayor 1	9600	18,75
Link 25	Sucursal Mayor 2	9600	18,75
Link 27	Tanasa	4800	9,38
Link 28	Almendros	2400	4,69
TOTAL:		120.000	234,38

Tabla 3-7. Cálculo de bps y pps para máxima ocupación de los enlaces.

⁵ Para las mediciones de *throughput* en paquetes por segundo, el tamaño de paquete más comúnmente utilizado es de 64 bytes.

Para el cálculo de la máxima ocupación de los enlaces de las Agencias, se debe considerar la máxima velocidad de los modems que enlazan tales Agencias. En las figuras 3-5, 3-6 y 3-7 se indicaron los valores de las velocidades de los modems que enlazan las Agencias y Sucursales. Si se considera una ocupación total de las velocidades que soportan los modems de cada enlace, como lo indica la tabla 3-7, se obtendrá valores más significativos en pps aplicando la fórmula 3.3 (234,38 pps en total). Pero será necesario prever un número razonable de paquetes por segundo en los nodos de la red para soportar la migración hacia X.25 y las aplicaciones de bases de datos. Este análisis es realizado en el numeral 3.3.2.

3.3.2 Cálculo del Tráfico X.25 de Agencias y Sucursales

Puesto que uno de los objetivos del Banco es trabajar con bases de datos tanto en la matriz como en Agencias y Sucursales, se deberá suponer que el acceso remoto hacia estas bases de datos requerirá del *throughput* más alto que se pueda disponer. Para los enlaces analógicos, los modems a utilizar deberán trabajar de acuerdo a la norma V.34, de tal forma que tales enlaces operen a 28.8 Kbps en modo sincrónico, tales modems podrían utilizar compresión de datos sincrónicos. Si este último caso se cumple, se deberá tener enlaces de 64 Kbps como mínimo.

Si la red X.25 hiciera uso de los enlaces digitales ofrecidos por EMETEL, disponibles parcialmente desde inicios de 1995, con DSU/CSU (*Data Service Unit/Channel Service Unit*) utilizando la norma del CCITT G.703, se tendría enlaces de 64 Kbps. En el caso de que algunas Agencias utilicen enlaces de radio, igualmente se dispondría de 64 Kbps como velocidad de transmisión mínima para soportar acceso a bases de datos remotas. Para el caso de enlaces satelitales entre Sucursales y la matriz, debe utilizarse una velocidad de por lo menos 64 Kbps. Debido a la importancia y al número de Agencias de Guayaquil, el enlace entre Quito y Guayaquil podría ser de 128 Kbps. Finalmente, ya que el computador principal deberá "atender" a todas las Agencias y Sucursales, se lo podría enlazar con el Nodo de la Matriz Quito a una velocidad de 128 Kbps.

A continuación se realizará un cálculo de los paquetes por segundo (pps) necesitados en todos los puntos de la red tomando en cuenta las consideraciones anteriores. Se considerará un tamaño de paquete X.25 de 128 bytes (valor de *default* o por definición en la norma X.25, ver capítulo anterior).

Para los enlaces de las Agencias con las Sucursales, bajo una condición de máxima utilización del enlace (28,8 Kbps) y aplicando la fórmula 3.3 con un $p_{size} = 128$ bytes, se tendrá un tráfico unidireccional de 28,12 pps. Si se considera un tráfico bidireccional con un 100% de ocupación (28,8 Kbps bidireccionales), cada Agencia tendrá un tráfico máximo de $2 * 28,12 \text{ pps} = 56,25 \text{ pps}$. La fórmula 3.4 define el tráfico bidireccional (*throughput*) en paquetes por segundo.

$$\textit{Throughput} \text{ (pps)} = \text{Tráfico in} + \text{Tráfico out} \quad (3.4)$$

donde:

$$\text{Tráfico in} = V_e \text{ (pps)} * \% \text{utilización in}$$

$$\text{Tráfico out} = V_e \text{ (pps)} * \% \text{utilización out}$$

siendo **V_e (pps)** el valor calculado por la fórmula 3.3 y **%utilización in/out** los porcentajes de utilización del enlace en el sentido de entrada y salida hacia y desde la Agencia respectivamente.

De acuerdo a los cálculos expuestos en los párrafos anteriores, en cada Agencia debería existir un equipo (PAD o Nodo X.25, se establecerá en el numeral 3.4 de este capítulo) con una capacidad de procesamiento mínima de 56,25 pps para un 100% de utilización bidireccional. No obstante, generalmente es el computador central el que suele transmitir mayor información hacia las aplicaciones de las Agencias y Sucursales, en las cuales únicamente se transmiten pedidos de información hacia el *Host*, por lo que se asumirá un 40% de utilización de salida y un 80% de utilización de entrada desde y hacia la Agencias respectivamente. Aplicando esta consideración en las fórmulas 3.3 y 3.4 para los enlaces a 28,8 Kbps se obtiene que cada Agencia necesitará procesar 33,75 pps.

En el caso de que los modems de los enlaces soporten compresión de datos sincrónicos, se tendrá una velocidad de 64 Kbps en los mismos. Por lo que, repitiendo el análisis efectuado para 28,8 Kbps y con iguales consideraciones de porcentajes de utilización (%utilización in = 80% y %utilización out = 40%), cada Agencia podrá procesar 75 pps con su enlace de 64 Kbps. En lo sucesivo, se considerará que las Agencias se enlazan a 64 Kbps con el objeto de tomar la situación más crítica para la definición del poder de procesamiento necesario en los PADs y Nodos X.25 de la red.

Con el fin de facilitar el análisis de la capacidad de procesamiento en los equipos de la red, consideraremos que la Matriz y las Sucursales generan 3 veces mayor tráfico que las Agencias, es decir $3 * 75 \text{ pps} = 225 \text{ pps}$. Esta consideración se basa en los resultados de la tabla 3-6, comparando el tráfico de la Sucursal Mayor (*links* 24 y 25) con el promedio del tráfico de las Agencias (en realidad el tráfico de Guayaquil es 2,41 veces superior al del promedio de las Agencias). A pesar de que el resto de Sucursales no son tan “activas” como la Sucursal Guayaquil (la cual es muy similar a la Matriz Quito), se considerará el factor de 3 mencionado, con el objeto de uniformizar los requerimientos de los equipos X.25 para esos sitios.

Con las consideraciones anteriores, la Sucursal Guayaquil deberá manejar 225 pps más el tráfico de sus 7 Agencias ($7*75 \text{ pps} = 525$), es decir 750 pps. La Sucursal Cuenca debería poder manejar 300 pps (225 pps más 75 pps de la Agencia el Vergel). Las Sucursales Santo Domingo y Ambato manejarían 225 pps.

La Matriz Quito deberá procesar 225 pps de su tráfico interno, $14*75 \text{ pps} = 1050$ pps de las 14 Agencias de Quito, 150 pps^6 del enlace a 128 Kbps con Guayaquil y $3*75 \text{ pps} = 225$ pps de los enlaces a 64 Kbps con las Sucursales Cuenca, Sto. Domingo y Ambato, es decir 1650 pps. Adicionalmente, considerando que existen un computador principal (*Host* central) y tres servidores (servidor de ATMs, servidor de servicios varios: *home banking*, corporación técnica financiera y un servidor para la conexión a BANRED) conectados al nodo de la Matriz a una velocidad de 128 Kbps, se tendrá 150 pps por cada computador, es decir 450 pps en total. Sumando estos valores, el Nodo X.25 de Quito deberá tener una capacidad de procesamiento de 2100 pps.

3.4 IDENTIFICACION DE PADs Y NODOS X.25 EN BASE AL TRAFICO DE DATOS INVOLUCRADO

Para que el diseño de la red tenga coherencia, se han seguido los siguientes pasos:

- a) Asignación de Nodos X.25 y PADs.
- b) Asignación de enlaces sincrónicos X.25.

⁶ Este valor resulta de aplicar las fórmulas 3.3 y 3.4 para una velocidad de 128 Kbps, un tamaño de paquete de 128 bytes y %utilización in = 80% y %utilización out = 20%.

- c) Diagramación de la red.
- d) Asignación de direcciones para Nodos y PADs X.25.

3.4.1 Asignación de los Nodos X.25 de la Red de Datos

Al iniciar un diseño de una red cualquiera, es necesario hacer un análisis de las necesidades actuales en cuanto al número de aplicaciones (por ejemplo, redes de área local en agencias o implementación de cajeros automáticos) tanto X.25 como de protocolos "nativos" (SDLC, ISO Asíncrono etc). Este análisis además contemplará posibles crecimientos futuros y el número de enlaces necesarios para satisfacer o garantizar el correcto funcionamiento de la red en todos sus puntos o al menos en los de mayor importancia (Agencias o Sucursales de mayor movimiento bancario).

Se partirá de los puntos de mayor concentración del tráfico de datos, para determinar la posición de los nodos principales de la red. En los puntos en los que el tráfico de datos no sea "pesado" o en su defecto, constituyan puntos de Agencias remotas a estos nodos, se ha de posicionar los PADs X.25. Estos PADs servirán para concentrar el tráfico de Agencias para entregarlo bajo el formato X.25 a los nodos de la red, para su transporte hacia el computador central o *Host*.

Bajo el criterio expuesto en el párrafo anterior, se puede elegir como nodos de la Red X.25, la Matriz Quito, la Sucursal Mayor Guayaquil y las Sucursales de Santo Domingo y Cuenca. Estos puntos han sido elegidos como nodos de la red tomando en cuenta además, las siguientes consideraciones:

- 1) Estos puntos "acarrean" el mayor tráfico de datos de la red.
- 2) Geográficamente presentan una excelente posición como para disponer de rutas X.25 alternativas en el caso de fallas de uno o más enlaces de la red.
- 3) Estos puntos son ejes de conexiones desde sitios remotos, lo cual los convierte en puntos de concentración de Agencias.

Finalmente, hay que tomar en cuenta que los puntos en los que se han elegido nodos X.25 son de vital importancia para la red X.25 global, por lo que será necesario dotarlos de una cantidad suficiente de enlaces, tanto para llevar un gran volumen de datos,

así como para mediante enlaces redundantes o de *backup*, mantener el servicio para los usuarios de la red frente a fallas eventuales de los enlaces principales.

3.4.2 Asignación de los PADs X.25 de la Red de Datos

Para la elección de la ubicación de PADs X.25 igualmente es aconsejable guiarse por los siguientes criterios:

- 1) Puntos de la red en los cuales el volumen de datos involucrado no sea crítico.
- 2) Puntos geográficamente dispersos alrededor de algún centro de concentración de datos regional (nodo).
- 3) Manejo de uno o más tipos de protocolos nativos diferentes a X.25.

Este último numeral es de vital importancia para la elección de un PAD X.25 pues, si una Agencia únicamente maneja el protocolo X.25, no será necesario el empaquetamiento y desempaquetamiento de información mediante un dispositivo externo, lo cual es precisamente la función del PAD X.25 (empaquetador/desempaquetador de información).

El numeral 1 de las consideraciones a tomar en cuenta para la elección de un PAD, justamente genera un punto de concentración de cada uno de los volúmenes bajos de información en un nodo X.25, este último capaz de manejar un gran volumen de datos.

3.4.3 Simbología y Diagramación de la Red X.25

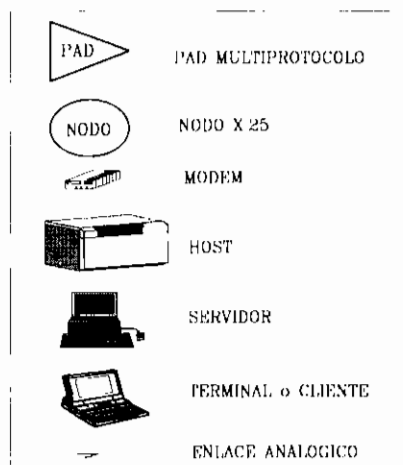


Figura 3-8. Simbología utilizada para representar elementos de una red X.25.

La figura 3-8 presenta la asignación gráfica más común de los elementos de una red X.25. Esta simbología permite una clara interpretación de la función de cada dispositivo dentro de la red de paquetes X.25 y para la continuación de este trabajo de tesis, servirá como un estándar a seguir.

Con los criterios mencionados en el numeral 3.4.1 se puede ya trazar un diagrama preliminar del *backbone* principal de la red X.25 (ver figura 3-9) en la cual se pueda dar una numeración ordenada de los nodos de la red: Quito (Nodo 0), Guayaquil (Nodo 1), Cuenca (Nodo 2), Santo Domingo (Nodo 3) y Ambato (Nodo 4).

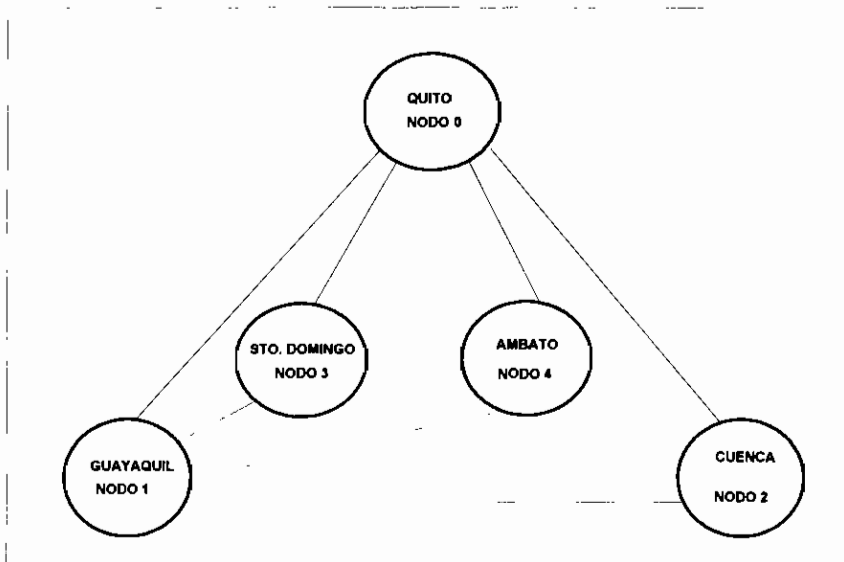


Figura 3-9. Asignación numérica de los nodos X.25 de la red.

Si bien la figura 3-9 puede lucir demasiado simple, es lo suficientemente útil como referencia para el resto de pasos a seguir dentro de la configuración de la red X.25. Como se podrá observar, el enlace entre la Matriz Quito y la Sucursal mayor Guayaquil ha sido planteado como un enlace doble, esto se debe a que, del análisis de tráfico realizado en el numeral 3.3 de este capítulo, se conoce de forma anticipada que entre estos dos puntos de la red existirá el mayor flujo de datos.

3.4.4 Numeración de Enlaces Sincrónicos X.25

Una vez obtenido el diagrama básico de la red, es necesario proceder a la numeración de los enlaces sincrónicos X.25 que interconectan a todos los nodos y PADs X.25 de la red. El criterio de numeración es el siguiente:

"Cada enlace X.25 de la red consta de dos números, uno a cada extremo de dicho enlace, correspondientes al número de puerto utilizado por los dispositivos de red (Nodos o PADs X.25)⁷"

De acuerdo a este criterio, y tomando en cuenta que en los nodos y PADs X.25 generalmente se asignan mayores recursos a los primeros puertos del equipo (esto no es una regla fija, es posible asignar mayores recursos a un puerto en particular mediante la asignación de un mayor ancho de banda o lo que es igual, mayor velocidad en el enlace de aquel puerto).

Se ha elegido como puertos X.25 los primeros puertos de todos los equipos de la red, lo cual se esquematiza en la figura 3-10.

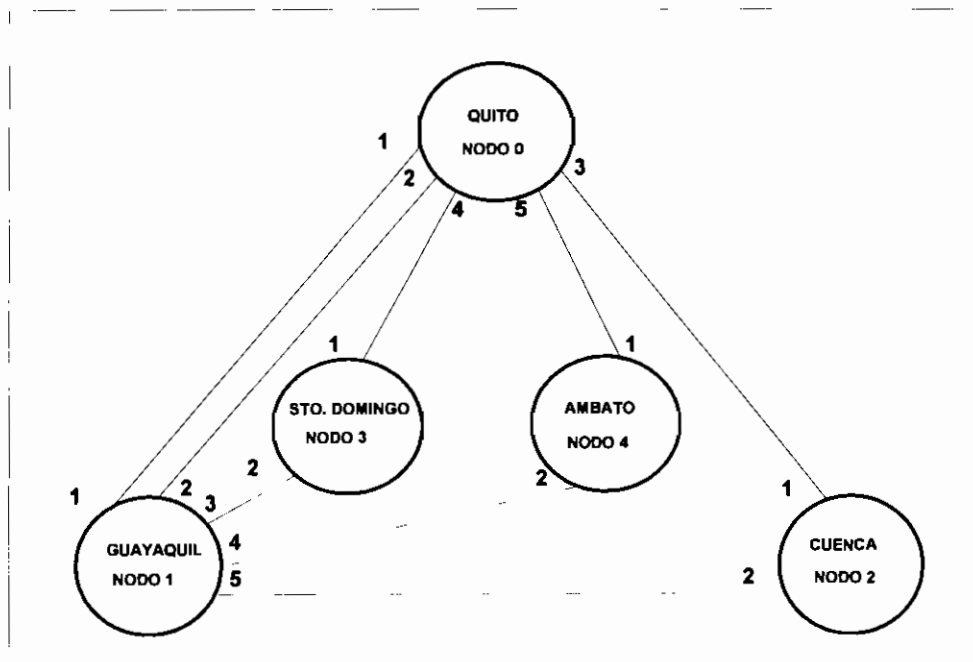


Figura 3-10. Asignación numérica de los enlaces de red.

Finalmente se debe asignar una identificación de cada enlace mediante una nomenclatura en particular. Por ejemplo se puede llamar a un enlace bajo la denominación NL1 (*Network Link 1*) para tener una sola identificación de un enlace en particular; esto será de mucha utilidad una vez montada la red X.25 para la detección y aislamiento de problemas en la red, así como de la asignación de rutas X.25 dentro de cada equipo de red sea Nodo o PAD X.25. Lo anteriormente descrito se indica en la figura 3-11.

⁷ Motorola ISG, "IXP 650/660 X.25 Processor", Mansfield-USA, 1991, Apéndice A.

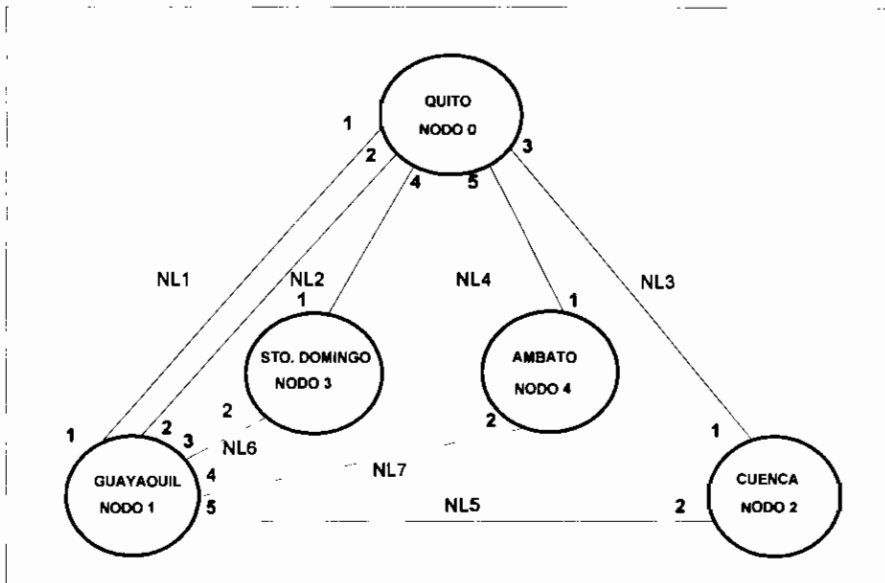


Figura 3-11. Asignación de nombres de los enlaces de red.

3.4.5 Asignación de Zonas y Direcciones X.25 para Nodos y PADs X.25.

Una vez asignados los números de enlace y sus nombres, se debe asignar una identificación numérica a los Nodos y PADs de manera independiente (*nodeid*). Estas direcciones numéricas cumplen varias funciones de importancia:

- Identificación única de PADs y Nodos X.25 dentro de una red privada.
- Enrutamiento de llamadas X.28 al interior de los Nodos y PADs X.25.
- Enrutamiento de llamadas desde y hacia una PDN (*Packet Data Network*).
- Identificación única de cada Nodo y PAD de una red dentro de un Sistema de Administración de Redes (Controlador de Red).

Antes de asignar direcciones a los elementos de la red de paquetes X.25, es necesario tomar en cuenta el crecimiento futuro de la misma con el fin de seleccionar un esquema de numeración que permita tal crecimiento.

Es necesario además tomar en cuenta el esquema de numeración presente en otras redes X.25 privadas (como BANRED) o públicas (ECUAPAC, en proceso de aprobación al interior del EMETEL) con el fin de que, al momento de la integración de la red X.25 del Banco de la Producción con estas redes, no existan conflictos y duplicaciones de direcciones que entorpezcan tal integración.

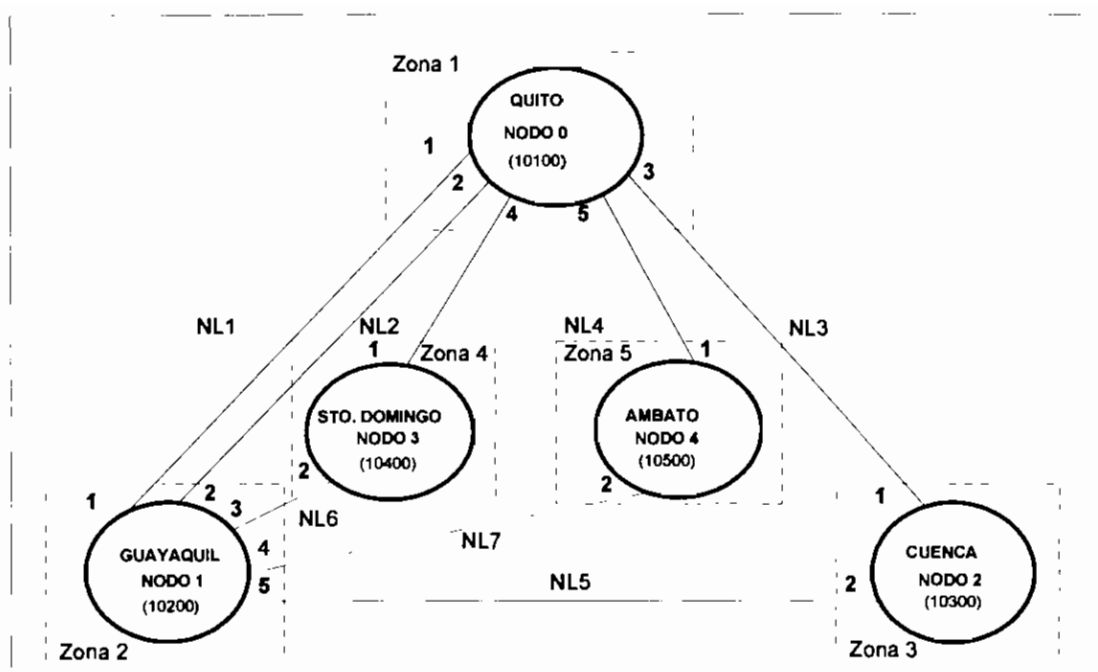


Figura 3-12. Asignación de zonas y direcciones de nodos de la red.

Tomando en cuenta que BANRED utiliza para su red X.25 un esquema de numeración de cuatro dígitos, el esquema de numeración que se ha de seguir para el diseño de la red X.25 privada del Banco de la Producción será de 5 dígitos. De esta forma, el momento de integrar los servicios de cajeros automáticos del Banco de la Producción a la red X.25 de BANRED se podrá utilizar la numeración basada en 4 dígitos, sin que esto implique un cambio drástico del esquema de direccionamiento que adopte el Banco.

El momento en que se decida integrar la red privada X.25 con otras redes públicas X.25 será necesario definir al interior del nodo o nodos que provean la conectividad con esta o estas redes públicas, tablas de conversión de llamadas con el fin de "trasladar" el formato de direcciones privadas con direcciones equivalentes de acuerdo a la norma X.121 descrita en el capítulo 1 de este trabajo de Tesis.

Nodo X.25	Dirección X.25
Quito	10100
Guayaquil	10200
Cuenca	10300
Sto. Domingo	10400
Ambato	10500

Tabla 3-8. Asignación de direcciones para los nodos X.25 de la red.

La tabla 3-8 presenta la asignación de numeración privada para los 5 Nodos X.25 principales de nuestra red X.25. La numeración adoptada para estos nodos puede ser tomada de una asignación de áreas o zonas que tienen relación con la posición geográfica de los nodos (ver figura 3-12). Los dos primeros dígitos indicarán que nuestra porción de la red se encuentra en un mismo país (dejando abierta la posibilidad de creación de Agencias o Sucursales en el exterior). Los tres primeros dígitos indican la zona geográfica a la cual pertenecen los Nodos X.25: 100 para Quito, 200 para Guayaquil, 300 para Cuenca, 400 para Santo Domingo y 500 para Ambato.

ZONA	Agencia	Dirección X.25 del PAD
QUITO (Zona 10100)	Amazonas	1010001
	Multicentro	1010002
	Buenavista	1010003
	El Inca	1010004
	Norte	1010005
	San Bartolo	1010006
	Aeropuerto	1010007
	Cumbayá	1010008
	Centro	1010009
	Machachi	1010010
	Tumbaco	1010011
	Calderón	1010012
	Vencedores	1010013
Guayaquil (Zona 10200)	Agencia 9 de Octubre	1020001
	Agencia Durán	1020002
	Agencia Mercado Central	1020003
	Agencia Almendros	1020004
	Agencia Garzota	1020005
	Agencia Puerto Marítimo	1020006
	Agencia Urdesa	1020007
Cuenca (Zona 10300)	Agencia El Vergel	1030001
Santo Domingo (Zona 10400)	Agencia x (Por crearse)	1040001
Ambato (Zona 10500)	Agencia x (Por crearse)	1050001

Tabla 3-9. Asignación de direcciones para los PADs X.25 de la red.

Para la asignación de direcciones en las Agencias del Banco de la Producción, por facilidad de identificación de la zona o región a la que pertenecen (ver figura 3-13), se tomará como dirección la dirección del Nodo X.25 más cercano a tal Agencia y como subdirección, un grupo de dos dígitos que garanticen el crecimiento de las Agencias en torno a tal Nodo X.25 (hasta 99 Agencias por zona).

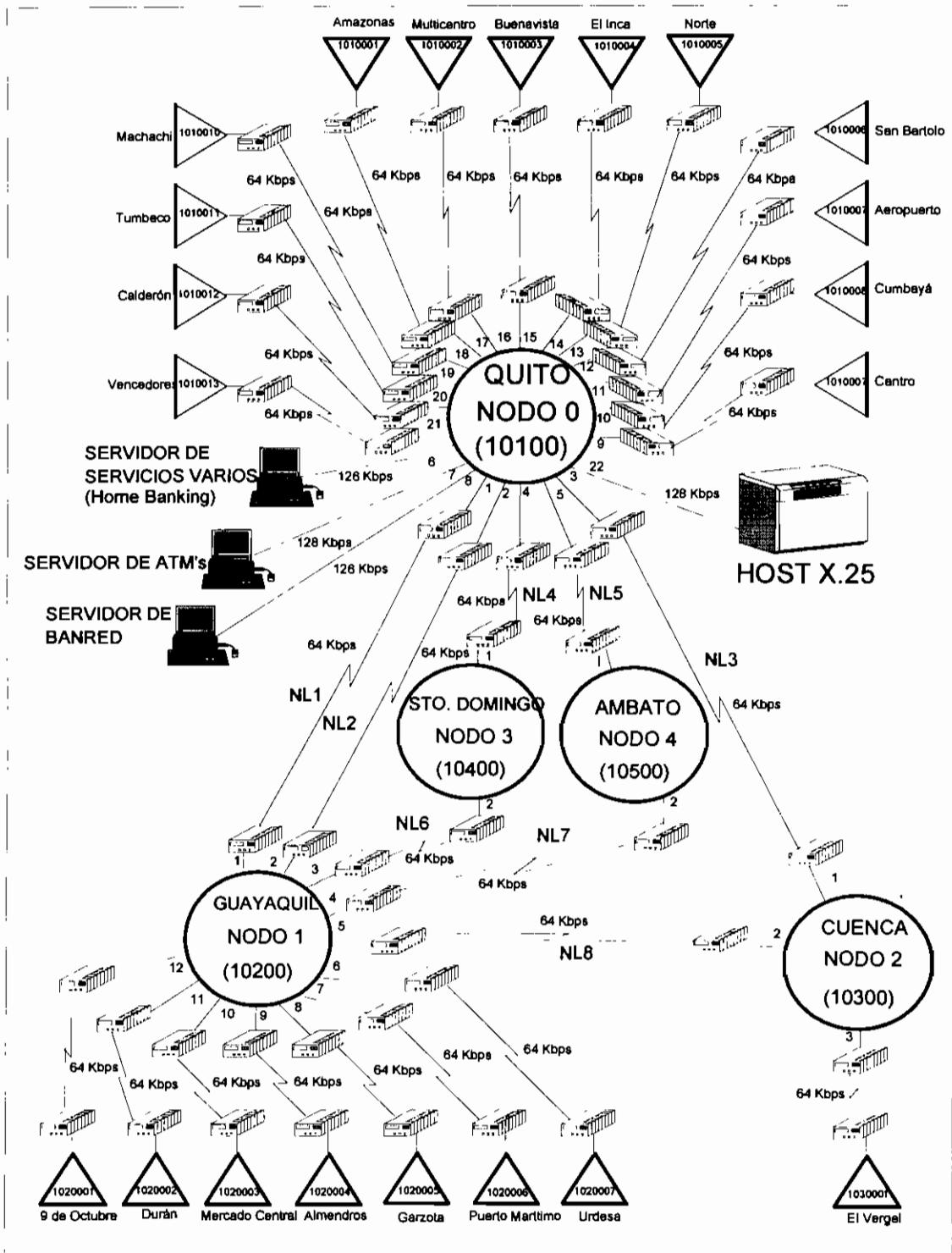


Figura 3-13. Asignación de direcciones para PADs de Agencias por zonas.

De esta forma, los PADs para las Agencias tendrán la numeración indicada en la tabla 3-9. Las Agencias de las zonas 10400 y 10500 todavía no existe, pero han sido incluidas únicamente con propósitos de demostración del tipo de numeración que existiría dentro de estas zonas para la Agencias que pueden ser creadas en un futuro.

3.4.6 Determinación del Número de Canales Lógicos Necesarios en PADs y Nodos X.25

Este es uno de los últimos pasos a seguir para la configuración de la red X.25 y es de gran importancia, debido a que dentro de los nodos y PADs X.25 el tener un mayor o menor número de canales lógicos implica el utilizar en mayor o menor grado los recursos del procesador central o CPU del nodo o PAD. Por ejemplo, si solamente se necesitan 4 canales lógicos en un puerto de salida X.25 de un Nodo o PAD y se dimensiona tal puerto para soportar 100 canales lógicos, se están "gastando" recursos de CPU para 96 canales lógicos que no se va a utilizar, lo cual podría afectar el rendimiento de alguna otra aplicación dentro de este equipo si existe un tráfico pesado en el mismo.

El procedimiento adecuado para la elección del número de canales lógicos parte de una asignación aproximada del mismo, y una vez implementada la red X.25 se deberán realizar ajustes, de acuerdo al número real de circuitos necesarios.

3.5 REQUERIMIENTOS DEL *BACKBONE* Y DESCRIPCIÓN DE SUS COMPONENTES

Bajo este numeral se han de considerar los requerimientos de los equipos de transmisión necesarios para que los Nodos y PADs X.25 dispongan del ancho de banda suficiente para poder soportar el tráfico actual de la red, así como el tráfico futuro. Como componentes de este *Backbone* de comunicaciones se encuentran los Nodos y PADs X.25 y los modems necesarios para enlazar tales equipos.

3.5.1 Requerimientos de los Nodos y PADs X.25 de la Red

Protocolos a soportar:

Puesto que los Nodos de la red X.25 para el Banco de la Producción están ubicados dentro de la infraestructura de Sucursales, al igual que los PADs X.25 de Agencias deberán soportar los siguientes protocolos:

X.25: Para la interconexión entre nodos y enlaces con PADs de Agencias, y para dar servicio a las redes de área local de la Matriz, la Sucursal Mayor Guayaquil y las Sucursales de Cuenca y Santo Domingo y todas la Agencias que posean en sus servidores una tarjeta X.25.

ISO-ASINCRONICO: Para dar servicio a las terminales financieras y las pantallas de consulta que, dentro de una Sucursal o Agencia, se mantengan fuera de las redes de área local con servidores que tengan tarjetas X.25.

SDLC: Para dar servicio a los cajeros Automáticos de Sucursales y Agencias.

MULTIPUNTO X.25: Para dar servicio a enlaces multipunto en X.25 hacia Agencias en estructura multipunto.

MULTIPUNTO XDLC: Para evitar la presencia de un PAD X.25 con software Multipunto X.25 cuando exista la necesidad de integrar un cajero automático (no ubicado en Agencias) a un enlace multipunto.

Velocidades de los puertos de red:

Los puertos de red (WAN) deberán soportar velocidades desde 9600 bps hasta por lo menos 64 Kbps, con posibilidad de trabajar a 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps y E1 como proyección a futuras tecnologías tales como *Frame Relay* bajo enlaces digitales de alta velocidad (por ejemplo enlaces vía satélite).

Velocidades de puertos de tráfico ISO-Asincrónico:

Puesto que el computador central (*Host*) NCR 10000 del Banco de la Producción, con la configuración de hardware actual, puede entregar en sus puertos velocidades de hasta 19200 bps, los puertos seriales destinados a manejar este tipo de tráfico tanto en Sucursales como en Agencias, deberán manejar velocidades comprendidas entre 1200 bps y 19200 bps.

Velocidades de puertos de tráfico SDLC:

Ya que estos puertos serán manejados con "poleo" local únicamente en las Agencias y Sucursales que dispongan de cajeros automáticos, no existe limitante desde el punto de vista de puertos del computador. Por esta razón los puertos seriales destinados a manejar este tipo de tráfico deberán permitir velocidades de entre 1200 bps y 64000 bps. En la práctica, los cajeros automáticos trabajarán con tarjetas y software SDLC a velocidades de 9600 bps, debido a que el tiempo de respuesta en cajeros automáticos no es un factor crítico.

Sincronización:

Los Nodos y PADs X.25 deberán permitir la operación de sincronización mediante **reloj interno**, generado por el oscilador interno del Nodo o PAD y **reloj externo**, generado por el dispositivo conectado a su puerto de red (Modem, DSU/CSU, o servidores de red con tarjeta X.25).

Otros:

- Tipos de interfaz por puerto: RS-232 C de 25 pines, dos de ellos con posibilidad de upgrade a V.35 para conexiones a enlaces digitales.
- Posibilidad de emisión de *tickets* por llamadas X.25 (usuario y número de paquetes transferido) para propósitos de facturación.
- Puerto de control para operaciones de configuración, monitoreo y realización de pruebas.

3.5.2 Requerimientos de los Modems de la Red

Puesto que en las Agencias y Sucursales se trabajará con redes de área local, bajo el protocolo X.25, los enlaces entre estas Agencias y Sucursales han de ser de la mayor velocidad posible y además deberán cumplir las siguientes características:

Tipo de línea física:

- Línea conmutada de 2 hilos (*dial-up*).
- Línea dedicada de 2 hilos.

- Línea dedicada de 4 hilos.

Las líneas dedicadas a 2 hilos servirán para aquellos enlaces urbanos en los cuales no se necesita un par de transmisión y uno de recepción, sino que las señales tanto de transmisión como de recepción son manejadas por división del espectro de frecuencias.

Las líneas dedicadas a 4 hilos servirán para los enlaces interregionales, en los cuales, debido a la infraestructura del Emetel (enlaces PCM) se necesita un par independiente para la señal de transmisión y otro para la recepción.

Las líneas conmutadas a 2 hilos servirán para aquellas Agencias que no cuenten aún con líneas dedicadas o para aquellas que además de la líneas dedicadas necesitan la posibilidad de restauración del servicio mediante líneas conmutadas en caso de falla de las primeras (operación conocida como *dial-backup*).

Formato de los datos:

Los modems para los enlaces entre Agencias y Sucursales deberán poder manejar tanto datos sincrónicos como asincrónicos. Aunque los enlaces entre Nodos y PADs X.25 son sincrónicos, se desea el soporte de datos asincrónicos, para que tales modems puedan servir para otras aplicaciones asincrónicas (por ejemplo transferencias de archivos mediante FTP: *File Transfer Protocol* u otro protocolo) en el caso de existir una migración a soluciones digitales cuando el EMETEL disponga de ellas o hacia enlaces satelitales. De esta forma la inversión realizada en modems no se perderá y tales modem podrán ser reubicados para otras aplicaciones.

Puesto que X.25 maneja el código ASCII para la información de sus paquetes y el protocolo SDLC el EBCDIC, los modems deberán soportar ambos tipos de formato de datos por razones similares a las expuestas en el párrafo anterior.

Sincronización:

Los modems deberán permitir la operación de sincronización mediante **reloj interno**, generado por el oscilador interno del modem, **reloj externo**, generado por el dispositivo (Nodo, PAD X.25 o servidores de red con tarjeta X.25) y **reloj de lazo**, recuperado a partir de los datos recibidos desde el enlace con otro modem.

Recomendaciones del CCITT a cumplir:

Para garantizar compatibilidad con cualquier tipo de modems de cualquier fabricante, los modems, que deberán trabajar bajo el modo full-duplex (transmisión y recepción de datos simultánea), han de cumplir las siguientes recomendaciones:

V.34: Para garantizar enlaces sincrónicos sin compresión de datos de hasta 28.8 Kbps.

V.32bis: Para garantizar velocidades sincrónicas de hasta 14.4 Kbps sin compresión de datos.

Velocidad de datos: 14.4, 12.0, 9.6, 7.2, 4.8 Kbps.

Velocidad de baudios: 2400 baudios.

Frecuencia de portadora: 1800 Hz.

Sistema de Modulación: QAM y *Trellis* (14.4, 12.0, 9.6 y 7.2 Kbps), QAM (9.6 Kbps), PSK (4.8 Kbps).

V.32: Para garantizar velocidades de hasta 9.6 Kbps sin compresión de datos.

Velocidad de datos: 9.6, 4.8 Kbps.

Velocidad de baudios: 2400 baudios.

Frecuencia de portadora: 1800 Hz.

Sistema de Modulación: QAM y *Trellis* (9.6 Kbps), QAM (9.6 Kbps), PSK (4.8 Kbps).

V.22bis: Para garantizar velocidades sincrónicas de hasta 2.4 Kbps sin compresión de datos.

Velocidad de datos: 2.4, 1.2 Kbps.

Velocidad de baudios: 600 baudios.

Frecuencia de portadora:

Modem de respuesta (*Answer*): 2400 Hz

Modem de origen (*Originate*): 1200 Hz

Sistema de Modulación: QAM y *Trellis* (2.4 Kbps). PSK (1.2 Kbps).

V.22: Para garantizar velocidades sincrónicas de hasta 1200 bps sin compresión de datos.

Velocidad de datos: 1.2 Kbps.

Velocidad de baudios: 600 baudios.

Frecuencia de portadora:

Modem de respuesta (*Answer*): 2400 Hz

Modem de origen (*Originate*): 1200 Hz

Sistema de Modulación: PSK (1.2 Kbps).

V.21: Para garantizar velocidades de hasta 300 bps.

Velocidad de datos: 300 bps.

Velocidad de baudios: 300 baudios.

Frecuencia de portadora:

Modem de respuesta (*Answer*): 1750 Hz

Modem de origen (*Originate*): 1080 Hz

Sistema de Modulación: PSK (300 bps).

Todos estos esquemas de modulación son necesarios, pues en el caso de que la línea telefónica del enlace entre Agencias y Sucursales adolezca de alguna falla en cuanto a calidad, el modem podrá cambiar su esquema de modulación para disminuir su velocidad y en el caso de un incremento de la calidad, también incrementar su velocidad (operación conocida como Sistema Adaptivo de Velocidad, ARS: *Adaptive Rate System*).

Esquemas de Corrección de errores y compresión de datos:

Los modems deberán soportar los siguientes esquemas de corrección de errores: V.42 y MNP-4. Ambos esquemas son estándares por lo que este requerimiento garantizará compatibilidad con otro tipo de modems que cumplan igualmente esta función.

Para la compresión de datos asincrónica los modems deberán regirse al estándar V.42 bis. Para la compresión de datos sincrónica, los modems podrán utilizar cualquier esquema propietario (pues no existe aún ninguna norma que tome en cuenta este aspecto en los modems) que le permita trabajar a velocidades superiores o iguales a 64 Kbps.

Otros:

Tipo de interfaz: RS-232 C de 25 pines con posibilidad de migración (up-grade) hacia el interfaz V.35 para conexiones hacia equipos de alta velocidad. Esto permitirá que el momento de migrar hacia redes digitales con interfaces G.703, únicamente se adapte a estos modems un convertidor de interfaz (V.35 a G.703).

3.5.3 Requerimientos del Equipo Controlador de la Red.

Para poder tener un control centralizado de la operación de toda la red (Nodos, PADs y modems), se deberá contar con un controlador de red que cumpla con los siguientes requisitos:

Funciones de Software:

Soporte de protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*), de tal forma que cualquier equipo de cualquier fabricante, que posea un "agente" de software SNMP pueda ser controlado desde el controlador de red.

Puesto que el protocolo SNMP posee control únicamente de un conjunto reducido de funciones (pruebas y configuraciones elementales), será necesario que el controlador de red pueda manejar de forma propietaria la totalidad de los equipos de transmisión involucrados en la red X.25.

Entre otras funciones, el controlador de red deberá permitir:

- Pruebas de lazos locales y remotos para diagnósticos prematuros.
- Posibilidad de alarmas visuales y auditivas de alta, media y baja severidad.
- Posibilidad de configuración de todos los parámetros de los equipos de la red X.25 (Modems, Nodos y PADs X.25).
- Registro de archivos históricos de problemas y eventos de la red.
- Posibilidad de acciones correctivas en caso de fallas de software y hardware de los equipos (*reset* a nivel de equipos y puertos).
- Monitoreo de la calidad del enlace y acción sobre las potencias de transmisión y recepción de los equipos.

Funciones de Hardware:

El controlador de red, en su parte de hardware deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Las tarjetas de dispositivos I/O deberán ser instalables en cualquier plataforma de hardware con procesador 486.
- Cada tarjeta I/O deberá soportar por lo menos a una cantidad de 8 ó 10 dispositivos de transmisión (mediante cables tipo "pulpo" o cajas de distribución).
- La tarjeta X25 deberá permitir mediante una conexión única al Nodo local (Matriz Quito), el control sobre todos los dispositivos X.25 de la red.
- Los equipos de transmisión (modems) remotos han de ser controlados mediante enlaces de canal secundario (75 o 110 bps) con los modems locales, los cuales estarán conectados al controlador de red, mediante las cajas de distribución o mediante los cables tipo "pulpo".
- El controlador de red deberá soportar un mínimo de 4 tarjetas I/O para 8 dispositivos (en total 32 dispositivos locales), de tal forma que el crecimiento de enlaces hacia Agencias y Sucursales desde la Matriz Quito sea garantizado.

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES MULTIPUNTO PARA AGENCIAS TIPO

En este numeral se tratará acerca de posibles tecnologías y medios de transmisión para el transporte de los datos desde la Matriz Quito o desde Sucursales hacia Agencias que, por disponer actualmente de un pésimo servicio telefónico o por carecer de éste, obligan al Banco de la Producción a utilizar enlaces bajo medios alternativos.

Adicionalmente, el utilizar enlaces multipunto al interior de la red del Banco de la Producción permitirá reducir el número de puertos del computador central NCR 10000, si se concentran las señales de varias Agencias en un solo puerto, en lugar de utilizar un puerto del computador para una Agencia o Sucursal. Lógicamente habrá que evaluar el rendimiento de esta concentración a fin de que esta decisión no influya con los tiempos de respuesta en las terminales de cajas, financieras y administrativas y en el cajero automático.

Antes de comenzar en el análisis e implementación de enlaces multipunto, se tratará algo de la teoría de estos sistemas con el fin de conocer las bases del tipo de solución al cual se recurrirá.

4.1.1 Sistemas Punto a Punto y Sistemas Multipunto

a) Sistemas Punto a Punto.

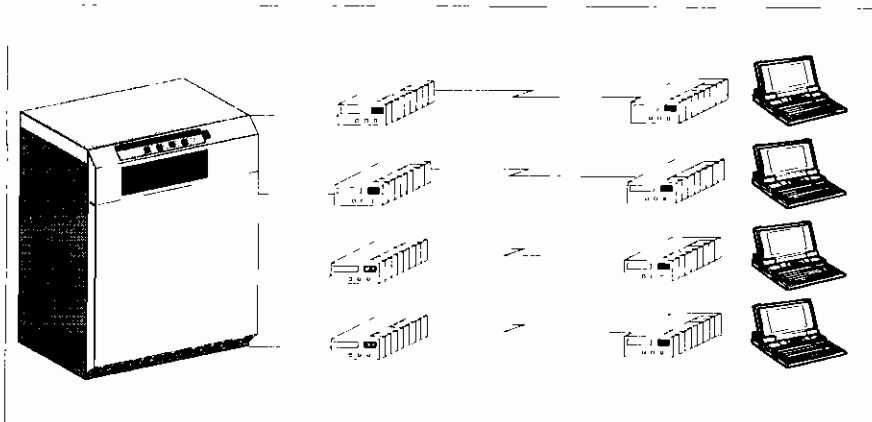


Figura 4-1. Enlaces punto a punto desde un computador central hacia 4 terminales.

La figura 4-1 presenta un ejemplo de configuración punto a punto. Una línea punto a punto, como su nombre lo indica conecta directamente dos puntos entre sí. Para el ejemplo de la figura 4-1, cuatro terminales se comunican con cuatro puertos de un computador central, para lo cual es necesario utilizar 4 líneas telefónicas, 8 modems y cuatro puertos del computador central.

Para un sistema punto a punto, cada terminal es enlazado por su propia línea telefónica hasta el sitio central. De esta forma, si se necesita ampliar el número de terminales remotas, se necesitará un par de modems más, una línea telefónica y otro puerto en el computador central. Para determinados ambientes (tales como el caso del Banco de la Producción), resultará prohibitivo utilizar este tipo de implementaciones a medida que sus necesidades de sitios remotos aumenta, ya que con cada punto adicional de su red, se ve limitado el número de puertos en su computador central.

b) **Sistemas Multipunto.**

La figura 4-2 presenta la misma red de la figura 4-1, pero los enlaces punto a punto han sido reemplazados por una topología de red multipunto. El computador central está conectado a uno de los modems, el cual a su vez se conecta con la línea telefónica. Este modem permite que el computador central se comuniquen con cualquiera de las cuatro terminales de la figura 4-2, y éstas a su vez podrán dialogar con el computador central ya que están conectadas mediante un modem a la misma línea telefónica. Al comparar las figuras 4-1 y 4-2 se puede ver que al utilizar el sistema multipunto se elimina la necesidad de 3 modems y tres líneas telefónicas en el lado del computador central. Adicionalmente, las terminales remotas pueden dialogar con el computador central utilizando únicamente un puerto de datos de este equipo, en lugar de los cuatro puertos que se utilizaron en la implementación del literal a.

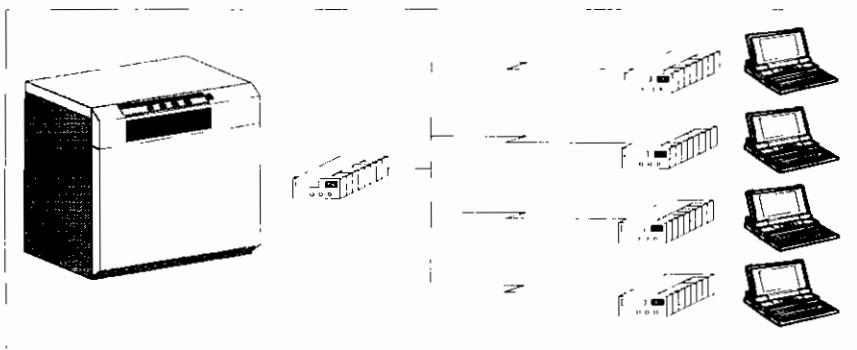


Figura 4-2. Enlaces punto a multipunto desde un computador central hacia 4 terminales.

De la figura 4-2, también resulta obvio que las terminales remotas no podrán conversar con el computador central simultáneamente ya que existe una sola línea telefónica. Para superar este problema, la mayoría de las redes multipunto utilizan alguna forma de protocolo "poleable".

4.1.2 Procedimiento de "Poleo" y Selección

Un "poleo" es simplemente un mensaje enviado por un dispositivo primario hacia un dispositivo secundario invitando a este último a transmitir datos. El mensaje de "poleo" debe contener la identificación del dispositivo secundario al cual desea direccionar su mensaje. El "poleo" en un sistema multipunto es realizado cuando el computador central pregunta a cada terminal en un orden predeterminado si tiene datos para transmitir. El computador central transmite el "poleo" a todas las terminales del multipunto a la vez, pero solamente aquella terminal que tenga la dirección que el computador está "poleando" podrá responder.

Cuando una terminal reconoce su dirección en un "poleo" emitido por el computador, responderá con un acuse de recibo negativo "NAK" si no tiene datos que transmitir, de ocurrir lo opuesto emitirá un acuse de recibo positivo "ACK". Luego de emitir el ACK, la terminal procederá a transmitir sus datos. Puesto que las terminales que se utilizan en ambientes multipunto tienen cierta inteligencia en términos de que poseen *buffers* para almacenar los datos ingresados por el usuario, liberarán estos datos almacenados el momento en el que sean "poleados".

Adicionalmente a las secuencias de "poleo", un segundo procedimiento llamado selección es utilizado en ambientes multipunto. Un mensaje de selección es emitido por el computador central cada vez que desea transmitir datos hacia una terminal remota. De igual forma que en la operación de "poleo", el mensaje de selección deberá contener la dirección de la terminal remota a la cual se desee seleccionar.

Cuando la terminal remota reconoce su dirección y está lista para recibir datos del computador central, responderá el mensaje de selección con un ACK, caso contrario lo hará con un mensaje de NAK u ocupado. Después de recibir un ACK, el computador central transmitirá los datos a la estación seleccionada. Si recibe un NAK, el computador intentará seleccionar a la terminal remota en una próxima oportunidad.

Estaciones Maestras y Esclavas.

El computador central en un sistema multipunto es llamado maestro pues tiene, mediante las secuencias de "poleo", el control de la línea. El modem conectado al computador que realiza las operaciones de "poleo" y selección es identificado como modem maestro. Ya que las terminales remotas únicamente responden a las operaciones de "poleo" y selección del maestro, son conocidas como terminales esclavas. De forma similar, los modems conectados a las terminales esclavas son referidos como modems esclavos.

Las figuras 4-3 y 4-4 representan secuencias de "poleo" y selección para el ejemplo planteado en la figura 4-2.

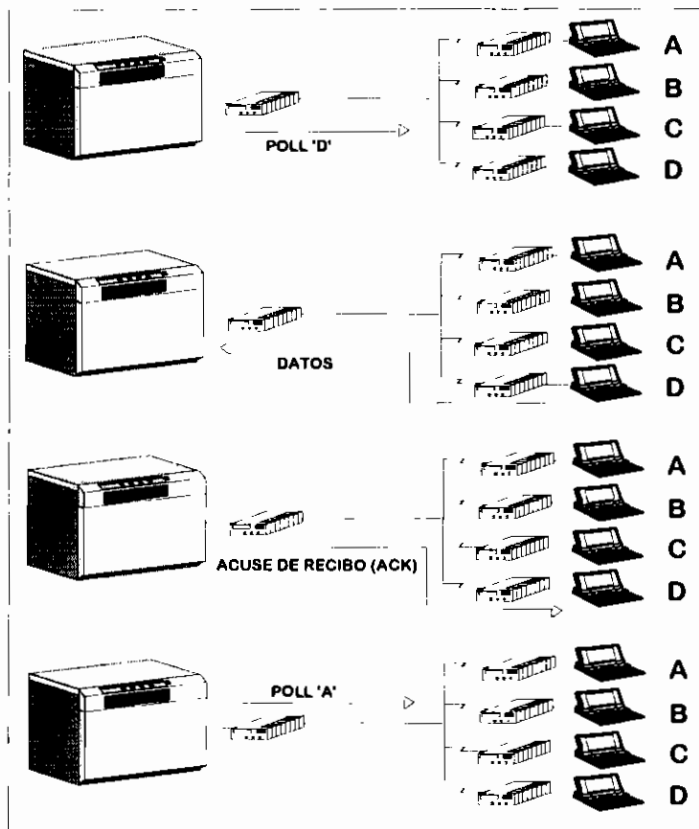


Figura 4-3. Secuencia de "poleo" para estaciones operando en ambiente multipunto.

Secuencia de inicialización de enlace (*Training*).

Cada vez que una transmisión es iniciada, el modem receptor realiza un procedimiento de negociación con el modem transmisor para ajustarse a las condiciones actuales del enlace. El modem que transmite envía una señal especial denominada

secuencia de adiestramiento o *training sequence* sobre el enlace al modem receptor. El modem receptor debe conocer de manera anticipada la forma en la que tal secuencia debe llegar, de modo tal que pueda reconocer cómo las condiciones específicas del enlace han distorsionado las secuencias y hacer los ajustes necesarios en su circuito receptor.

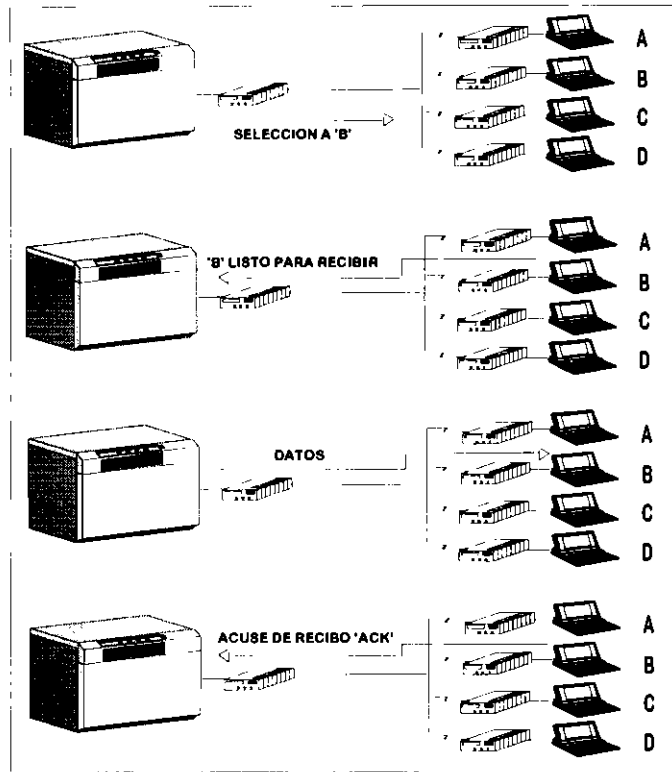


Figura 4-4. Secuencia de selección para estaciones operando en un ambiente multipunto.

Para un sistema multipunto, normalmente se desea que el modem esclavo transmita una secuencia de *training* no muy prolongada, de tal forma que no "ocupe" demasiado tiempo al modem maestro. Cada vez que el modem maestro inicia una secuencia de entrenamiento, debe recibir una respuesta del modem esclavo, a fin de fijar el enlace por el tiempo en el que se transmitan los datos. Algunos modems multipunto son capaces de realizar esta negociación durante la transmisión de los datos, de tal forma que permiten compensar pequeños cambios en las condiciones del enlace sin interrumpir el flujo de datos.

Si bien es cierto que para los ejemplos de enlaces punto a punto y multipunto expuestos, se han utilizado únicamente modems y líneas analógicas, existen otras formas de implementar enlaces multipunto, tal como se verá en el siguiente numeral.

4.1.3 Análisis Previo a la Elección del Medio de Transmisión y la Tecnología a Utilizar para los Enlaces Multipunto

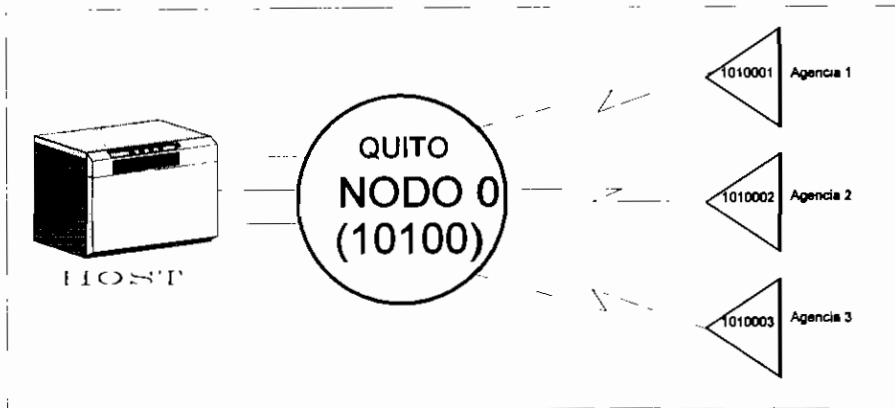


Figura 4-5. Disposición "estrella" de 3 Agencias en un ambiente punto a punto.

La figura 4-5 presenta la distribución de varias Agencias en configuración de estrella con enlaces punto a punto desde un nodo principal hacia PADs de Agencias. Supongamos que a la configuración presentada se decide aumentar un número mayor de Agencias, por ejemplo 3 más, y en un primer momento no se dispone de puertos libres en el computador para servir dichas Agencias y adicionalmente no se desea seguir creciendo con enlaces punto a punto desde la Matriz hacia las nuevas Agencias (bajo la topología punto a punto se requerirían para estas tres nuevas Agencias 6 modems y 3 líneas telefónicas). Bajo esta premisa, resulta interesante para el Banco de la Producción, el optimizar los enlaces actuales y el número de puertos en el computador.

La figura 4-6 presenta la misma disposición de Agencias pero con la diferencia de que ahora se trabaja con un esquema multipunto. Para la figura 4-6, un mismo puerto del computador central se encarga de enviar la señal "poleable" (*ISO-Asyn*) hacia las tres nuevas Agencias, y se tiene una sola salida desde el nodo X.25 hacia el equipo multipunto que "copia" la señal hacia las tres Agencias.

Bajo la configuración multipunto hay que tomar en cuenta que el esquema de trabajo de esta topología es por definición "poleable", mientras que la tecnología X.25 toma en cuenta únicamente enlaces punto a punto, refiriéndose a los enlaces entre nodo, tal como lo indica la recomendación X.25. Por esta razón, el momento de implementar los enlaces multipunto será necesario evaluar tecnologías o implementaciones propietarias del protocolo X.25 bajo esquemas de multipunto.

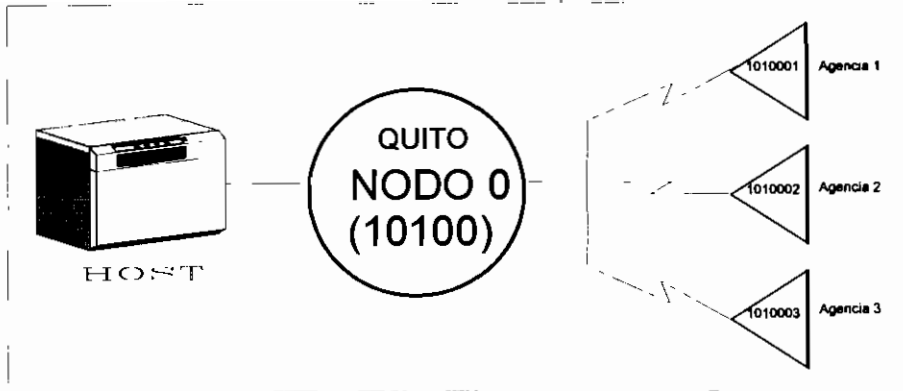


Figura 4-6. Disposición multipunto de 3 Agencias.

Adicionalmente a lo indicado anteriormente, es importante tomar en cuenta que, debido a que los sistemas multipunto operan bajo esquemas de “poleo” y selección, el computador central “poleará” con un determinado orden a todas las terminales del multipunto (definidas en el computador mediante direcciones hexadecimales) en busca de información, y de tener un terminal información por procesar, el computador central deberá buscar la respuesta en su software de aplicación. De esta forma, hay que realizar un ajuste en línea del número de terminales que se debe “multipuntear”, para que los tiempos de respuesta no constituyan un factor en contra a tal implementación.

4.1.4 Implementación de Enlaces de Modems Multipunto

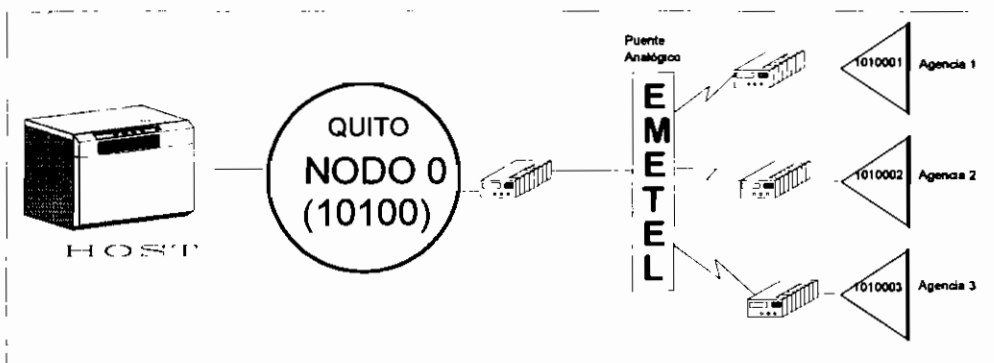


Figura 4-7. Implementación de un enlace multipunto con modems multipunto. Las líneas dedicadas son “multipunteadas” por un puente analógico en el EMETEL.

La figura 4-7 presenta la implementación de un multipunto utilizando modems multipunto. Para esta aplicación, los modems a ser utilizados deben ser de muy alta velocidad para evitar que factores, tales como, el número de direcciones de “poleo”, incidan en el tiempo de respuesta visible especialmente en las terminales de cajas que atienden directamente al público. Otro factor que puede influir en el tiempo de respuesta visible, tanto

en las terminales de consulta como en las administrativas y en cajas, es el tiempo de negociación entre los modems (*training time*).

Cada vez que un PAD X.25 tenga información que entregar al nodo, el modem de la Matriz deberá iniciar una negociación con el modem de la Agencia tanto en la velocidad como en el esquema de modulación. Tomando en cuenta que cada trayecto del multipunto (cada enlace desde el modem de la Matriz hacia las Agencias del multipunto) tiene sus propias características de respuesta de amplitud, distorsión del retardo y tiempo de recuperación del enlace, para cada transmisión de datos el modem de la Matriz deberá establecer una inicialización y ajuste de parámetros para "engancharse" con el modem remoto.

El procedimiento de negociación de parámetros es realizado por el modem que transmite los datos, enviando una señal predeterminada o secuencia de negociación hacia el modem receptor de datos. El modem receptor de datos, puede reconocer la secuencia de inicialización del enlace y de tal forma que si ésta le llega distorsionada por condiciones específicas de la línea, hará los ajustes necesarios en su circuito receptor para lograr un enlace confiable mientras dure la transmisión de los datos. Este ajuste de parámetros es realizado mediante un ecualizador en el modem, capaz de afinar y compensar cambios fortuitos en las condiciones de la línea.

El proceso de inicialización de los modems multipunto suele tomar alrededor de 9 ms o menos, lo que parecería poco si no se toma en cuenta el número elevado de secuencias de inicialización requerido para trabajar en multipunto. De operar con modems que causen largos tiempos de inicialización, el proceso de "poleo" se reducirá considerablemente, lo cual provocaría tiempos de respuesta en terminales y cajas excesivos.

Existirían dos formas de realizar multipuntos para las Agencias del Banco de la Producción. La primera consiste en utilizar empalmes en el lado de la Matriz Quito (para las Agencias de Quito) o en la Sucursal Guayaquil (para las Agencias de Guayaquil) en las acometidas de las líneas dedicadas del Banco. De esta forma únicamente se concentraría el "poleo" de varias Agencias en un mismo puerto del computador central, pero no se ahorraría el número de líneas telefónicas, pues éstas seguirían teniendo una topología punto a punto: una línea dedicadas para cada Agencia.

La segunda forma de realizar los enlaces multipunto es utilizando puentes analógicos en el lado de la red telefónica de EMETEL. Estos puentes analógicos "combinan" varias líneas provenientes de oficinas dispersas geográficamente (líneas provenientes de las Agencias hasta las Centrales de Conmutación del EMETEL) en una sola línea que alimentará al modem del lado del computador o *Host*. Realmente lo que la empresa telefónica ofrece es una serie de segmentos punto a punto y un puente analógico que los enlaza para formar enlaces multipunto.

Para estas aplicaciones multipunto se han desarrollado modems cuyo rápido tiempo de respuesta ofrece un alto *throughput*. Existen dos tipos de modem, en el sentido más amplio, que operan en ambientes multipunto: los modems multipunto asimétricos y los modems multipunto de multicanal.

Modems asimétricos multipunto.

Este tipo de modems ofrece altas velocidades de salida de datos. Cuando se implementa una red multipunto, el tiempo de inicialización del enlace (*training time*) se ve influenciado por la velocidad de datos entrante: a mayor velocidad, el tiempo de inicialización aumenta. Tomando en cuenta que en la mayoría de aplicaciones los computadores centrales tienen mayor tráfico de salida que de entrada, se han desarrollado modems que, utilizando técnicas TCM (*Trellis Coded Modulation*) transmiten a velocidades de salida de hasta 14.4 Kbps, casi duplicando el *throughput*, y velocidades de entrada de 9600 bps, reduciendo el tiempo de inicialización de enlace de los modems.

Modems multipunto multicanal.

Los modems multipunto multicanal son diseñados para transportar dos o más señales de datos independientes (diferente protocolo y/o velocidad) por un mismo circuito de multipunto. Estos modems utilizan técnicas de multiplexación al interior de su circuitería.

Para los dos tipos de modems es importante señalar una característica que mejora su operación: la habilidad de reaccionar frente a fallas en uno de los ramales del multipunto. En el pasado, para los modems multipunto, si uno de los ramales degradaba su calidad, la totalidad del enlace multipunto debía ajustarse a la máxima velocidad que podría soportar el ramal con problemas de calidad, con lo que el rendimiento de toda la red multipunto se veía

seriamente afectado frente a cambios de calidad en cualquiera de los ramales del multipunto.

Actualmente los modems multipunto pueden aceptar diferentes velocidades en los diferentes ramales de los multipuntos, de tal forma que cada ramal opera a la máxima velocidad posible, de acuerdo a la calidad de la línea física específica manejada por cada ramal.

4.1.5 Implementación de Enlaces de Radio Multipunto

De igual forma que en los modems analógicos, cuando se trabaja con radiomodems es posible implementar tanto enlaces punto a punto cuanto enlaces multipunto. Al operar con radiomodems multipunto el *Host* emite una señal de *broadcast* hacia todos los equipos terminales y utiliza un esquema de "poleo" para recuperar los datos desde cada terminal direccionada. Este esquema es muy similar a las aplicaciones utilizando modems para líneas analógicos con portadora conmutada.

Dependiendo del protocolo específico que maneje el *Host* central, el radio que hace de maestro (en la arquitectura maestro-esclavo) puede polear a un radio esclavo mientras transfiere datos al otro.

Medios de transmisión de enlaces de radio

El medio de transmisión de los datos es el espacio libre, para lo cual se utiliza una o varias frecuencias de ondas de radio y antenas de transmisión, diseñadas para operar en uno de los siguientes rangos (ver figura 4-8): Onda de superficie o terrestre, onda espacial, onda celeste, onda satelital y onda dispersa¹.

La onda terrestre se caracteriza por propagarse por el espacio más bajo de la superficie terrestre, siguiendo la curvatura de la tierra. Esta señal es utilizada generalmente en bandas de frecuencia bajas (30 KHz-300 KHz) aunque en aplicaciones de *broadcast* se utilizan bandas de frecuencia media (300 KHz-3 Mhz).

¹ Para mayor información ver referencia bibliográfica 13, pg. 809.

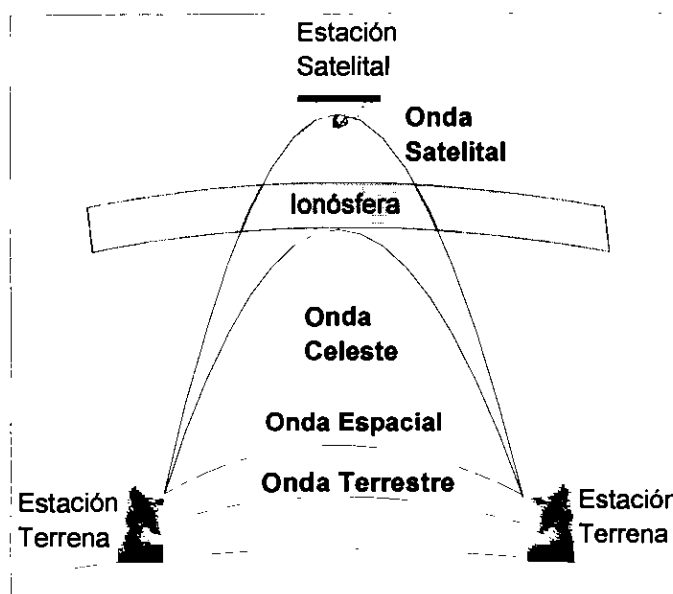


Figura 4-8. Ondas de radio disponibles para la transmisión de datos.

Las longitudes de onda de las ondas terrestres son relativamente inmunes a la topografía del terreno. Por ejemplo, una señal de 30 KHz tiene una longitud de onda de 6.2 millas (10 Kilómetros). Los edificios o las montañas no afectan mayormente a esta señal. Sin embargo, una señal de mayor frecuencia sufre distorsiones e interrupciones por cruces con árboles, montañas y edificios.

Las ondas espaciales viajan en línea recta entre las antenas transmisora y receptora. Este tipo de señal es considerada de línea de vista (onda directa). Adicionalmente tiene una componente que viaja reflejándose por la tierra. Este tipo de señal es utilizada en bandas de operación de VHF/UHF/SHF. Las ondas celestes se transmiten hacia la ionósfera, la cual refleja esta señal total o parcialmente hacia la tierra donde es recuperada por una estación terrena. Este tipo de transmisión es comúnmente utilizado por dispositivos de radio de altas frecuencia (3 Mhz - 30 Mhz).

La onda satelital utiliza frecuencias de radio transmitidas hacia una estación de satélite, la cual amplifica la señal y la envía de regreso a la tierra a una frecuencia diferente. Finalmente, la onda dispersa es utilizada en enlaces de larga distancia con altas frecuencias. Este tipo de onda provee enlaces telefónicos multicanal. La señal viaja hacia abajo con dirección del receptor.

Para el caso concreto de enlaces entre las Agencias y la Matriz o las Sucursales, el medio más factible de implementar enlaces de radio es la utilización de radios con enlaces de línea de vista o con repetidoras.

Comúnmente las distancias cubiertas por los radiomodems para operación bajo línea de vista varían, de acuerdo al fabricante, entre 8 a 16 kilómetros y utilizando antenas direccionales de alta ganancia es posible cubrir distancias mayores (mayores a 30 Km). Si es necesario cubrir distancias aún mayores a las mencionadas, es posible utilizar radios repetidores de la señal en varios pasos hasta cubrir las distancias requeridas. Generalmente las mismas unidades de radio pueden ser configuradas por software y/o hardware para servir como estaciones maestras, esclavas o repetidoras.

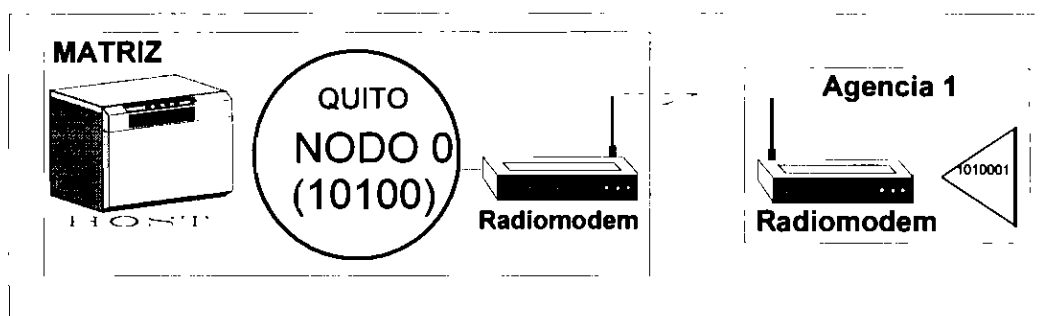


Figura 4-9. Implementación de un enlace de radio punto a punto entre la Matriz y una Agencia.

La figura 4-9 presenta el esquema de enlace entre una Agencia tipo y la Matriz del Banco de la Producción utilizando radiomodems, bajo el supuesto de que entre ellas exista línea de vista. Si es que desde el radio maestro se quiere dar servicio a varias Agencias, el puerto del computador central deberá contener las direcciones de todos los "poleos" para todas las terminales y cajas de las Agencias a ser "multipunteadas". Este puerto del Host se conectará al puerto de datos del radio maestro y este equipo, utilizando una sola antena omnidireccional podrá transmitir la señal hacia todas las Agencias del multipunto.

En cada Agencia del multipunto se ubicará un radio esclavo con una antena direccional orientada hacia la antena de la Matriz o Sucursal donde se ubique el equipo maestro.

La figura 4-10 presenta esta configuración de radio multipunto bajo el supuesto de que exista línea de vista entre las Agencias y la Matriz o Sucursal.

Para la aplicación de radio multipunto, el radio maestro transmite simultáneamente hacia los esclavos y la unidad remota seleccionada responderá transmitiendo, si tiene información disponible, de regreso al radiomodem maestro. El "poleo" es controlado por el *Host* central o *Front End Processor*. El radio recibirá los datos del *Host* a través de su interfaz (RS-232, X.21, V.35, etc.), los modulará y los transmitirá a las estaciones esclavas, estas últimas demodularán la señal de radio y entregarán los datos al PAD de la Agencia.

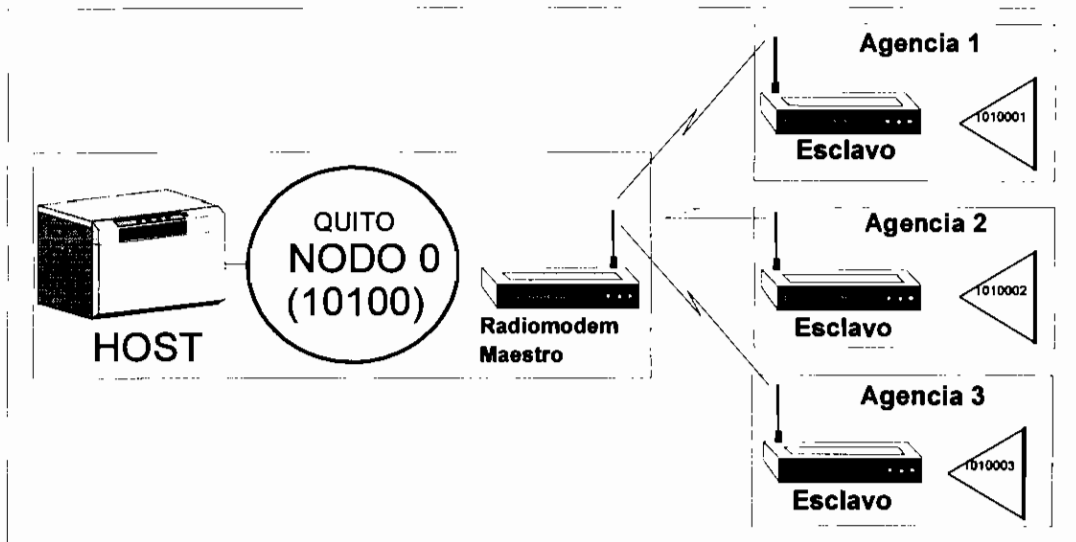


Figura 4-10. Implementación de un enlace de radio punto-multipunto entre la Matriz y tres Agencias.

Frecuencias utilizadas para enlaces de radio.

806	824	849	851	869	894	896							
T	RTC	R	T'	RTC'	R'								
<p>T: Sistema de radiocomunicación troncalizado. Canalización de 25 KHz. R: Servicios móviles privados. RTC: Radio telefonía móvil celular. T, R, RTC: Transmisión. T', R', RTC': Recepción.</p>													
896	902	904	925	927	929	932	934	937	943	951	953	955	960
A	T	ICM	C1	C2	B	T'	SM	A'	Rd	C2'	C1'	SM'	
<p>A: Enlaces multicanales. B: Busca personas. C1, C2: Comunicaciones bidireccionales full duplex (Transmisión de Datos). ICM: Aplicaciones industriales, científicas y médicas. Rd: Enlaces para radiodifusión. SM: Sistema Móvil. T: Sistema Troncalizado. A, T, C1, C2, ICM, B, SM, RD: Transmisión. A', T', C1', C2', SM': Recepción.</p>													

Tabla 4-1. Canalización de bandas para el rango de frecuencias entre 806 y 960 MHz.

En el Ecuador, la Superintendencia de Telecomunicaciones es el organismo oficial encargado de regular el uso de frecuencias para una u otra aplicación. La tabla 4-1 presenta los rangos de frecuencia definidos para datos y otras aplicaciones. Para cada porción del espectro radioeléctrico, la Superintendencia de Telecomunicaciones permite un ancho de banda por cada canal² que el usuario desee rentar. La Tabla 4-2 presenta las bandas de frecuencia o anchos de banda por canal para las diferentes frecuencias disponibles en el Ecuador.

ESPECTRO RADIOELECTRICO	BANDAS DE FRECUENCIA (KHz)
Por debajo de 30,01 MHz	5
Entre 30,01 MHz y 100 MHz	25
Entre 100 KHz y 8 GHz	100
Sobre 8 GHz	200
Señales de Tv.	6
Telefonía Móvil Celular	30

Tabla 4-2. Bandas de frecuencia por canales del espectro radioeléctrico disponibles en Ecuador.

Generalmente, los equipos de radio para datos utilizan control de flujo mediante señales de hardware, basados principalmente en el control de los retardos entre el RTS y el CTS, los cuales pueden recibir diferentes valores, dependiendo de la posición geográfica del equipo y de las características de retardo del enlace de radio.

Antenas a utilizar en los sitios local y remotos.

Básicamente existen dos tipos de antena a ser utilizados en enlaces de radio punto-multipunto, que servirán para enlazar la Matriz Quito con varias agencias de un multipunto: antenas omnidireccionales y antenas direccionales.

Antenas Omnidireccionales:

Una antena Omnidireccional es capaz de transmitir y/o recibir señales hacia y/o desde cualquier dirección dentro de un mismo plano horizontal, con igual potencia en cada dirección. Debido a lo expuesto anteriormente, este tipo de antena será ubicado en la Matriz Quito o en las Sucursales utilizadas como estaciones maestras para dar servicio multipunto a las Agencias de sus vecindades. La figura 4-11 presenta el diagrama de radiación típico para esta clase de antena.

² Ver Anexo 10.

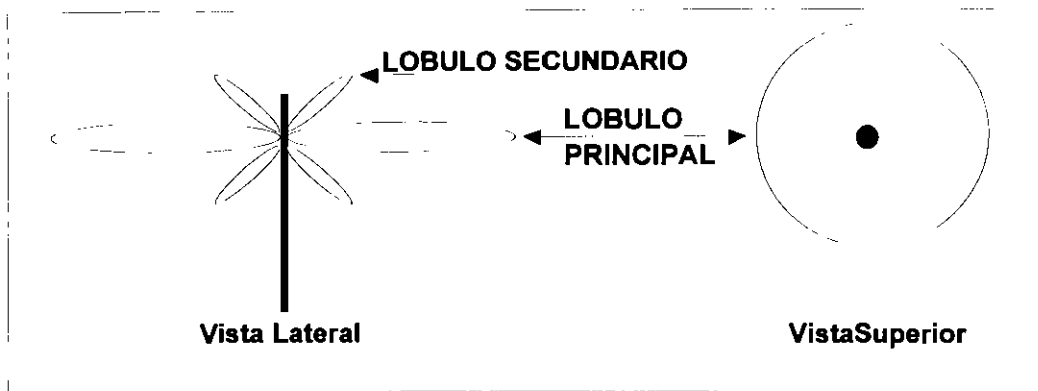


Figura 4-11. Diagrama de radiación de una antena omnidireccional.

Antenas Direccionales:

Este tipo de antena concentra la energía de radio en una dirección específica. Cuando se utilizan antenas direccionales, éstas deben ser orientadas hacia el extremo opuesto del enlace. Debido a lo expuesto, este tipo de antena deberá ser ubicado en las Agencias que sirvan como estaciones esclavas de enlaces multipunto. La figura 4-12 presenta el diagrama de radiación típico para este tipo de antena.

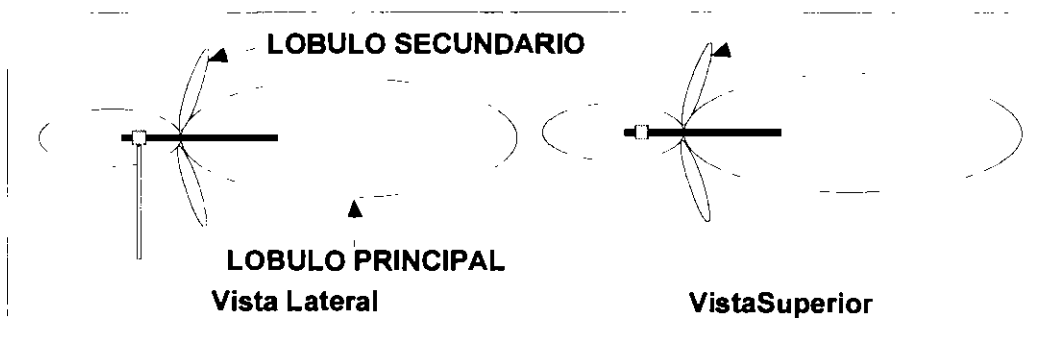


Figura 4-12. Diagrama de radiación de una antena direccional.

Análisis de las características del enlace:

El análisis de las características del enlace examina: la dirección y la longitud de un determinado "camino" de línea de vista, el equipo a ser utilizado, la ganancia de la antena, las pérdidas del cable que une la antena con el equipo de radio y condiciones ambientales tales como la geografía y climatología involucrada en el enlace, así como determina las pérdidas del enlace. En situaciones en las cuales exista una línea de vista muy evidente y con una longitud poco considerable (por ej. 5 kilómetros) este análisis puede ser omitido.

El análisis de la viabilidad del enlace de radio se basa principalmente en la determinación del Margen de Desvanecimiento (*Fade Margin*).

Determinación del Márgen de desvanecimiento:

Para alcanzar una comunicación confiable, el enlace de radio debe conservar el nivel promedio de la señal recibida, lo suficientemente alto como para proteger dicho enlace contra fluctuaciones en la potencia de la señal causadas por condiciones anómalas al mismo. El margen de desvanecimiento (ver figura 4-13), es una medida de cuanta atenuación adicional de la señal puede soportar el sistema sin disminuir la tasa de errores BER (*Bit Error Rate*) definida en el mismo. En la mayoría de situaciones, un margen de 15 dB es más que suficiente.

$$\text{Margen de Devanecimiento} = G_{sg} + G_{ant} - L_{cl} - L_{pl} \quad [\text{dB}] \quad (4.1)$$

donde:

- G_{sg}: ganancia total del sistema (expresada en dB).
- G_{ant}: ganancia total de ambas antenas (expresada en dBi).
- L_{cl}: pérdida total en conectores y cables (medida en dB).
- L_{pl}: pérdida del espacio libre (medida en dB).

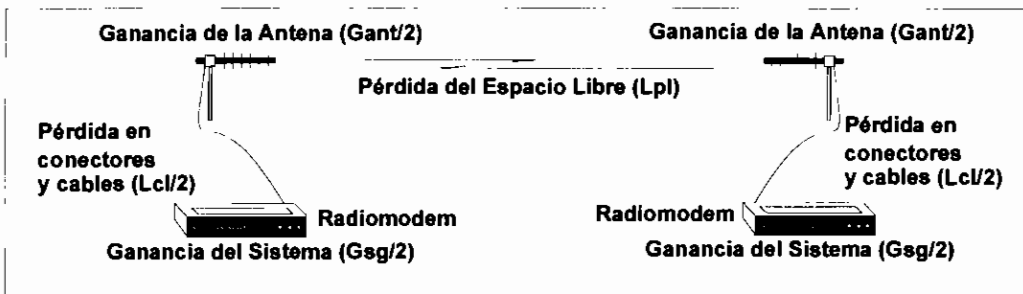


Figura 4-13. Elementos involucrados en el cálculo del márgen de desvanecimiento.

Ganancia del Sistema:

Es la ganancia total del sistema de radio, sin ninguna consideración de cables o antenas, y es la diferencia entre la potencia de salida del transmisor y el umbral de sensibilidad del receptor (dadas por el fabricante de los equipos de radio), tal como lo indica la fórmula 4.2.

$$G_{sg} = (\text{Potencia de transmisión}) - (\text{potencia de recepción}) \quad (4.2)$$

Ganancia de la Antena:

Es la medida de la habilidad de la antena para concentrar la energía de radio frecuencia (RF) en una determinada dirección. Se expresa en dBi y expresa la relación entre la potencia radiada por la antena en una dirección específica sobre la potencia radiada en tal dirección por una antena isotrópica alimentada por el mismo transmisor. Una antena isotrópica es aquella que radía una señal igual en toda dirección.

Generalmente el fabricante de la antena especifica su ganancia, y si lo hace en dB, el valor en dBi puede ser obtenido sumando 2 dB al valor en dBi.

Pérdidas del cable y los conectores:

Las antenas son conectadas a los equipos de radio (maestro o esclavo) utilizando cable coaxial. La pérdida en los cables (Lcl) se mide en dB y depende de la longitud del mismo y el tipo de cable a utilizar. Por ejemplo, es posible utilizar un cable coaxial de 50 ohmios cuya pérdida en dB por cada cien pies es lo suficientemente baja (entre 3 y 15 dB) de tal forma que no contribuya significativamente a las pérdidas totales del enlace.

Pérdidas en el espacio libre:

Debido a reflexiones en la tierra u otros objetos, la pérdida en el espacio libre entre las antenas de transmisión y recepción pueden diferir significativamente con el valor calculado para este parámetro en condiciones ideales. Desafortunadamente, las pérdidas adicionales debidas a los efectos mencionados (reflexiones u otras interferencias) son difíciles de cuantificar y requieren conocimientos exactos de la geometría del enlace y de los materiales circundantes, información que en la mayoría de los casos no está disponible.

Típicamente, las pérdidas de la potencia al viajar a través del espacio son el principal contribuyente a las pérdidas del enlace. Esta contribución, llamada Pérdida del espacio libre, puede ser calculada utilizando la fórmula 4.3.

$$\text{Atenuación (dB)} = 92.4 + 20\log(\text{distancia entre radios Km}) + 20 \log (\text{frecuencia GHz}) \quad (4.3)$$

La tabla 4-3 presenta una referencia rápida para el cálculo de la pérdida de espacio libre para diferentes distancias, obtenida en base a la fórmula 4.3³.

Distancia (Km)	Pérdida de espacio libre para 915 MHz (dB)	Pérdida de espacio libre para 2,4 GHz (dB)	Pérdida de espacio libre para 5,7 GHz (dB)
1	92	100	108
2	98	106	114
3	101	110	117
4	104	112	120
5	106	114	121
6	107	116	123
7	109	117	124
8	110	118	126
9	111	119	127
10	112	120	128
15	115	124	131
20	118	126	134
25	120	128	135
30	121	130	137

Tabla 4-3. Pérdida del espacio libre para tres frecuencias y diferentes distancias.

Puesto que en el Ecuador, el organismo encargado de asignar las frecuencias a ser utilizadas en enlaces de radio, sean punto a punto o multipunto, es la Superintendencia de Telecomunicaciones, es necesario realizar el trámite de concesión de frecuencias para cada enlace requerido. Este trámite incluye un estudio de ingeniería del enlace, que contiene un cálculo de propagación con la localización exacta de los radios y antenas, los rangos de frecuencias, ganancias y otros parámetros de los equipos a ser utilizados, así como otros documentos de orden administrativo y legal.

4.1.6 Implementación de Enlaces Satelitales

Una estación satelital puede ser imaginada como un repetidor gigante de señales de microonda en el espacio. La estación satelital poseerá uno o más *transponders* los cuales "escuchan" una porción del espectro de frecuencia en busca de información proveniente de una estación terrena, amplifican la señal que reciben y la difunden en otra frecuencia, con destino generalmente a una o varias estaciones terrenas⁴. El ancho de cobertura de los *transponders* puede ser tan grande como para cubrir una porción significativa de la tierra o cubrir un área de cientos de kilómetros en forma diametral.

³ Para mayor información ver referencia bibliográfica 20, pg. 2-6.

⁴ Ver referencia bibliográfica 7, pg. 61 para mayor información.

Debido a que es necesario que los satélites se ubiquen, respecto a la posición de las estaciones terrestres, de una forma fija en el espacio, los mismos deberán disponer de órbitas cuyo período coincida con el período de rotación de la Tierra. Generalmente este efecto se logra al ubicar las estaciones satelitales a 36.000 Km sobre la línea ecuatorial.

Otro limitante en la ubicación de estaciones satelitales es que el área de cobertura de la señal de transmisión de las estaciones terrestres, bajo la tecnología actual cubre no solamente al satélite al cual envía su información, sino también a su vecindad; esto implica que si se estima un espaciamiento de 4 grados entre satélites, es posible ubicar bajo la misma órbita únicamente $360/4 = 90$ satélites geoestacionarios. Esto sin tomar en cuenta otro tipo de satélites designados para otros servicios, tales como difusiones de señales de televisión o de uso militar, por lo que el uso de espectros de frecuencia se convierte en un asunto que requiere mucha precisión y además de acuerdos internacionales que regulen estos aspectos.

Actualmente se trabaja con varias bandas de frecuencia para el transporte de señales por satélite. La primera entre 3,7 a 4,2 GHz para la recepción de datos (desde el satélite hacia la estación terrena) y la segunda entre 5,925 y 6,425 GHz para la transmisión de datos (desde la estación terrena hacia el satélite), la unión de estas frecuencias de transmisión y recepción es referida como banda 4/6 Ghz o banda C. Otras bandas utilizadas son las referidas como banda 12/14 GHz o banda Ku (transmisión entre 14,0 y 14,5 Ghz y recepción entre 11,7 y 12,2) y banda 20/30 o banda K, las cuales involucran costos mayores, pues a estas frecuencias los factores climatológicos tales como la lluvia (la cual es un excelente captor de microondas cortas) obligan a tener redundancia en las estaciones terrenas.

Una estación satelital típica divide su ancho de banda de 500 MHz en una docena de *transponders* cada uno de los cuales maneja un ancho de banda de 36 MHz. Actualmente, cada estación satelital maneja varias antenas y *transponders*, de tal forma que cada antena puede enforcar una zona geográfica reducida, con lo cual un mismo satélite puede manejar múltiples transmisiones bidireccionales simultáneamente.

Comúnmente, los enlaces vía satélite suelen involucrar retardos significativos (250 a 300 ms extremo a extremo) debido a la propagación de la señal entre las estaciones terrestre, pero esta desventaja se compensa al manejar anchos de banda mayores que los ofrecidos por enlaces terrestres y por la alta tasa de BER (*Bit Error Rate*) que soportan.

Actualmente, el EMETEL, y otros organismos autorizados por el EMETEL ofrecen varios tipos de servicio satelital utilizando las facilidades satelitales de INTELSAT (satélites IS513, IS603, IS605) y de PANAMSAT (satélites PAS1 y PAS2) para suministrar comunicaciones por redes privadas a empresas y organizaciones nacionales e internacionales. "Estos servicios podrá suministrarlos el EMETEL, distribuyendo las señales a partir de un telepuerto administrado o autorizado por el EMETEL, o por gestión directa de los usuarios que, previa la suscripción del correspondiente contrato con el EMETEL, podrán instalar, operar y mantener sus propios equipos de tierra para el enlace satelital correspondiente. En cualquiera de los dos casos los servicios a prestarse podrán ser: Servicios IBS, servicios INTELNET (VSAT) y cualquier otro servicio cuyas características técnicas y operacionales permitan asimilarlo a uno de los dos anteriores"⁵.

El servicio IBS (*Intelsat Business Systems*) se presta con portadoras completamente digitales para todas las aplicaciones de comunicación empresariales por redes privadas, sean nacionales o internacionales, punto a punto o multipunto. Estas portadoras utilizan modulación cuadrifásica por desplazamiento de fases (QPSK) con acceso múltiple por distribución de frecuencia (FDMA).

El servicio INTELNET se suministra mediante el alquiler de un *transponder* completo o una fracción de éste para una red nacional o internacional de distribución de datos. Los datos se suministran desde las estaciones terrenas normalizadas de INTELSAT mediante la técnica BPSK (Modulación Digital por Desplazamiento de Fase), la de ensanchamiento del espectro u otras establecidas por INTELSAT para este servicio. Existen dos tipos de redes de utilización del sistema: el INTELNET 1 y el INTELNET II, el primero para distribución de datos y el segundo para recopilación de datos. Ambos tipos de redes pueden ser combinados para obtener aplicaciones interactivas. Este servicio, que utiliza terminales de apertura muy pequeña (VSAT: *Very Small Aperture Terminal*), ha extendido su acción fuertemente en los últimos años en Latinoamérica.

El servicio PIDS (Servicio Digital Privado Internacional) es suministrado por PANAMSAT (*Alpha Lyracom Space Communications*) con portadoras digitales que utilizan modulación cuadrifásica por desplazamiento de fase (QPSK) con acceso múltiple por distribución de frecuencia (FDMA) para varios usuarios. Este servicio es ofrecido por medio del satélite PAS-1 a través del EMETEL.

⁵ Registro oficial N° 126, 10 de febrero de 1993, pg. 24.

Sistemas VSAT.

El sistema VSAT (Terminal de apertura muy pequeña) es un sistema satelital que ofrece un bajo costo y flexibilidad. Las estaciones terrenas son pequeñas y utilizan platos de antena de tamaño reducido. Gracias a su tamaño, pueden ser ubicadas directamente en el sitio del usuario e igualmente ser conectadas directamente con el equipo del usuario (controladores, Nodos, PADs, etc.). Este sistema puede ser configurado para transmisiones unidireccionales o bidireccionales a velocidades típicas entre 9600 bps y 120 Kbps.

El servicio VSAT, el cual utiliza satélites de INTELSAT es ofrecido en Ecuador por varias compañías (entre ellas: STM, IMSATEL, Transmidatos, CoasinTelecom, etc.). Este servicio presenta especial atractivo para ambientes financieros y bancarios, ya que facilita la integración de Agencias o Sucursales con difícil acceso, ya sea por carencia o inexistencia de líneas telefónicas o por una geografía que encarece una solución de radiomodems. De igual manera, al ofrecer anchos de banda mayores a los disponibles actualmente a nivel público, y soportar una tasa de BER mucho mayor (10^{-7} a 10^{-9}), favorece la integración de otro tipo de información además de datos (por ej. tráfico de voz).

Las posibles configuraciones para enlaces satelitales utilizando el servicio VSAT son:

- Punto a Punto
- Multipunto
- *Broadcast*

Estas configuraciones pueden ser realizadas en los puertos de datos del equipo terreno (modem satelital), el cual usualmente posee varios puertos de datos configurables generalmente a velocidades entre 9.6 y 64 Kbps (a velocidades mayores a 19.2 Kbps generalmente suele utilizarse interfaces V.35) bajo esquemas TDM y TDMA.

La figura 4-14 esquematiza una configuración típica para enlaces VSAT entre una estación maestra o *Hub* y varias microestaciones terrenas. Esta configuración puede utilizar un solo canal de salida y múltiples canales de entrada. Las microestaciones terrenas (MES) son agrupadas y se les asigna canales de entrada de acuerdo con su volumen de tráfico y una de las técnicas de acceso a los canales TDMA de entrada.

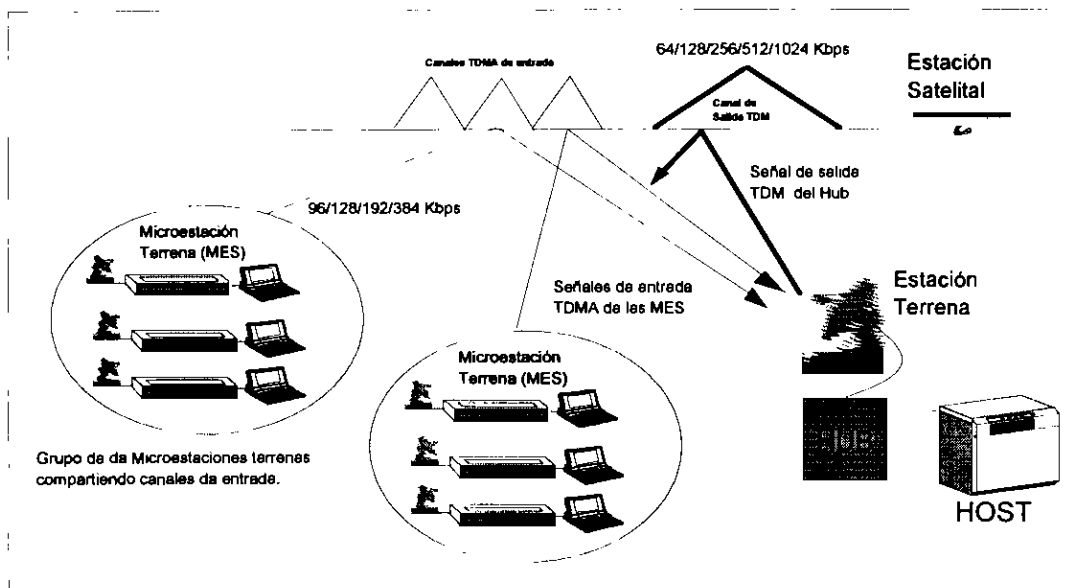


Figura 4-14. Configuración típica para enlaces VSAT. Se utiliza un solo canal de salida y varios canales de entrada para grupos de microestaciones terrenas (MES).

Las especificaciones de frecuencia para un sistema satelital similar al de la figura 4-14, utilizando el servicio VSAT, se presentan en la tabla 4-4.

Banda de frecuencia de transmisión	14 a 14,5 GHz
Banda de frecuencia de recepción	5,925 a 6,425 GHz
Ancho de banda de frecuencia de recepción VSAT	3,7 a 4,2 GHz
Pasos de afinamiento (<i>tuning</i>) de recepción VSAT	500 MHz
Pasos de afinamiento (<i>tuning</i>) de VCO	pasos de 500KHz
Rango de desplazamiento de frecuencias de transmisión	+ 1,5 MHz
Velocidad de datos TDM o de salida	500 MHz en pasos de 100 KHz
Velocidad de datos TDMA o de entrada	64,3 a 1029,33 Kbps
Ancho de banda de la portadora TDM	96,128, 192, 384 Kbps
Ancho de banda de la portadora TDMA	2,8 x velocidad de datos
	2,8 x velocidad de datos

Tabla 4-4. Especificaciones de frecuencia y velocidad para sistemas VSAT.

En el esquema TDM (*Time Division Multiplexing*), el canal de salida es subdividido para compartir un número de diferentes subcanales definidos en el *Hub*. Por ejemplo, un ancho de banda correspondiente a 80 Kbps puede ser compartido por 30 estaciones. La duración de la trama es de 90 ms. En el sistema TDMA (*Time Division Multiplexing Access*), cada canal de entrada es compartido por las estaciones terrenas, la duración de la trama es de 180 ms. La velocidad de transmisión de las estaciones es de 96 Kbps (opcionalmente se puede transmitir a 192 ó 384 Kbps), a esta velocidad, cada trama tiene una longitud de 2160 bytes. En el sistema TDMA, el tamaño de los *slots* de tiempo definidos para cada estación al

interior de la trama es asignado de forma dinámica de acuerdo a las necesidades actuales de cada estación.

Arquitectura de la red VSAT.

La microestación terrena (MES) VSAT es un nodo de comunicaciones que opera como parte de una red con una facilidad de *Hub* central. Todas las comunicaciones desde y hacia la MES son establecidas a través de canales satelitales utilizando una porción del *transponder* satelital.

La MES utiliza un canal satelital para recibir todos los datos provenientes del *Hub*. Este canal recibe el nombre de canal TDM o de salida. Para transmitir datos hacia el *Hub*, la MES utiliza canales diferentes, denominados canales TDMA o de entrada. Estos canales son distinguidos unos de otros por su radio-frecuencia y por ocupar anchos de banda diferentes en el *transponder* del satélite (ver figura 4-14). El *Hub* central realiza la multiplexación de paquetes y la multiplexación TDM de los datos basándose en el subagrupamiento físicos de las VSATs. La figura 4-15 presenta la forma de operar del *Hub* multiplexor.

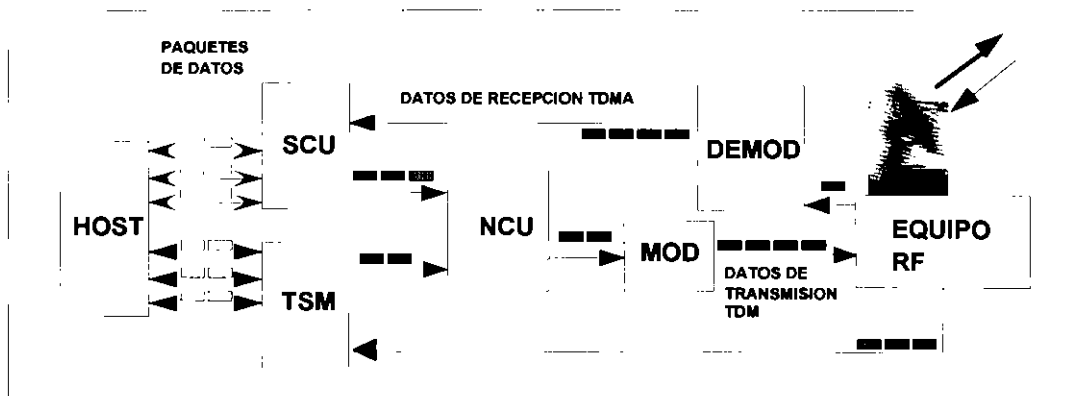


Figura 4-15. Diagrama de bloques funcional del *Hub* de la estación terrena central.

Durante operación normal, la MES es comandada por el *Hub* central para operar a una frecuencia de canal de entrada conocida (llamada canal de entrada regular). Cada canal regular es compartido por múltiples MES, las cuales han sido comandadas por el *Hub* para utilizar la misma frecuencia. Esta compartición de frecuencia se basa en un esquema TDMA con alojamiento dinámico de ancho de banda. Por lo tanto, las transmisiones de la MES en la dirección de entrada son "formateadas" en ráfagas de datos que son transmitidos periódicamente de acuerdo a la capacidad alojada en el *Hub*.

Todas las MES comparten el mismo canal de entrada regular desde una red física la cual es monitoreada y regulada independientemente en el *Hub* utilizando una unidad de procesamiento llamada Unidad de Control de Subred (SCU: *Subnetwork Control Unit*). Cada SCU se conecta a un demodulador de ráfagas, el cual recibe todas las transmisiones de entrada desde las MES, las cuales ocupan el mismo canal regular de entrada.

Existe otro tipo de microestaciones terrenas de mayor capacidad que, al igual que las mencionadas en el párrafo anterior, comparten el mismo canal de salida común TDM, pero utilizan un canal completamente separado denominado Canal Unico Por Portadora (SCPC: *Single Channel Per Carrier*) para sus comunicaciones de entrada. De igual forma, este tipo de MES se comunica a un módulo diferente del *Hub*, denominado Módulo SCPC (TSM: *Transmit SCPC Module*). La unidad de control de red (NCU: *Network Control Unit*) realiza varias funciones tales como multiplexación TDM y sincronización de tramas en la dirección de salida de datos desde el *Hub* .

Cada red puede contener múltiples canales de entrada y cada canal de entrada es asignado a un SCU o a un TSM; por lo tanto, una red con múltiples canales de entrada tendrá múltiples SCUs y/o TSMs en el *Hub* y múltiples frecuencias de canal de entrada. Finalmente, cada microestación terrena logra acceso a los canales TDMA mediante uno de los siguientes métodos⁶:

Modos de Acceso a canales TDMA.

- a) Modo 1: Grupos individuales. TDMA reconfigurable fijo.

En este modo, cada VSAT tiene una ráfaga de datos dedicada de un tamaño definido al interior de la trama. El tamaño de la ráfaga (el cual indica el *throughput* asignado en el VSAT) es definido por el operador del *Hub* y puede ser reconfigurado en cualquier momento. El tamaño de la ráfaga puede ser controlado en pasos de un byte y se puede definir en la trama ranuras (*slots*) o tamaños variables de ráfaga.

- b) Modo 1: Subgrupos compartidos. ALOHA ranurado.

En este modo, una ráfaga de un tamaño específico es dedicado a un grupo de VSATs. De igual forma que en el método anterior, el operador del *Hub* puede variar el

⁶ Tomado de la referencia bibliográfica 21, pg. 20.

tamaño de las ráfagas y asignar a ellas una identificación única (VSAT I.D.). Esto permite el ajuste del tamaño de los *slots* a un tamaño promedio del mensaje de entrada. Ya que la mayoría de las redes reales no son totalmente homogéneas, el tráfico mayor y menor de las VSATs puede ser segregado y agrupado por el operador del *Hub* para mejorar tiempos de respuesta globales así como el *throughput* del tráfico.

Adicionalmente a este Modo 1, existe el denominado Acceso Adaptivo, el cual opera por asignación dinámica del ancho de banda con una de las siguientes técnicas:

c) Modo 2: Dedicado.

En este modo, cada VSAT tiene una ráfaga dedicada que varía desde un tamaño mínimo a uno máximo fijados por el operador.

d) Modo 3: Adaptivo compartido.

En este modo, en lugar de tener un tamaño de ráfaga mínimo independiente especificado por el operador, la VSAT comparte un número común de ráfagas del Aloha ranurado. Cuando el VSAT activo comienza la transmisión, el *Hub* mide los requerimientos de *throughput* de la VSAT de forma adaptiva. De ser necesario, el *Hub* concederá una ráfaga dedicada al VSAT permitiéndole ajustar su tasa de salida al máximo especificado por el operador. Esta capacidad de ráfaga dedicada es eliminada cuando el VSAT disminuye su actividad, entonces la VSAT es regresada a su "piscina" de ranuras ALOHA compartidas y la capacidad de la ráfaga dedicada es puesta a disposición de otra VSAT.

e) Modo 4: Aloha ranurado común con reservación.

En este modo, se especifica un número de ráfagas de igual tamaño (como una "piscina" común) en las cuales las MES son distribuidas de forma randómica. Una MES puede apoderarse de una ráfaga dedicada de un tamaño máximo fijado de acuerdo a su demanda de tráfico. Cuando se encuentra libre, la MES adquiere un estado de capacidad cero y es movida a uno de los *slots* de Modo 4 tan pronto como se reciba el primer byte de datos de la MES.

Para el caso de una red X.25 utilizando PADs en Agencias y nodos X.25 en las Sucursales (las cuales actúan como puntos de concentración de tráfico), el servicio *satelital*

podrá ser implementado como un *backbone* de red para dar mayor confiabilidad entre enlaces entre nodos y/o PADs X.25 tal como indica la figura 4-16.

Puesto que las Sucursales actúan como puntos de concentración del tráfico proveniente de las Agencias de su vecindad o área, será necesario que los enlaces satelitales con la Matriz funcionen como grupos individuales en modo 1, mientras que las Agencias en multipunto podrían compartir los recursos del satélite en modo 3 ó 4.

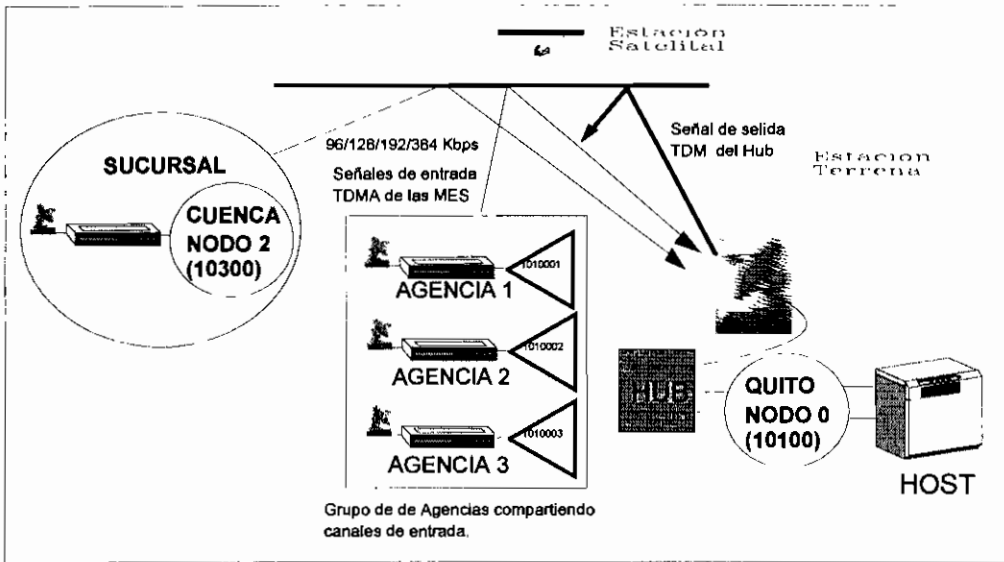


Figura 4-16. Descripción de los componentes asociados a un enlace satelital.

La figura 4-16 presenta un enlace satelital multipunto desde la Matriz Quito hacia la Sucursal Cuenca y varias Agencias. En el lado de la Matriz se ubicará un *Hub*, este *Hub* recibirá la información X.25 tomada del nodo X.25, el cual estará conectado a uno o varios *links* del computador central, los cuales entregarán la información en formato asincrónico "poleable" al sistema. En el nodo se realizará el empaquetamiento de los datos hacia el formato X.25, mientras que el *Hub* se encargará de direccionar los paquetes X.25 hacia la respectiva estación terrena. La microestación terrena estará conectada a un nodo o PAD X.25 que realizará el desempaqueamiento de los datos.

Para lograr un correcto direccionamiento de los paquetes X.25 en la red, el *Hub* tendrá la misma dirección X.25 del nodo y las microestaciones tendrán una identificación VSAT I.D. igual a la dirección X.25 del PAD. En la práctica, el *Hub* no irá en la Matriz ya que el precio de este equipo es demasiado elevado, en su lugar se utilizará el *Hub* provisto por el EMETEL o por la empresa que proporcione el servicio satelital. En la Matriz y en las Sucursales, los nodos se conectarán directamente a los modems satelitales (también

provistos por la empresa que proporcione el servicio de radio) y el direccionamiento de los puertos de *Hub* estará a cargo de tal empresa.

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE MULTIPLEXACIÓN DE VOZ Y DATOS PARA SUCURSALES Y AGENCIAS TIPO

Para la implementación de enlaces de voz y datos para Sucursales y Agencias se debe tomar en cuenta los requerimientos reales del Banco en cuanto a comunicaciones. Es necesario establecer un orden de prioridades con el fin de optimizar el uso de ancho de banda para transmisión de voz y fax. Bajo esta premisa, el Banco de la Producción tiene real interés en lograr la intercomunicación a nivel gerencial entre la Matriz y la Sucursal Mayor (Guayaquil).

De igual manera, es prioridad 2 enlazar los centros de cómputo de la Matriz y Sucursales, con el fin de lograr conexión telefónica directa en casos emergentes o de rutina. La experiencia del Banco de la Producción en uso de EMETEL para comunicaciones telefónicas de voz interregional es realmente mala, y se han dado casos en los que, para realizar chequeos de los equipos remotos con intervención del personal del centro de cómputo de alguna Sucursal, han pasado horas hasta poder lograr el enlace telefónico, lo cual ha causado molestias y pérdida de información.

Como tercera prioridad se puede plantear los enlaces telefónicos desde Sucursales hacia Agencias, enlaces que no deberían ser de mayor calidad en cuanto a la percepción de voz, pues serían utilizados de forma ocasional y por personal técnico en la mayoría de los casos.

Para las necesidades planteadas es posible adoptar una de las soluciones que se presentan a continuación o su combinación:

- a) Multiplexación TDM de voz y datos X.25 hacia Sucursales y Agencias tipos.
- b) Paquetización de la voz mediante paquetizadores X.25 y transmisión simultánea en el formato X.25 de la voz y los datos.

4.2.1 Multiplexación TDM de Voz y Datos X.25 hacia Sucursales Y Agencias Tipos

Para esta solución, puesto que se va a multiplexar el ancho de banda disponible en los enlaces entre Agencias y Sucursales, se deberá disponer de enlaces de alta velocidad (64 Kbps, por ejemplo), si se desea incluir un tráfico de varios canales de voz o voz/fax.

Puesto que los enlaces de voz a nivel gerencial deben tener una calidad aceptable, es recomendable utilizar canales de voz que "ocupen" un ancho de banda igual o superior a 8 Kbps (8K CVSELP: *Codex Vector Sun Excited Linear Prediction*, 9.6K APV: *Advanced Packetized Voice*, 16K CVSELP o ADPCM, 32K ADPCM) especialmente si se trata de enlaces entre centrales telefónicas entre la Matriz y las Agencias.

Para los enlaces hacia Agencias, puesto que la calidad de la voz no es factor importante, puede considerarse, con el fin de "ahorrar" ancho de banda, utilizar razones de compresión de voz que, a pesar de disminuir la calidad de la voz, permitan cierto grado de comunicación bajo condiciones emergentes o comunicaciones rutinarias entre los operadores de los centros de cómputo de las Agencias y las Sucursales, para citar un ejemplo.

Para estos enlaces de menor importancia, es posible utilizar técnicas de compresión de voz tales como LPC: *Linear Predictive Coding* (2.4Kbps y 4.8Kbps).

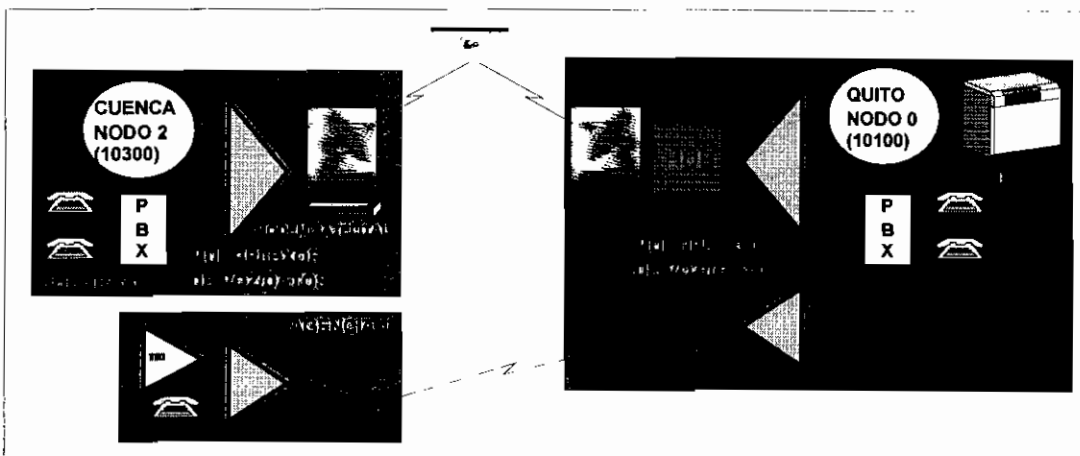


Figura 4-17. Enlaces de voz y datos para una Sucursal y una Agencia utilizando multiplexores de voz/datos.

La figura 4-17 plantea el uso de multiplexores TDM de voz y datos entre la Matriz, una Sucursal tipo y una Agencia tipo. Tal esquema puede ser generalizado para el resto de Sucursales y Agencia. En este caso, no existe optimización del ancho de banda ocupado por

la voz, pues a éste se le asigna una velocidad de transmisión fija (voz digitalizada en bits por segundo) y el tipo de enlace de voz es únicamente punto a punto.

4.2.2 Paquetización de la Voz Mediante Paquetizadores X.25 y Transmisión Simultánea de Voz y Datos con el Formato X.25

Para esta alternativa, se pueden utilizar paquetizadores externos o internos al nodo de conmutación X.25. En el caso de los paquetizadores externos, por cada línea de voz que se desee enviar entre dos puntos, será necesario utilizar un par de paquetizadores de voz, uno a cada extremo de los citados puntos del enlace (por ej. una Sucursal y una Agencia). A diferencia de los enlaces TDM que permiten únicamente enlaces de voz punto a punto, los paquetizadores de voz permiten la inclusión de enlaces alternativos, pues la voz es digitalizada, empaquetada en el formato de los paquetes X.25 y enviada hacia la red X.25.

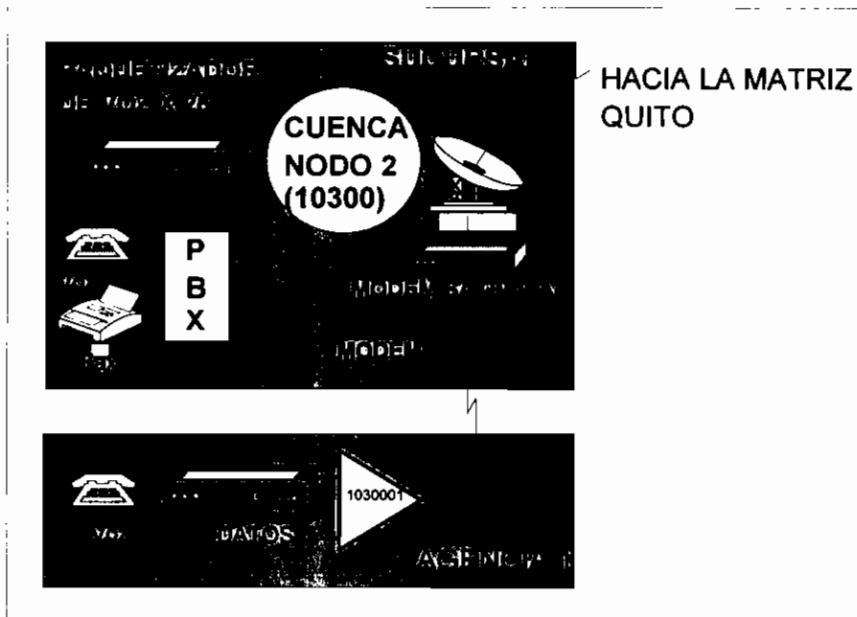


Figura 4-18. Enlaces de voz/datos para una Sucursal y una Agencia con paquetizadores de voz. Un teléfono en la Agencia es conectado como extensión de la PBX de la Sucursal.

La figura 4-18 presenta un enlace entre dos localidades, una Sucursal y una Agencia, utilizando la infraestructura X.25 del Banco. En este caso, uno de los paquetizadores de voz, al sensor una condición de *off-hook* (teléfono levantado), inicia un proceso de *call* hacia el sitio destino (por ejemplo, desde la Agencia hacia la Sucursal). Una vez establecido el circuito virtual entre los dos paquetizadores, dependiendo de la aplicación (teléfono a teléfono, teléfono a central o central a central), el aparato destino timbrará

(teléfono a teléfono destino o central a teléfono destino), o entregará un tono para que el usuario marque la extensión o el número telefónico deseado (teléfono a central destino o central a central destino).

Para este caso, si se desea una conexión entre dos puntos de la red X.25, en los paquetizadores de voz se programa una dirección de destino única, por ejemplo, entre la Matriz y una Agencia situada en Guayaquil. A pesar de que para este ejemplo el enlace de voz es dedicado entre dos puntos, se puede tener múltiples rutas alternativas para lograr la interconexión de voz entre la Agencia 1 y la Matriz, pasando por nodos intermedios, tal como se esquematiza en la figura 4-19, aplicable al Banco de la Producción. En esta figura, por facilidad, no se ha dibujado la Sucursal Ambato, la cual brindaría una cuarta ruta entre la Agencia 1 y la Matriz.

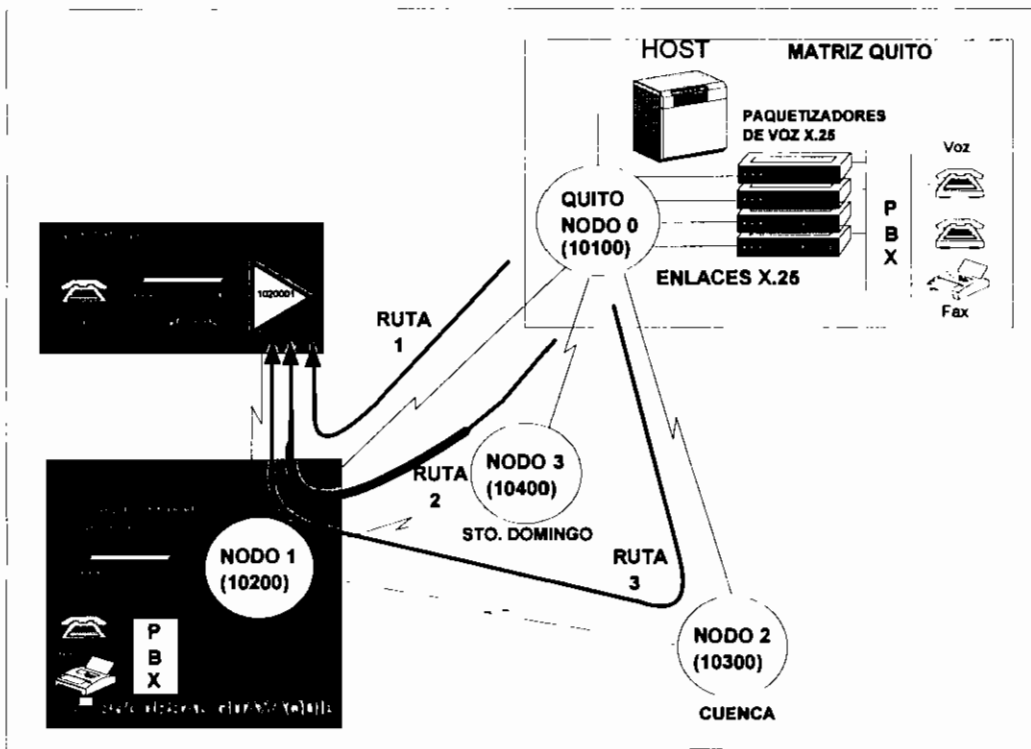


Figura 4-19. Posibles rutas alternativas para una llamada a través de paquetizadores X.25 para una red X.25 con caminos redundantes.

Un factor limitante en este tipo de implementaciones es el tiempo de respuesta de la voz, el cual, a su vez, estará limitado por los retardos presentes en todo el trayecto X.25 por el cual deban cruzar los paquetes que contengan la voz digitalizada. A pesar de esto, puesto que los nodos X.25 utilizan para la formación de sus circuitos virtuales, técnicas de optimización de "camino más cortos" entre dos puntos, tales como las citadas en el capítulo

1, y tomando en cuenta que la red X.25 para el Banco de la Producción no es de mayor complejidad en cuanto a rutas alternativas (tal como se planteó en el número 3.4 de este trabajo de tesis), es posible presentar estos dispositivos como solución para la integración del tráfico de voz y de datos bajo X.25.

Para las Agencias que utilicen enlaces X.25 multipunto, sea con cualquiera de las alternativas planteadas en el numeral 4.1, los paquetizadores de voz pueden utilizar varios dígitos de la secuencia de marcación para identificar la Agencia del multipunto a la que se desea conectar. La figura 4.20 presenta el caso de tres Agencias “multipunteadas” por la Matriz. Para que una llamada proveniente de la Matriz sea enrutada correctamente a su destino se puede utilizar uno o varios dígitos programables por la digitalización previa de los tonos marcados en el teléfono; de acuerdo a estos tonos, el paquetizador de voz construirá la dirección de destino entre las varias del multipunto.

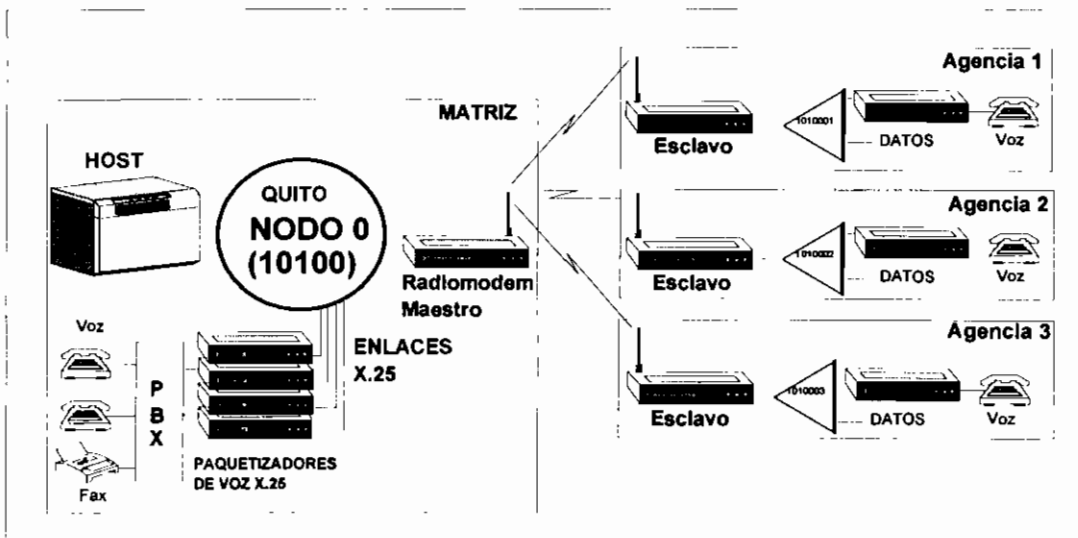


Figura 4-20. Integración del tráfico de voz para las Agencias en topología multipunto. La central telefónica de la Matriz puede ser programada para tener varios puertos de salida de voz paquetizada hacia las Agencias. De acuerdo a los dígitos marcados, los paquetizadores realizan una llamada X.25.

Por ejemplo, para la figura 4-20, para llamar a una Agencia desde la Matriz, el usuario deberá marcar un código de salida hacia los paquetizadores (por ej. el “8”). Al recibir el tono de marcar del paquetizador, el usuario deberá marcar otro código para llamar a la Agencia (por ej. el “1010003” para la Agencia 3). Una vez establecido el circuito virtual, el teléfono remoto timbrará o la central telefónica remota entregará un tono, de acuerdo a lo citado anteriormente.

Si bien la ITU no ha normado el transporte de voz digitalizada sobre enlaces X.25, la mayoría de vendedores que implementan la paquetización de voz en formato X.25 realizan los procesos de establecimiento, transporte y liberación de llamadas, basándose en la condición de auricular levantado (*off-hook*), los tonos multifrecuenciales y la condición de auricular colgado.

Cálculo del número de circuitos de voz soportados por cada enlace X.25.

El número de canales de voz que podrá ser implementado en los nodos X.25 bajo un mismo enlace de datos (por ejemplo, la conexión entre los nodos de la Matriz Quito y la Sucursal Guayaquil) depende de varios factores, entre los cuales los más importantes son:

- Velocidad del enlace.
- Tamaño del paquete de datos que contiene voz digitalizada.
- Número de saltos (*hops*) que el canal de voz (circuito virtual) debe atravesar.
- La cantidad de ancho de banda que el operador desee reservar para datos.
- La capacidad de "desfogue" en paquetes por segundo que el nodo X.25 pueda manejar.
- La tasa de codificación de voz utilizada (por ejemplo 8 Kbps o 16 Kbps CVSELP).

Puesto que a la voz digitalizada se deberá "revestir" con el formato de los paquetes X.25, además de la tasa de digitalización (por ej. 8 Kbps), un paquete de voz utilizará un ancho de banda igual a:

$$BW \text{ voz} = (\text{tamaño del paquete de voz} + \text{overhead X.25}) * 8 / V_m \quad (4.4)$$

Donde:

BW voz : Ancho de banda utilizado por un paquete de voz.

V_m: Velocidad de muestreo (depende del algoritmo de compresión).

Overhead X.25 : 7 bytes en total. 2 bytes de header X.25 nivel 2 (*Address* y *Control*), 2 bytes de FCS de X.25 nivel 2 y 3 bytes de *header* de X.25 nivel 3 (campos GFI, LCGN, LCN, PTI).

Ya que los enlaces entre la Matriz, las Sursales y Agencias del Banco de la Producción dispondrán de anchos de banda entre 28.8 Kbps (con modems V.34) y 64 Kbps (con modems con compresión sincrónica, enlaces de radio o satelitales), es imposible

implementar, desde el punto de vista de rendimiento, uno o más canales de voz utilizando algoritmos PCM (64 Kbps) o ADPCM 32 (32 Kbps), por lo que se ha de elegir algoritmos de compresión de voz capaces de, en un ancho de banda razonable, lograr una calidad de voz aceptable.

La tabla 4-5 presenta una relación entre los diferentes algoritmos y el ancho de banda ocupado bajo el formato X.25, para tamaños de paquetes de voz recomendados.

Algoritmo	Vm (s)	Vsize(bytes)	Psize(bytes)	BW (bps)
8K CVSELP	0,02	21	21+7	11200
16K	0,02	41	41+7	19200
4.8K FAX	0,06	38	38+7	6000
9.6K FAX	0,03	38	38+7	12000

Tabla 4-5. Tamaños de paquete y anchos de banda utilizados para diferentes algoritmos de voz.

Vsize es el tamaño del paquete de voz (dado por el algoritmo de compresión utilizado) y Psize es el tamaño del paquete de voz más el *overhead* X.25 (7 bytes: 3 del *header* de X.25 de nivel 3 y 4 del nivel 2: 1 de *address*, 1 de control y 2 de FCS).

Finalmente, para que la información de voz llegue en "tiempo real", el máximo retardo imperceptible para el oído humano (es decir, retardo entre el codificador de voz de un extremo y el decodificador de voz del otro extremo) es de 100 ms, si este tiempo es excedido, los usuarios de este servicio notarán un retardo que podría ser molesto. Este retardo deberá incluir los retardos de codificación (por ej. 45 ms), retardos de procesamiento en los nodos (por ej. 15 ms por cada nodo que se atraviese), retardos fijos de la red (de acuerdo al medio de transmisión utilizado) y la velocidad de transmisión del enlace.

Puesto que el tráfico de voz debe ser manejado en tiempo real, deberá ser transportado con prioridad sobre el tráfico de datos que el nodo X.25 maneje, pero debido al procesamiento adicional que la voz debe recibir (por las operaciones de codificación y decodificación) se podría considerar que la transmisión de un paquete de voz puede ser retardada en un tiempo equivalente al de la transmisión de dos paquetes de datos.

Adicionalmente, en los paquetizadores de voz suele darse un margen de tolerancia para recibir los paquetes de voz en cuanto a retardos se refiere. Por ejemplo, si se toma un retardo nominal de 100 ms en un sentido, puede asignarse un máximo de 150 ms, luego de los cuales el paquetizador podría desechar los paquetes recibidos, lo cual se reflejaría en una calidad pobre de la señal de voz.

Tomando en consideración los dos párrafos anteriores, se puede calcular la variación de retardo de los paquetes de voz para un enlace entre dos nodos X.25 como:

$$2 * (Dd) + \#C.V. * (Dv) < 150 \text{ ms} \quad (4.5)$$

Donde:

Dd: Retardo de los paquetes de datos.

Dv: Retardo de los paquetes de voz.

#C.V.: Número de Circuitos de voz.

Para determinar el número de circuitos de voz que puede soportar un enlace entre dos nodos X.25 (por ejemplo los nodos X.25 de Quito y Guayaquil, enlazados a una velocidad V en bits por segundo) se puede calcular el retardo de un byte como:

$$D_b = [1/(V/8)] * 1000 \text{ ms} \quad (4.6)$$

donde V es la velocidad del enlace. Por ejemplo para una velocidad de 64 Kbps, el retardo de un byte de datos será $1/(V/8)$, es decir $(1/(64000/8))*1000 \text{ ms} = 0,125 \text{ ms}$, mientras que el retardo de un paquete de datos X.25 de 128 bytes será:

$$D_d = D_b * \text{psize} \quad (4.7)$$

Esto es:

$$D_d = 0,125 \text{ (ms/byte)} * 128 \text{ bytes} = 16 \text{ ms}$$

Si se toma en cuenta el *overhead* del paquete X.25 (es decir 7 bytes + 1 byte de bandera de X.25 de nivel 2) se tendrá un retardo más real como:

$$D_d = D_b * (\text{psize} + \text{overhead}) \quad (4.8)$$

Para el ejemplo de 64 Kbps se tendrá:

$$D_d = 0,125 \text{ (ms/byte)} * (128+7+1) = 17 \text{ ms}$$

Aplicando un procedimiento similar para el paquete de voz X.25 se tiene que la fórmula 4.8 se transforma en:

$$D_v = D_b * (V_{size} + overhead) \quad (4.9)$$

donde V_{size} es el tamaño del paquete de voz de acuerdo a la tabla 4-3. El *overhead* del paquete de datos X.25 es igual para el paquete de voz, por lo que si se supone que se trabaja con el algoritmo 8K CVSELP se obtendrá un retardo del paquete de voz como sigue:

$$D_v = 0,125 \text{ (ms/byte)} * (21+7+1) = 3,62 \text{ ms}$$

Tomando los valores de retardo de paquetes de datos (D_d) y de voz (D_v) se puede obtener el número de circuitos de voz para un enlace de 64 Kbps de acuerdo a la fórmula 4.5:

$$2 * (D_d) + \#C.V. * (D_v) < 150 \text{ ms}$$

$$2 * 17 + \#C.V. * 3,62 < 150 \text{ ms}$$

$$\#C.V. < 32$$

De acuerdo a este resultado, el enlace de 64 Kbps podrá soportar hasta 31 circuitos de voz utilizando el algoritmo de digitalización de voz 8K CVSELP. En general se podría decir que el número máximo de circuitos de voz será:

$$\#maxC.V. = [(150 - 2 * D_d) / D_v] - 1 \quad (4-10)$$

La tabla 4-6 presenta el mismo procedimiento descrito para varias velocidades y varios tamaños de paquetes de datos.

Velocidad del enlace (Kbps)	Retardo de un byte (ms)	Retardo del Paquete de Voz		Retardo del paquete de datos (ms)					
		8K CVSELP (ms)	16K CVSELP (ms)	32 bytes	64 bytes	128 bytes	256 bytes	512 bytes	1024 bytes
19,2	0,4167	12,083	20,417	17	30	56,7	110,0	216,7	430,0
28,8	0,2778	8,056	13,611	11	20	37,8	73,3	144,4	286,7
56	0,1429	4,143	7,000	5,7	10	19,4	37,7	74,3	147,4
64	0,1250	3,625	6,125	5	9	17,0	33,0	65,0	129,0
128	0,0625	1,813	3,063	2,5	4,5	8,5	16,5	32,5	64,5

Tabla 4-6. Cálculo de retardos de paquetes de voz y datos para enlaces de diferentes velocidades y tamaños de paquete.

Con la tabla 4-6 y la fórmula 4.10, es posible establecer el número máximo de circuitos de voz que un enlace puede soportar, de acuerdo al tamaño del paquete de datos y a la velocidad del enlace, lo cual se muestra en la tabla 4-7.

Velocidad del enlace (Kbps)	Número inmediato superior de Circuitos de Voz para tamaños de paquete en bytes					
	32	64	128	256	512	1024
19,2	9	6	2	-7	-24	-60
28,8	15	13	8	-1	-18	-54
56	33	30	26	17	-1	-36
64	38	35	31	22	5	-31
128	79	77	72	64	46	11

Tabla 4-7. Cálculo del número de circuitos de voz para diferentes tamaños de paquete y diferentes velocidades de enlace. Los valores negativos indican condiciones no aplicables.

La tabla 4-7 toma en cuenta un número de saltos de paquete igual a uno, es decir únicamente un enlace entre dos nodos. Para determinar el número de saltos que podría dar un paquete de voz debería calcularse el retardo para cada uno de los enlaces de acuerdo a la fórmula 4.5 y la suma de estos retardos no debería exceder el valor de 150 ms.

4.3 ESTRUCTURA GLOBAL DE LA RED X.25

Tomando en consideración las razones expuestas en los numerales 4.1 y 4.2 se puede determinar el tipo de enlace recomendable para cada una de las Sucursales y Agencias así como el tamaño de paquete y el número de circuitos de voz necesarios. Los enlaces de Voz, debido a la importancia de cada Sucursal y Agencia variarán en número.

Las Sucursales Guayaquil, Cuenca y Santo Domingo, por actuar como centros de concentración de Agencias de paquetes deben implementar enlaces satelitales hacia la Matriz Quito. Estos enlaces satelitales podrán ser realizados con las facilidades de PANAMSAT o de INTELSAT a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones y del EMETEL respectivamente, o directamente con uno de los proveedores de estos servicios en el país, utilizando el *Hub* satelital central del proveedor, pues adquirirlo resultaría demasiado costoso.

Puesto que existe un mayor tráfico de información entre la Matriz Quito y la Sucursal Guayaquil, el enlace entre estos dos puntos deberá tener un ancho de banda *mayor al resto*

de enlaces del Banco. Para garantizar el tráfico de voz y datos con la Matriz en caso de eventualidades que perturben el funcionamiento de los enlaces satelitales, se deberá contar con modems de alta velocidad como respaldo. Estos modems deberán manejar algoritmos de compresión de datos sincrónicos para permitir recuperar el ancho de banda del satélite en su totalidad. Los enlaces de *backup* con modems pueden ser habilitados mediante líneas telefónicas conmutadas o líneas dedicadas.

Puesto que las Sucursales deberán contar con rutas alternativas para el tráfico X.25, se tendrá además de los enlaces satelitales con la Matriz, enlaces terrestres entre sí con modems de alta velocidad (64 Kbps), este es el caso de los enlaces Guayaquil-Cuenca, Guayaquil-Santo Domingo y Guayaquil-Ambato, de conformidad con la figura 3-13 (ver capítulo 3). Debido a que la mayoría de los enlaces terrestres con líneas dedicadas entre Sucursales y Agencias en el Banco de la Producción son altamente confiables, para la implementación de estos enlaces con la tecnología X.25 deberá utilizarse modems de alta velocidad (64 Kbps). Para ciertos enlaces problemáticos como Guayaquil con las Agencias Durán, Mercado Central, Almendros, Puerto Marítimo y Urdesa, puesto que las líneas telefónicas dedicadas continuamente sufren cortes o interrupciones, la solución más viable es el uso de enlaces de radio en configuración multipunto, pues los enlaces de modems multipunto utilizarían la misma infraestructura analógica de líneas dedicadas que actualmente presenta problemas y el costo de la solución satelital no sería justificado para tales Agencias.

Adicionalmente, dependiendo de la confiabilidad de los enlaces, se utilizará un tamaño de paquete mayor o menor. Para enlaces muy confiables como el satelital, es conveniente utilizar tamaños de paquete grandes (por ej. 1024 bytes), además que con esta acción se elimina retardos debidos a un exceso de *overhead* de paquetes pequeños: Los retardos son un factor determinante en los enlaces satelitales para cualquier aplicación en tiempo real como consultas a saldos u operaciones financieras (depósitos y retiros) y peor aún para el tráfico de voz paquetizada.

Finalmente, dependiendo de la importancia de la Sucursal o Agencia se debe asignar un número coherente de canales de voz y un tamaño de paquete que permita implementar estos canales de voz. Considerando los valores obtenidos en la tabla 4-7 se asignarán 5 canales de voz para los enlaces de 64 Kbps entre Sucursales con tamaños de paquete de 512 bytes. Puesto que existe mayor demanda de tráfico de voz entre Quito y Guayaquil, para este enlace se asignarán 11 enlaces de voz. A pesar de que los enlaces con

Agencias a 64 Kbps utilizan tamaños de paquete de 128 bytes, lo cual permitiría tener 31 enlaces de voz, no es necesario implementar tantos enlaces de voz; las necesidades de Agencias estarán cubiertas únicamente con dos enlaces de voz, una para la Gerencia y otra para el departamento de sistemas.

Para el caso de las Agencias en topología multipunto con enlaces de 64 Kbps, puesto que en realidad el ancho de banda sería compartido entre el número de Agencias del multipunto, debido a la forma de operar de los algoritmos de *poll/select*, no es conveniente dar más que un canal de voz para estas Agencias; este canal deberá ser compartido por la Gerencia y por el departamento de sistemas por medio de una extensión telefónica. Estos resultados se reflejan en la tabla 4-8.

Enlace	Medio de transmisión		Velocidad (Kbps)	Tamaño de paquete	#Circuitos de voz
	Principal	Backup			
Quito-Guayaquil	Satélite	Modem	128 Kbps	1024	11
Quito-Cuenca	Satélite	Modem	64 Kbps	512	5
Quito-Sto.Dom	Satélite	Modem	64 Kbps	512	5
Quito-Ambato	Satélite	Modem	64 Kbps	512	5
Guayaquil-Cue	Modem	Modem	64 Kbps	512	5
Guayaquil-Sto.Dom.	Modem	Modem	64 Kbps	512	5
Guayaquil-Ambato	Modem	Modem	64 Kbps	512	5
Quito-Agencias	Modem	Modem	64 Kbps	128	2
Cuenca-Agencias	Modem	Modem	64 Kbps	128	2
Guayaquil-9 de Octubre	Modem	Modem	64 Kbps	128	2
GYE-Durán	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1
-Mercado C.	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1
-Garzota	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1
GYE-Almendros	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1
-P.Marítimo	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1
-Urdesa	Radio Multipunto	Modem	64 Kbps	128	1

Tabla 4-8. Determinación del tipo y velocidad del enlace así como del número de circuitos de voz para la Matriz, las Agencias y las Sucursales.

Puesto que la implementación de la red X.25 del Banco de la Producción debe ser lo más transparente posible para los usuarios, se deben establecer los pasos ha seguir para que esto sea posible:

- a) Instalación de los Nodos de la Matriz y las Sucursales.

Para ello se utilizaría como medio de transmisión el sugerido de acuerdo al caso, por la tabla 4-8. Los Nodos X.25 deberán contar con el número suficiente de puertos para cubrir las aplicaciones de terminales financieras, terminales administrativas y cajeros automáticos

(ATM's) actuales (bajo ISO-Asincrónico) y contar con el software necesario para la migración (X.25, SDLC y multipunto X.25). Adicionalmente deberán contar con puertos para los enlaces hacia las Agencias de su periferia y para la interconexión de sucursales, de acuerdo a la figura 3-13 (ver capítulo 3). Las Tablas 4-9, 4-10, 4-11 y 4-12 presentan la disposición de puertos para los Nodos X.25 de la Matriz y las Sucursales.

b) Instalación de Agencias.

Se utilizarán las líneas actuales ISO-asincrónicas para las terminales financieras y administrativas y enlaces SDLC para los cajeros automáticos utilizando como protocolo de red el protocolo X.25 y tomando en cuenta la tabla 4-8 para la implementación de los enlaces. Las tablas 4-13 y 4-14 presentan la distribución de puertos tanto para Agencias enlazadas con topología punto a punto así como para aquellas operando en multipunto.

c) Establecimiento de un laboratorio en la Matriz.

Para desarrollar o modificar cualquier aplicación bancaria del paquete bancario COBIS que el Banco adquirió para la migración de software.

d) Instalación del nuevo sistema bancario en una Agencia piloto.

En esta fase, el Nodo X.25 de la Matriz deberá realizar la conversión ISO-Asincrónica a X.25 pues en la Matriz todavía se utilizará el computador NCR 10000 y en la Agencia se trabajará con el nuevo sistema bancario operando con el protocolo X.25.

e) Instalación masiva del nuevo sistema en la Matriz y en las Sucursales y Agencias.

f) Instalación del computador X.25 que sustituirá al *Host* NCR 10000.

En esta fase se realizará paralelamente la migración de las aplicaciones en forma progresiva desde el computador NCR 10000 hasta el nuevo computador X.25.

g) Eliminación progresiva de los enlaces ISO-Asincrónicos:

Se eliminarán los enlaces con el protocolo ISO-Asincrónico citados en las tablas 3-5, a 3-14.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Guayaquil	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P2	Guayaquil	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P3	Cuenca	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P4	Sto. Domingo	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P5	Ambato	Satélite	V.36	X.26	Enlace de alta velocidad
P6	Host	Directo	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P7	Server Home Banking	Directo	RS-232	X.25	
P8	Server ATM's	Directo	RS-232	X.25	Conversión ISO a SDLC para ATM's
P9	Server de BANRED	Directo	RS-232	SDLC	Conectado al Stratus de Banred
P10	Ag. Centro	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P11	Ag. Cumbayá	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P12	Ag. Aeropuerto	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P13	Ag. San Bartolo	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P14	Ag. Norte	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P15	Ag. El Inca	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P16	Ag. Buenavista	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P17	Ag. Multicentro	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P18	Ag. Amazonas	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P19	Ag. Machachi	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P20	Ag. Tumbaco	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P21	Ag. Calderón	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P22	Ag. Vencedores	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P23	Ag. Tanasa	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P24	Link 1: Multicentro	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P25	Link 3: Sto. Dom.	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P26	Link 4: Centro	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P27	Link 5: Amazonas	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P28	Link 6: 9 de Octubre	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P29	Link 7: El Inca	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P30	Link 8: Norte	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P31	Link 9: M. Central/Garzota	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P32	Link 10: Durán	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P33	Link 12 Vencedores	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P34	Link 13: Tumbaco	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/enlace de voz
P35	Link 14: San Bartolo	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P36	Link 15: Machachi	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P37	Link 17: Buenavista	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P38	Link 19: Cuenca	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P39	Link 21: Aeropuerto	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P40	Link 23: Calderón	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P41	Link 24: Guayaquil	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración (Wave LAN)
P42	Link 25: Guayaquil	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración (Token Ring)
P43	Link 27: Tanasa	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P44	Link 28: Almendros	Directo	RS-232	ISO-Asyn	Etapa de migración/crecimiento
P45-P49	Home Banking	Dial-up	RS-232	Asincrónico	Pool de modems
P50	Backup Cuenca	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace Satelital
P51	Backup Sto. Domingo	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace Satelital
P52	Backup Ambato	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace Satelital
P53	Administrador de red	Directo	RS-232	X.25	Puerto de control
P54	ATM de la Matriz	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático

Tabla 4-9. Distribución de puertos para el Nodo X.25 de Quito. Los puertos utilizados en la etapa de migración (21 en total) podrán ser reutilizados al terminar la misma, para crecimiento.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Quito	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P2	Quito	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P3	Santo Domingo	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P4	Cuenca	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P5	Ambato	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P6	Backup Ag. Urdesa	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace de radio
P7	Backup Ag. P. Marítimo	Dial-up	RS-232	X.26	Backup del enlace de radio
P8	Backup Ag. Garzota	Dial-up	RS-232	X.27	Backup del enlace de radio
P9	Backup Ag. Almendros	Dial-up	RS-232	X.28	Backup del enlace de radio
P10	Backup Ag. M. Central	Dial-up	RS-232	X.29	Backup del enlace de radio
P11	Backup Ag. Durán	Dial-up	RS-232	X.30	Backup del enlace de radio
P12	Ag. 9 de Octubre	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P13	Durán/M. Central/ Gerzota	Radio	RS-232	MX.25	Enlace Multipunto X.26
P14	Almendros/P. Marítimo/Urdesa	Radio	RS-232	MX.25	Enlace Multipunto X.25
P15	ATM Sucursal Guayaquil	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P16	ATM Sucursal Guayaquil	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P17	Banred	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P18	Red Wave Lan	Directo	RS-232	ISO-Async	Migración (Link 24)/Servidor X.25
P19	Red Token Ring	Directo	RS-232	ISO-Async	Migración (Link 25)/Servidor X.25
P20	Control de red	Directo	RS-232	X.25	Terminal de control
P21-P25	Home Banking	Dial-up	RS-232	Asincrónico	Pool de modems
P26-P30	Libres	-	-	-	Crecimiento/ enlaces de voz

Tabla 4-10. Distribución de puertos para el Nodo X.25 de Guayaquil.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Quito	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P2	Guayaquil	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P3	Ag. El Vergel	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P4	Backup Sucursal Quito	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace satelital
P5	ATM Sucursal Cuenca	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P6	Terminales Financieras/Adm.	Directo	RS-232	ISO-Async	Etapas de migración (Link 19)
P7	Control de red	Directo	RS-232	X.25	Terminal de control
P8-P12	Home Banking	Dial-up	RS-232	Asincrónico	Pool de modems
P13-P18	Libres	-	-	-	Crecimiento/enlaces de voz

Tabla 4-11. Distribución de puertos para el Nodo X.25 de Cuenca.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Quito	Satélite	V.35	X.25	Enlace de alta velocidad
P2	Guayaquil	Línea dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P3	Backup Sucursal Quito	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace satelital
P4	ATM Sucursal	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P5	Terminales Financieras/Adm.	Directo	RS-232	ISO-Async	Etapas de migración (Link 3)
P6	Control de red	Directo	RS-232	X.25	Terminal de control
P7-P10	Home Banking	Dial-up	RS-232	Asincrónico	Pool de modems
P11-P18	Libres	-	-	-	Crecimiento/Enlaces de voz

Tabla 4-12. Distribución de puertos para los Nodos X.25 de Sto. Domingo y Ambato.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Sucursal o Matriz	Línea Dedicada	RS-232	X.25	Modems con backup automático
P2	Servidor de Agencia	Directo	RS-232	X.25	Servidor X.25
P3	ATM Agencia	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P4	Control de red	Directo	RS-232	X.25	Terminal de control
P5	Terminales Financieras/Adm.	Directo	RS-232	ISO-Async	Etapas de migración/enlace de voz
P6	Libre	-	-	-	Crecimiento/enlace de voz

Tabla 4-13. Distribución de puertos para los PADs X.25 de Agencias con enlaces de modems.

Puerto	Enlace	Tipo	Interfaz	Protocolo	Comentarios
P1	Sucursal o Matriz	Radio	RS-232	MX.25	Enlace Multipunto X.26
P2	Servidor de Agencia	Directo	RS-232	X.25	Servidor X.25
P3	ATM Agencia	Directo	RS-232	SDLC	Cajero Automático
P4	Control de red	Directo	RS-232	X.25	Terminal de control
P5	Terminales Financieras/Adm.	Directo	RS-232	ISO-Async	Etapa de migración/enlace de voz
P6	Backup hacia la Sucursal	Dial-up	RS-232	X.25	Backup del enlace de radio

Tabla 4-14. Distribución de puertos para los PADs X.25 de Agencias con enlaces de radiomodems.

h) Implementación de enlaces de voz entre la Matriz y las Sucursales.

Esta implementación se realizará de acuerdo a la tabla 4-8. En la fase anterior se liberarán 21 puertos del nodo de Quito (Puertos 24 al 44) ocupados para llevar el sistema ISO-Asincrónico a la Agencias y Sucursales, 11 de esos puertos (puertos del 24 al 34) serán ocupados para conectar los paquetizadores de voz X.25 de acuerdo a la tabla 4-8 y los restantes 10 (puertos 35 al 44) servirán para aplicaciones futuras o para crecimiento hacia nuevas Agencias y/o Sucursales.

En el nodo de Guayaquil, los puertos 18 y 19 serán utilizados en la etapa "e" para la conexión a los servidores X.25 tanto de la red *WAVE LAN (Ethernet)* inalámbrica) como de la red *Token Ring* de esta Sucursal. Los puertos del 26 al 30 podrán ser utilizados para conectar los paquetizadores de voz, de acuerdo a la tabla 4-8. Puesto que la Sucursal Guayaquil es la más importante, si bien inicialmente se propone un Nodo X.25 de 30 puertos, este nodo deberá poder crecer de forma modular, por ejemplo en pasos de 6 puertos hasta 54 puertos o más, dependiendo del ritmo de crecimiento del número de Agencias en Guayaquil.

Para los nodos de Cuenca, Santo Domingo y Ambato se hacen iguales consideraciones, tal como lo indican las tablas 4-11 y 4-12. De igual forma que en el nodo X.25 de Guayaquil, los nodos X.25 de Cuenca, Santo Domingo y Ambato deberán tener la posibilidad de crecimiento en pasos de 6 puertos, por ejemplo hasta 54 puertos, dependiendo del crecimiento de estas Sucursales y del número de Agencias de su periferia.

Los PADs X.25 para las Agencias en disposición punto a punto deberán permitir la integración de dos canales de voz, de acuerdo a la tabla 4-8, por lo que los puertos 5 (liberados en la etapa "e") y 6 de estos PADs podrán ser utilizados en esta etapa para conectar los paquetizadores de voz. El puerto 5 (liberado en la etapa "e") de los PADs en estructura multipunto podrá ser utilizado en esta etapa para la conexión del paquetizador de voz, tal como lo indicó la figura 4-20.

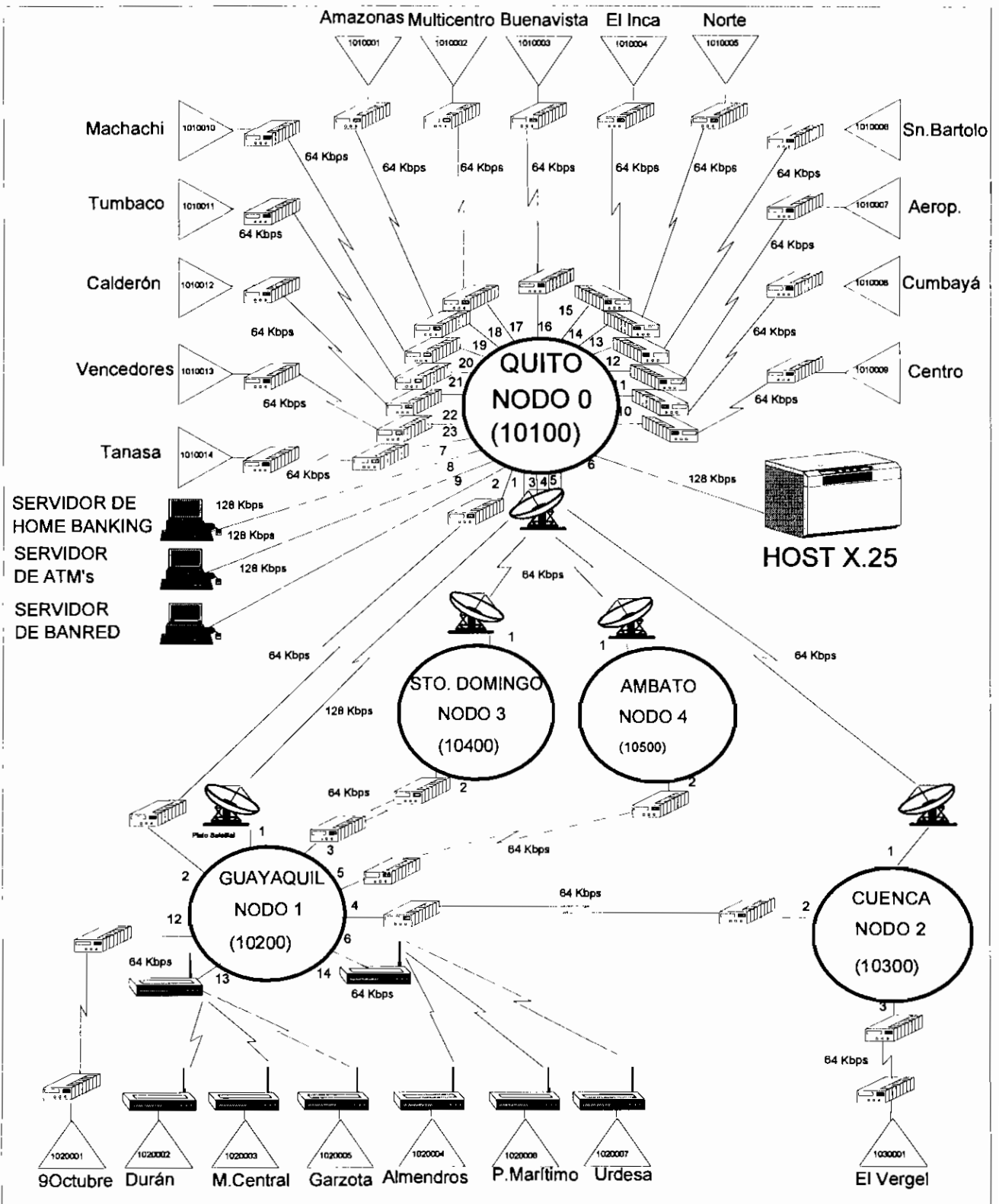


Figura 4-21. Diagrama general de la red X.25 para el Banco de la Producción.

La figura 4-21 presenta el diagrama de la red, al finalizar la etapa de migración hacia X.25.

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE PAQUETES A IMPLEMENTAR

Puesto que la red propuesta para el Banco de la Producción consta de varios elementos tales como equipos de transmisión de datos (modems, radiomodems), equipos de conmutación (Nodos y PADs X.25) así como equipos de empaquetamiento de voz (paquetizadores de voz X.25) y además de varios medios de transmisión (enlaces telefónicos conmutados y dedicados, enlaces de radio y enlaces satelitales), es conveniente realizar un cálculo de los costos de todos estos elementos sin descuidar costos adicionales que deben ser tomados en cuenta. Entre estos costos se debe incluir los de instalación de la red, los de mantenimiento y operación de la red, así como costos de estudios de ingeniería para la asignación de frecuencias en el caso de los enlaces de radio. En los siguientes numerales se presentará, de la manera más exacta posible el desgloce de estos costos. Todos los costos han sido transformados a dólares de norteamérica con el fin de que el estudio no pierda actualidad, considerando una cotización de 2.800 sucres por dólar (noviembre de 1995) para aquellos rubros que se establezcan en sucres y requieran ser transformados a dólares.

4.4.1 Costos de los Equipos de la Red

Bajo este concepto se encasillan los costos de todos los equipos de hardware de la red, así como las opciones de software necesarias para manejar los protocolos que el Banco de la Producción necesita manejar. Las tablas 4-15 a 4-19 presentan el desgloce de equipos, con precios unitarios, subtotales y totales⁷.

⁷ Los precios del hardware de comunicaciones han sido tomados de un promedio entre los ofrecidos por las compañías UNIPLEX, ISEYCO, COASIN, MICRONEX, TRANSMIDATOS y TRANSDATEL.

Cant.	Descripción	LOCAL Unitario	LOCAL Subtot.
	Nodo Quito:		
1	Nodo X.25 de 54 puertos: 4 puertos V.35 y 50 puertos RS-232 (ver tabla 4-9). Soporte de Software X.25, Asíncronico, SDLC, ISO-Asíncronico. Memoria Flash, backup automático. CPU redundante, fuente de poder redundante. Crecimiento modular en pasos de 6 puertos.	54.180	54.180
	Nodo Guayaquil:		
1	Nodo X.25 de 30 puertos: 1 puerto V.35 y 29 puertos RS-232 (ver tabla 4-10). Soporte de Software X.25, Multipunto X.25 (MX25), Asíncronico, SDLC, ISO-Asíncronico. Memoria Flash, backup automático. CPU redundante, fuente de poder redundante. Crecimiento modular en pasos de 6 puertos.	37.000	37.000
	Nodos X.25 para Cuenca, Santo Domingo y Ambato:		
3	Nodo X.25 de 18 puertos: 1 puerto V.35 y 29 puertos RS-232 (ver tabla 4-10). Soporte de Software X.25, Asíncronico, SDLC, ISO-Asíncronico. Memoria Flash, backup automático. CPU redundante, fuente de poder redundante. Crecimiento modular en pasos de 6 puertos.	24.660	73.980
	PADs para Agencias de Quito (14 en total), Agencia 9 de Octubre en Guayaquil y Agencia el Vergel en Cuenca:		
16	PAD X.25 de 6 puertos (ver tabla 4-13). Soporte de Software X.25, SDLC, Asíncronico, ISO-Asíncronico. Memoria Flash, backup automático. CPU redundante, fuente de poder redundante. Standalone (sin crecimiento).	6.080	97.280
	PADs para Agencias multipunto de Guayaquil (6 en total).		
6	PAD X.25 de 6 puertos (ver tabla 4-13). Soporte de Software X.25, Soporte de Software X.25, Multipunto X.25 (MX25), Asíncronico, SDLC, ISO-Asíncronico. Memoria Flash, backup automático. CPU redundante, Standalone (sin crecimiento).	6.580	39.480
SUBTOTAL NODOS Y PADs X.25. US\$:			301.920

Tabla 4-15. Desglose de precios para Nodos y PADs X.25.

Cant.	Descripción	Local Unitario	Local Subtot.
	Equipos de radio para el enlace Multipunto Sucursal Guayaquil-Durán, Mercado Central, Garzota:		
1	Radio Master, 64 Kbps. Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	5.000	5.000
3	Radio Esclavo, 64 Kbps. Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	5.000	15.000
1	Estación repetidora (dos radios de 64 Kbps espalda-espalda). Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	10.000	10.000
6	Antena Yagi de 11 dB de ganancia. Una para el radio master, 3 para los radios esclavos y 2 para la repetidora.	250	1.500
	Equipos de radio para el enlace Multipunto Sucursal Guayaquil-Almendros, Puerto Marítimo y Urdessa:		
1	Radio Master, 64 Kbps. Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	5.000	5.000
3	Radio Esclavo, 64 Kbps. Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	5.000	15.000
1	Estación repetidora (dos radios de 64 Kbps espalda-espalda). Frecuencias de operación acordes a la tabla 4-1.	10.000	10.000
6	Antena Yagi de 11 dB de ganancia. Una para el radio master, 3 para los radios esclavos y 2 para la repetidora.	250	1.500
SUBTOTAL EQUIPOS DE RADIO. US\$:			63.000

Tabla 4-16. Desglose de precios para equipos de radio.

Cant.	Deecripción	Local Unitario	Local Subtot.
	Equipoe de la Matriz Quito: Encapsulado para anidar modeme tipo tarjeta:		
1	Rack de 21 pulgadas para modeme tipo tarjeta. Fuente de poder redundante, Panel posterior para 16 modeme, capacidad de crecimiento modular.	5.000	5.000
	Modems locales para enlaces Quito-Sucursales (4) y Quito-Agencias (14). (Ver la tabla 4-9):		
18	Modem V.34/V.32bis/V.42bis. Compresión de datos que le permita operar a velocidades de 64 Kbps o más en modo síncronico y asíncronico, 2/4 hilos líneas conmutadas y dedicadas, backup automático, corrección de errores, compresión de datos, etc (ver numeral 3.5.2). Tipo tarjeta.	2.200	39.600
	Equipos de la Sucursal Guayaquil: Encapsulado para anidar modeme tipo tarjeta:		
1	Rack de 21 pulgadas para modems tipo tarjeta. Fuente de poder redundante, Panel posterior para 16 modeme, capacidad de crecimiento modular.	5.000	5.000
	Modems locales para enlaces Guayaquil-Matriz (1), Guayaquil-Sucursales (3), Gueyaquil-Agenciae (7) y Guayaquil-Banred. (Ver la tabla 4-10):		
12	Modem V.34/V.32bis/V.42bis. Compresión de datos que le permita operar a velocidades de 64 Kbps o más en modo síncronico y asíncronico, 2/4 hilos líneas conmutadas y dedicadas, backup automático, corrección de errores, compresión de datos, etc (ver numeral 3.5.2). Tipo tarjeta.	2.200	26.400
	Modems Standalone para las Sucursales Cuenca, Ambato y Sto. Domingo, Agencias de Quito (14), Guayaquil (7) y Cuenca (2): uno en la Sucursal y otro an la Agencia el Vergel. (Ver tablas 4-8, 4-11, 4-12, 4-13 y 4-14):		
26	Modem V.34/V.32bis/V.42bis. Compresión de datos que le permita operar a velocidades de 64 Kbps o más en modo síncronico y asíncronico, 2/4 hilos líneas conmutadas y dedicadas, backup automático, corrección de errores, compresión de datos, etc (ver numeral 3.5.2). Tipo standalone.	2.200	57.200
	Modems para Home Banking en Quito (5), Guayaquil (5), Cuenca (5), Sto. Domingo (4) y Ambato (4):		
23	Modem V.34/V.32bis/V.42bis. Velocidades síncronicas entre 300 y 28.800 bps y entre 300 y 115.200 bps en modo asíncronico, líneas conmutadas a 2 hilos, corrección de errores, compresión de datos, etc (ver numeral 3.5.2). Tipo standalone.	400	9.200
SUBTOTAL MODEMS. US\$:		142.400	

Tabla 4-17. Desgloce de precios para modems.

Cant.	Descripción	Local Unitario	Local Subtot.
	Paquetizadores de Voz para Quito (11), Guayaquil (5), Cuenca (5), Ambato (5), Sto. Domingo (5). Agencias de Quito (28), Agencias de Guayaquil en configuración multipunto (6), Agencia 9 de Octubre (2) y El Vergel (2). Ver tabla 4-8:		
69	Paquetizador de Voz X.25. Velocidad de digitalización de 8 Kbps. Soporte SNMP para control Integral de red. Panel frontal inteligente para configuración de parámetros y facilidades de test. Puerto RS-232 para voz digitalizada (X.25) y RJ-11/E&M/Tie line para voz analógica.	1.400	96.600
SUBTOTAL PAQUETIZADORES DE VOZ. US\$:		96.600	

Tabla 4-18. Desgloce de precios para paquetizadores de voz.

Cant.	Descripción	Local Unitario	Local Subtot.
Otros elementos:			
1	Controlador de red SNMP (ver las especificaciones del numeral 3.5.3).	10.000	10.000
Racks de comunicaciones para Quito y Guayaquil:			
2	Rack de 70 pulgadas estándar para andar equipos de comunicación.	700	1.400
Patch Panels (monitoreadores de líneas analógicas) para Quito y Guayaquil:			
2	Panel de monitoreo de líneas analógicas. 16 puertos telefónicos de 4 hilos o 32 puertos de 2 hilos. Montable en rack.	1.400	2.800
EIA Patch Panels (monitoreadores de datos) para Quito y Guayaquil:			
2	Panel de monitoreo de puertos RS-232. 16 canales. Montable en rack.	2.400	4.800
Analizador de protocolos portable, para Quito y Guayaquil:			
2	Analizador de protocolos X.25, SDLC, asíncronico, interfaz RS-232 y V.35.	1.700	3.400
SUBTOTAL OTROS. US\$:			22.400

Tabla 4-19. Desglose de precios para otros elementos necesarios en la red WAN.

La tabla 4-20 presenta un resumen de los costos de hardware.

Descripción	Subtotal (dólares)
Nodos y PADs	301.920
Radiomodems	63.000
Modems	142.400
Paquetizadores de voz	96.600
Otros elementos	22.400
Total Costos de Hardware	626.320

Tabla 4-20. Resumen de costos de hardware.

4.4.2 Costos de los Enlaces entre Sucursales y Agencias

Bajo este concepto se agrupan los costos por enlaces de líneas telefónicas conmutadas y dedicadas necesarias en los enlaces, así como los costos por renta de enlaces satelitales y costos de utilización de frecuencias para los enlaces de radio. Puesto que el Banco de la Producción ya posee enlaces de líneas dedicadas hacia todas las Agencias y Sucursales en mención, los costos por este concepto no incidirán en el índice beneficio/costo, que será calculado más adelante con el fin de evaluar la rentabilidad del proyecto, es por esto que únicamente se citará como referencia.

Para el cálculo de estos costos se han tomado datos proporcionados por la Dirección de Comercialización del EMETEL de acuerdo al Registro Oficial No. 403 del 21 de Marzo de 1994 para los enlaces telefónicos dedicados y conmutados; por la Superintendencia de Telecomunicaciones de acuerdo al Registro Oficial No. 126 del 10 de febrero de 1993 para los enlaces de radio y los satelitales. Los registros oficiales indicados fueron emitidos con el fin de cumplir con los requerimientos de la Ley Especial de Telecomunicaciones suscrita por el Plenario de las Comisiones Legislativas del Congreso Nacional, de acuerdo al Registro Oficial N° 996 del 10 de agosto de 1992. Todos los costos han sido considerados para las tasas vigentes en agosto de 1995 y para una cotización del dólar igual a 2.800 (noviembre de 1995).

Costos de enlaces telefónicos dedicados a 2 hilos (enlaces urbanos).

Los costos que a continuación se presentan corresponden al "Régimen de Tasas y Tarifas para los Servicios de Telecomunicaciones prestados por el EMETEL", de acuerdo al Registro Oficial N° 403:

El servicio de Circuitos de Tipo Telefónico Permanentes Locales del EMETEL, de acuerdo al numeral 5.1.1.1 del Registro Oficial N° 403 establece el pago de 200.000 sucres por concepto de derecho de inscripción por cada extremo del circuito dentro de la Zona Urbana. Adicionalmente se pagará un valor de 20.000 sucres por cada paso de central, a partir del segundo paso. Sobre el valor que resulte de esta operación se cobra una tasa del 10% de impuesto. De acuerdo a esto, un enlace local formado por dos circuitos (uno a cada extremo) y que pase por una o dos centrales del EMETEL deberá pagar un costo de inscripción de:

Derechos de Inscripción para enlaces locales: $400.000 + 10\% = 440.000$

Este valor resulta de la contratación de un par o canal telefónico local (2 hilos), lo cual es suficiente para enlaces locales, tomando en cuenta que los modems de última tecnología pueden trabajar a dos hilos full duplex.

La pensión mensual para este servicio, dentro del área de una central, tiene un valor de 50.000 sucres por cada extremo del enlace más 20.000 sucres por cada paso de central a partir de la segunda más el 10% de impuestos por servicio. Por ejemplo para un enlace entre la Matriz del Banco de la Producción y la Agencia Buenavista, por dos hilos telefónicos

se deberá pagar 100.000 + 10%. La Tabla 4-21 presenta los costos por enlaces locales del Banco de la Producción, de acuerdo a la central local del EMETEL a la cual se hallan conectadas⁸.

Agencia	# de hilos	Central EMETEL	# de pasos de centrales	Costo mensual (Suces)	Costo mensual (Dolares)
Centro	2	Centro	2	100.000	35,71
Aeropuerto	2	Iñaquito	1	100.000	35,71
Sn. Bartolo	2	Guajaló	4	140.000	50,00
Norte	2	La Luz	1	100.000	35,71
El Inca	2	La Luz	1	100.000	35,71
Buenavista	2	Iñaquito	1	100.000	35,71
Multicentro	2	M. Sucre	1	100.000	35,71
Amazonas	2	M. Sucre	1	100.000	35,71
Calderón	2	Carapungo	4	140.000	50,00
Tanasa	2	Guajaló	4	140.000	50,00
Vencedores	2	Pintado	4	140.000	50,00
9 Octubre	2	Centro	1	100.000	35,71
El Vergel	2	Centro	1	100.000	35,71
Total:					521,43
TOTAL + 10% de impuestos por Servicio:					573,57

Tabla 4-21. Desglose de costos mensuales por líneas dedicadas locales.

La tabla 4-21 toma en cuenta únicamente aquellos enlaces que se mantendrían con líneas dedicadas, de acuerdo a la figura 4-21. Las Agencias que no constan en esta tabla (Cumbayá, Machachi, Calderón y Tumbaco), utilizan enlaces de microonda (4 hilos) por lo que reciben igual trato en cuanto a tarifas, que los enlaces interregionales. Las Agencias de Guayaquil (excepto 9 de Octubre) utilizarán enlaces de radio.

Costos de enlaces telefónicos dedicados a 4 hilos (enlaces interregionales).

El servicio de Circuitos de Tipo Telefónico Permanentes Nacionales del EMETEL, de acuerdo al numeral 5.1.1.2 del Registro Oficial N° 403 se establece el pago de 200.000 suces por concepto de derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional (4hilos, dos de transmisión y dos de recepción), valor al cual deberá sumarse el derecho de inscripción de cada uno de los circuitos locales. Sobre el valor que resulte de esta operación se cobra una tasa del 10% de impuesto.

Por ejemplo, para el enlace entre la Matriz del Banco de la Producción y la Sucursal Guayaquil, se pagará un valor de 400.000 suces de inscripción del circuito nacional (200.000 por cada extremo: Quito y Guayaquil), 800.000 del tramo entre la Central del

⁸ Para una descripción de las centrales locales del EMETEL, referirse al Anexo 11.

EMETEL (dos pares, uno de transmisión y otro de recepción) y la Matriz y 800.000 (dos pares) del tramo entre la Central del EMETEL y la Sucursal, es decir 2'00.000 + 10%. En este caso se cobra el circuitos telefónico del enlace inter-regional (2 pares) y 8 circuitos de enlaces locales, 4 en Quito (dos para transmisión y dos para recepción) y 4 en Guayaquil. En general, los derechos de inscripción de los enlaces nacionales pueden ser calculados de la siguiente forma:

Derechos de Inscripción para enlaces nacionales:

$$(400.000 + 200.000 * \# \text{ de circuitos locales}) + 10\%$$

Adicionalmente a estos costos de inscripción, se estipula una pensión mensual que, al tratarse de líneas telefónicas dedicadas o permanentes, varía de acuerdo a la distancia contratada y se factura de acuerdo a la siguiente tabla (Registro Oficial N° 403):

Distancia (Km)	Pensión Mensual (SUCRES)
Hasta 50	720.000
Entre 50 y 150	1'200.000
Entre 150 y 300	1'800.000
Más de 300	2'400.000

En estos valores se incluye el costo del servicio local. Por ejemplo, para el enlace Quito-Guayaquil del Banco se pagará una tasa mensual de 1'800.000 por canal telefónico (4 hilos) + 25% de impuestos por servicio. Igual trato reciben los enlaces de microonda a 4 hilos al interior de las ciudades. La Tabla 4-22 presenta los costos por líneas dedicadas nacionales y de microondas del Banco de la Producción.

Enlace	Tipo de enlace	Costo (Suces)	Costo (Dolares)
Quito-Guayaquil	interregional	1.800.000	642,86
Guay.-Sto.Domingo	interregional	1.800.000	642,86
Guayaquil-Cuenca	interregional	1.800.000	642,86
Guayaquil-Ambato	interregional	1.800.000	642,86
Quito-Calderón	microonda	720.000	257,14
Quito-Cumbayá	microonda	720.001	257,14
Quito-Tumbaco	microonda	720.002	257,14
Quito-Machachi	microonda	720.003	257,14
Total:			3600,00
TOTAL + 25% de impuestos por Servicio:			4500,00

Tabla 4-22. Desglose de costos mensuales por líneas dedicadas interregionales y de microonda (4 hilos).

Para la tabla 4-22 se consideran únicamente los enlaces que quedarán habilitados en la implementación del proyecto.

Costos de enlaces de radio multipunto:

Bajo estos costos se consideran los enlaces entre la Sucursal Guayaquil y las Agencias Durán, Mercado Central, Garzota, Almendros, Puerto Marítimo y Urdesa, de acuerdo a la Tabla 4-8. En estos costos se debe incluir el estudio de ingeniería a ser presentado ante la Superintendencia de Telecomunicaciones para obtener el permiso de uso de frecuencias, así como el costo por autorización de uso de frecuencia y la tasa mensual de tal uso.

Costo por estudio de ingeniería = 400 dólares por cada enlace.

Para obtener este valor se consultó con tres de las principales compañías que ofrecen este servicio (GUSBAR, Transmidatos y Transdatel).

Puesto que la Superintendencia de Telecomunicaciones asigna las frecuencias para transmisión de datos entre los 925 y 929 Mhz para transmisión y entre 951 y 955 Mhz para recepción (ver Tabla 4-1), cada canal radioeléctrico utilizado tendrá un ancho de banda de 25 Khz (Ver Registro Oficial⁹ N° 126, numeral 2.14). Ya que la mayoría de fabricantes de radio, utilizan para la transmisión de 64 Kbps un ancho de banda de 50 Khz, se necesitará dos canales radioeléctricos para cada enlace multipunto.

De acuerdo al capítulo 3 del Registro Oficial N° 126, el costo de la autorización de cada canal radioeléctrico corresponde a 1.0 Salarios mínimos vitales del Trabajador en General (SMVTG):

SMVTG (Noviembre de 1995) = 80.000 sucres

Ya que se utilizarán dos canales radioeléctricos de 25 Khz para la transmisión y dos para la recepción a cada extremo de la repetidora utilizada en el multipunto. Es decir, un par de frecuencias con dos canales radieléctricos cada una entre la estación maestra y la repetidora, y un par de frecuencias con otros dos canales radioeléctricos entre la repetidora

⁹ Ver Anexo 10.

y las estaciones esclavas, se tendrá que cada enlace multipunto utilizará 8 canales radioeléctricos siendo los costos por autorización de uso de frecuencias para los enlaces multipunto:

- Sucursal Guayaquil-Durán, M.Central, Garzota (M1):

$$(M1) = 8 * 80.000 = 640.000 \text{ sucres} = 229 \text{ dólares.}$$

- Sucursal Guayaquil-Almendros, P.Marítimo, Urdesa (M2):

$$(M2) = 8 * 80.000 = 640.000 \text{ sucres} = 229 \text{ dólares.}$$

donde M1 y M2 son notados como Multipunto 1 y Multipunto 2 respectivamente para futuras referencias.

La autorización para el uso de estas frecuencias tiene un plazo definido, renovable cada cinco años. El costo mensual por utilización de frecuencias se basa en el área unitaria de servicio, que es el área equivalente a un círculo con radio igual a 60 Km, siendo el área de operación igual al número de áreas unitarias de servicio que contenga un enlace. Para el caso de los enlaces para el Banco de la Producción tal área es igual a uno.

De acuerdo al numeral 3.2.2 del Registro oficial N° 126: "Para los sistemas que operen en frecuencias superiores a 30,01 Mhz la tarifa mensual por cada frecuencia de uso exclusivo, se determina multiplicando el valor equivalente a 0,030 SMVTG por el número de canales radioeléctricos asignados, por el número de estaciones radioeléctricas transmisoras o receptoras de la frecuencia y por el número de áreas unitarias de servicio":

$$Cf = 0,03 * SMVTG * (\#Cr + \#Er + \#Au) \quad (4.11)$$

donde:

Cf: Costo mensual por uso de frecuencias.

SMVTG: Sueldo mínimo vital del trabajador en general.

#Cr: Número de canales radioeléctricos.

#Er: Número de estaciones radioléctricas.

#Au: Número de áreas unitarias.

Ya que los dos enlaces multipunto deberán tener repetidoras en el cerro de Buenavista o El Carmen y tomando en cuenta que las repetidoras no son más que dos estaciones de radio back-to-back (espalda-espalda), el número de estaciones transmisoras y receptoras por cada enlace multipunto es 6 (un radio master, dos radios en la repetidora y un radio por cada Agencia) se tendrá:

$$Cf (M1) = 0,03*80.000*(8+6+1) = 36.000 \text{ sucres} = 12,85 \text{ dólares.}$$

$$Cf (M2) = 0,03*80.000*(8+6+1) = 36.000 \text{ sucres} = 12,85 \text{ dólares.}$$

La Tabla 4-23 presenta un resumen de los costos involucrados en la utilización de los enlaces de radio.

ENLACE	Estudio de Ingeniería (dólares)	Autorización (dólares)	Costo mensual (dólares)	Costo anual (dólares)
Multipunto 1 (M1)	400	229	12,9	154,2
Multipunto 2 (M2)	400	229	12,9	154,2
Totales US\$:	800	458	26	308,4

Tabla 4-23. Costos por concepto de utilización de enlaces de radio.

Costos de enlaces Satelitales.

Para determinar los costos de los enlaces satelitales Quito-Guayaquil, Quito-Cuenca y Quito-Santo Domingo se tomará nuevamente como referencia el Registro Oficial N° 403, en su numeral 5.4: "Circuitos para Servicios de Redes Privadas vía Satélite". El sistemas satelital recomendado, de acuerdo al Registro Oficial N° 126, requiere una Autorización Clase III: "Estaciones terrenas para la transmisión -recepción de servicios empresariales especializados de telecomunicaciones ofrecidos por INTELSAT o PANAMSAT". De acuerdo a esto se deberá pagar los montos indicados en la tabla 4-24.

Velocidad (Kbps)	Tasa de autorización (dólares)	Tarifa para servicios Intelsat (dólares)	Tarifa para servicios Panamsat (dólares)
64	200	0,2TSE	0,2TSE
128	400	0,2TSE	0,2TSE
256	790	0,2TSE	0,2TSE
512	1500	0,2TSE	0,2TSE
1544	2950	0,2TSE	0,2TSE
2048	3930	0,2TSE	0,2TSE

Tabla 4-24. Tarifas por uso de servicio satelital cobradas por EMETEL.

Las tarifas indicadas no incluyen el valor del TSE (Valor que cobra el propietario del satélite por la utilización de su segmento espacial). Para este caso, tomando como referencia las tasas cobradas por PANAMSAT (para INTELSAT las tasas son similares) por un segmento espacial de 64 Kbps (US\$ 2500) y uno de 128 Kbps (US\$ 4.000) se obtendrán los valores indicados en la tabla 4-25.

ENLACE	Velocidad (Kbps)	Inscripción (dólares)	Tarifa mensual satélite (dólares)	Tarifa mensual EMETEL (dólares)
Quito-Guayaquil	128	400	2400	1600
Quito-Cuenca	64	200	1500	1000
Quito-Sto.Domingo	64	200	1500	1000
Quito-Ambato	64	200	1500	1000
TOTALES US\$:		1000	6900	4600
TOTAL ANUAL US\$:			82800	55200

Tabla 4-25. Costos por enlaces satelitales.

Adicionalmente se deberá considerar un valor de US\$ 1.000 (mil dólares) mensuales por concepto de renta de los modems satelitales y las antenas del enlace satelital para cada enlace (este valor a sido tomado con datos proporcionados por uno de los proveedores locales de este tipo de soluciones).

Renta de equipos para enlaces satelitales (mensual) = US\$ 4.000 (4 enlaces)

Total Renta de equipos para enlaces satelitales (anual) = US\$ 48.000

4.4.3 Costos de Instalación y Mantenimiento de la Red

La mayoría de las empresas que proporcionan equipos de comunicación de datos, basan sus costos de instalación en un porcentaje respecto al valor de los equipos. Este porcentaje suele variar entre un 6% y un 8% del valor de los equipos. De igual forma, comúnmente se asigna un 6% como costo por mantenimiento respecto al valor de los equipos. El valor del mantenimiento de la red deberá ser pagado a partir del segundo año de operaciones ya que el o los proveedores del hardware generalmente ofrecen un año de garantía.

Costo de Instalación de la red = $0,08 * 626.320 = 50.105$ dólares.

Costo de mantenimiento de la red = $0,06 * 626.320 = 37.580$ dólares.

4.4.4 Costos de Software

Los costos del software para la red de comunicaciones ya han sido considerados en cada uno de los equipos de la red de comunicaciones. A pesar de que el alcance de la tesis cubre únicamente el diseño de la red de comunicaciones del Banco, se puede considerar los costos del software para la Matriz, las Sucursales y las Agencias de una manera muy general. El Banco de la Producción ha comenzado la instalación de servidores en Agencias y Sucursales con el fin de migrar hacia el software Bancario COBIS, desarrollado por la empresa MACOSA para AT&T. Los costos por software alcanzan un valor aproximado de US\$ 1'000.000 (un millón de dólares), de acuerdo a datos referenciales proporcionados por la empresa mencionada. En este valor se incluye el costo de los servidores, las tarjetas X.25 de los servidores y las tarjetas de red de los servidores y las estaciones de red para la Matriz, las Sucursales y las Agencias.

4.4.5 Costos Totales por Invertir

La inversión que debe asumir el Banco de la Producción incluye los costos de hardware de comunicaciones y elementos de monitoreo, costos de instalación, costo por mantenimiento de la red y costos de Operación, entre los cuales se encuentran los costos por utilización de frecuencias para enlaces de radio y los enlaces satelitales. Puesto que el Banco posee ya un departamento técnico, no será necesario el incluir costos por concepto de personal para administrar o dar soporte emergente a la red. Los Valores indicados se listan a continuación:

Costos de Hardware de la red	US\$ 626.320
Estudio de Ingeniería para enlaces de radio	US\$ 800
Costos de Autorización de enlaces de radio	US\$ 458
Costos de Autorización de enlaces satelitales	US\$ 1.000
Costos de instalación	US\$ 50.105
TOTAL DE COSTOS DE INVERSION:	US\$ 678.683

4.4.6 Costos Anuales de Operación y Mantenimiento de la Red

Bajo esta categoría se consideran los costos por concepto de utilización de frecuencias, los costos de los enlaces de radio y los correspondientes a los enlaces satelitales, así como el mantenimiento a partir del segundo año de operaciones de la red, como sigue:

Costos de enlaces de radio	US\$ 308
Costos de segmentos espaciales (satélite)	US\$ 82.800
Costos de enlaces satelitales EMETEL	US\$ 55.200
Costos por renta de equipos de satélite	US\$ 48.000
Total de Costos (Primer Año)	US\$ 186.308
Costos de mantenimiento de la red	US\$ 37.580
Total Costos (desde el segundo año)	US\$ 223.888

4.4.7 Beneficios de la Nueva Red de Comunicaciones

Existen dos grandes grupos de beneficios que el Banco de la Producción percibirá por la renovación de su estructura de comunicaciones: los intangibles o no cuantificables y los tangibles o cuantificables. Estos últimos servirán para el cálculo del índice de beneficio costo, a pesar de que en la práctica los beneficios no cuantificables provoquen un gran porcentaje de ingresos extra que vuelvan más rentable la inversión en infraestructura de comunicaciones.

Entre los principales beneficios que el Banco percibirá gracias a su nueva red de comunicaciones se puede citar los siguientes:

- a) Imagen renovada del Banco.

Al mejorar la infraestructura de comunicaciones, que es la columna vertebral del Banco, los procedimientos de atención al público se mejorarán sustancialmente, las colas de espera circularán con mayor agilidad (los cajeros que atienden en ventanilla obtendrán datos

del computador de forma más rápida) por lo que el cliente estará más satisfecho y producirá un mayor número de transacciones, lo cual redundará en el aumento del capital disponible en el Banco, mismo que podrá ser invertido en diversas fuentes para conseguir una mayor rentabilidad.

b) Número de personal técnico adecuado.

Importante para dar soporte técnico a problemas en Agencias distantes. Gracias al control centralizado de la red, no será necesario que exista un número elevado de técnicos para dar servicio preventivo o correctivo a toda la red. Bastará con que exista un administrador de la red, que se encargue de monitorear, realizar estadísticas y tests de cada punto de la red (enlaces y equipos) de forma periódica con el fin de detectar y corregir fallas. El resto del personal técnico optimizará el uso de su tiempo y solamente acudirá a las Agencias en caso de daños severos.

c) Integración de sistemas de Voz entre Agencias y Sucursales.

Al contar con enlaces de voz entre Agencias y Sucursales utilizando la misma infraestructura de comunicaciones de datos, es posible optimizar el tiempo de labores de cada empleado restringiendo el uso de las extensiones telefónicas más que para llamadas internas (es decir del Banco). Es conocido que existe en general, para cualquier empresa o Banco una gran parte de empleados que ocupa demasiado tiempo en llamadas personales que muchas de las veces no son emergentes, esto reduce su tiempo de productividad y por tanto disminuye la productividad del Banco. Al eliminar las líneas telefónicas de acceso directo al EMETEL en las Agencias y únicamente proporcionar extensiones remotas (mediante los paquetizadores de voz) de las centrales telefónicas de la Matriz o de las Sucursales se reducirá el número de llamadas personales y se incrementará la productividad de los empleados.

De igual forma, al contar con enlaces telefónicos directos se eliminarán los retardos que usualmente suelen ocurrir al tratar de realizar una llamada especialmente interregional a través del EMETEL. Como resultado, el sector gerencial del Banco tendrá comunicación telefónica confiable y al instante, al igual que los departamentos de sistemas, lo cual se traducirá en un aumento de la productividad de ambos sectores.

- d) Reducción de pagos al Emetel por concepto de llamadas telefónicas.

Como consecuencia adicional de la integración del tráfico de voz a los enlaces ya existentes para datos, se reducirán los costo por concepto de llamadas telefónicas conmutadas.

- e) Aplicaciones *Home/Phone Banking*.

El contar con este sistema de atención remota renovará la imagen del Banco en cuanto a servicio directo de consultas, transferencias y otras operaciones ejecutables desde el hogar. Para este tipo de servicios el usuario preferirá no trasladarse al Banco, lo cual reducirá el número de usuarios en las colas de ventanillas y proporcionará al cliente la idea de un valor agregado por servicio instantáneo desde su casa.

- f) Tarifación del uso de la infraestructura de telecomunicaciones del Banco.

Al contar con un sistema de administración de la red, se podrá establecer el número de paquetes por segundo desde y hacia determinada Agencia o Sucursal, lo cual permitirá compartir los gastos de operación mediante el establecimiento de una política de tarifación a Agencias y Sucursales con esta filosofía.

- g) Tarifación a terceros por uso de la infraestructura de comunicaciones.

Puesto que el Banco de la Producción pertenece a un gran grupo de empresas, entre las cuales se puede citar a PROINCO MAGNA (unificada en agosto de 1995), SUPERMAXI, Casa Paz y Seguros Equinoccial, el Banco podría ofrecer los servicios de su red privada e implantar una política de tarifación a terceros en base al número de paquetes por segundo que introduzcan a la red.

Como se mencionó al inicio de este numeral existen muchos factores que impiden un cálculo exacto del beneficio de la inversión a realizar, se han citado varios beneficios, algunos de los cuales cuentan simultáneamente con una parte cuantificable y otra no cuantificable. Debido a la complejidad de este cálculo nos limitaremos a cuantificar únicamente los beneficios causados por un incremento de transacciones en las cuentas de ahorro y corrientes del Banco, que podría ser interpretada también con un aumento de clientes.

Para agosto de 1995, el Banco de la Producción cuenta con 18.926 cuentas corrientes y 77.151 cuentas de ahorros activas, con depósitos monetarios de acuerdo a la Tabla 4-26.

Cuentas	# Cuentas Activas	Depósitos al 28/Agosto/1995 (sucres)	Depósitos al 28/Agosto/1995 (dólares)
Corrientes	18.926	64.983'228.740	23'208.296
Ahorros	77.151	47.362'585.000	16'915.209

Tabla 4-26. Depósitos monetarios del Banco de la Producción para Agosto de 1995.

Puesto que adicionalmente a la inversión de hardware de comunicaciones, el Banco de la Producción realizará una inversión de software bancario y tomando en cuenta que el alcance del presente trabajo de tesis tiene que ver únicamente con la solución de comunicaciones, asumiremos que por este concepto de renovación del hardware, independientemente de la renovación del software bancario generará un crecimiento del 5% anual de los depósitos monetarios en las cuentas de ahorro y corrientes.

Este porcentaje de crecimiento atribuido a la renovación de la infraestructura de la red de comunicaciones es sumamente modesto si se considera que, de acuerdo a la Tabla 3-7 (tráfico actual que soportaría el nodo de Quito) del capítulo 3, el valor máximo de paquetes de 64 bytes por segundo es de 234,38 para los 22 links considerados con sus respectivas velocidades con un 100% de utilización y si se hace esta misma consideración para los mismos enlaces pero esta vez a 64 Kbps (8.000 bytes por segundo) con paquetes de 64 bytes se obtendrá 2.750 pps (22links*8.000 bytes ps/64bytes). Esto implica un incremento de 2.515,62 pps, es decir un incremento de diez veces en el tráfico de la información que será compartido con los 11 canales de voz, si se considera el tráfico del nodo de Quito (ver Tabla 4-8), lo cual lógicamente no implica que los depósitos monetarios se incrementen en igual proporción, pero si nos indica que el ancho de banda efectivo disponible puede permitir un incremento de las transacciones bancarias como para producir al menos un 5% de crecimiento anual en los depósitos bancarios.

Con estas consideraciones, se puede calcular los valores por depósitos monetarios correspondientes a 6 años consecutivos (que es el período máximo recomendable de depreciación de equipos electrónicos en general). Tales cálculos se presentan en la Tabla 4-27.

Año	Depósitos en cuentas		Incremento anual de depósitos (dólares)	
	Corrientes (dólares)	Ahorros (dólares)	Corrientes	Ahorros
0	23.208.296	16.915.209	0	0
1	24.368.711	17.760.969	1.160.415	845.760
2	25.587.146	18.649.018	2.378.850	1.733.809
3	26.866.504	19.581.469	3.658.208	2.666.260
4	28.209.829	20.560.542	5.001.533	3.645.333
5	29.620.320	21.588.569	6.412.024	4.673.360
6	31.101.336	22.667.998	7.893.040	5.752.789

Tabla 4-27. Incremento anual de los depósitos monetarios.

El Banco de la Producción ofrece dos tipos de préstamos: los Corporativos (a una tasa del 45% anual) y los de Consumo (a una tasa del 50% anual), los primeros orientados al sector empresarial y los segundos a personas particulares o poseedores de cuentas corrientes y/o de ahorros. Asumiremos que para el primer tipo de préstamos se asigna un 40% de los depósitos en cuentas corrientes y para el segundo un 55% de los depósitos en cuentas de ahorros. Los intereses pagados a los cuentacorrientistas y de ahorros varían de acuerdo al saldo promedio que mantengan en el Banco, tal como se indica a continuación:

Para cuentas corrientes:

Saldo Promedio	Interés pagado
0 a 500.000	0%
500.000 a 2'000.000	5%
2'000.000 a 5'000.000	6%
5'000.000 a 20'000.000	7%
20'000.000 a 50'000.000	8%
50'000.000 en adelante	10%

Para cuentas de ahorro:

Saldo Promedio	Interés pagado
0 a 500.000	8%
500.000 a 2'000.000	17%
2'000.000 a 5'000.000	21%
5'000.000 en adelante	30,39%

De acuerdo a la Tabla 4-26, existen 18.926 cuentas corrientes activas y un valor de S/. 64.983'228.740 por concepto de depósitos en estas cuentas, lo cual arroja un saldo promedio de S/. 3'433.543. Por lo que el interés efectivo anual generado por la utilización de depósitos monetarios en cuentas corrientes para préstamos corporativos es del 39%, que es la diferencia entre la tasa de interés efectiva anual para los préstamos corporativos (45%) y la tasa de interés efectiva anual para saldos promedio entre 2 y 5 millones de sucres (6%).

Considerando la Tabla 4-26, existen 77.151 clientes de cuentas de ahorros y un valor de S/. 47.362'585.000 por concepto de depósitos en estas cuentas, lo cual da un saldo promedio de S/. 613.895. De acuerdo a esto, el interés efectivo anual generado por los depósitos en cuentas de ahorros para préstamos de consumo es del 33%, que es la diferencia entre la tasa de interés efectiva anual para los préstamos de consumo (50%) y la tasa de interés efectiva anual para saldos promedio en cuentas de ahorro entre S/. 500.000 y S/. 2'000.000 (17%).

La Tabla 4-28 aplica estas consideraciones para el cálculo de los beneficios anuales que obtendrá el Banco por la canalización de los depósitos monetarios hacia préstamos corporativos y de consumo.

Año	Valores a invertir en créditos		Beneficio anual por préstamos (dólares)		
	Corrientes (dólares)	Ahorros (dólares)	Corrientes	Ahorros	TOTAL
0	0	0	0	0	0
1	464.166	338.304	181.025	111.640	292.665
2	951.540	693.524	371.101	228.863	599.963
3	1'463.283	1'066.504	570.680	351.946	922.627
4	2'000.613	1'458.133	780.239	481.184	1'261.423
5	2'564.810	1'869.344	1'000.276	616.884	1'617.159
6	3'157.216	2'301.116	1'231.314	759.368	1'990.682

Tabla 4-28. Valores a Invertir para créditos y beneficios anuales involucrados.

Adicionalmente, se puede tratar de cuantificar los beneficios por concepto de reducción de llamadas telefónicas desde las Agencias hacia la Matriz y Sucursales, considerando el tráfico de voz para julio de 1995. Puesto que el Banco no posee un control sobre el número de llamadas originadas desde y hacia las Agencias, sino más bien un registro de llamadas totales entrantes, se asumirá que el 2% de estas llamadas corresponde a llamadas originadas desde y hacia las Agencias. De acuerdo a datos proporcionados por

el Banco de la Producción, en la Matriz se reciben un promedio de 3.000 llamadas diarias entre las 9:00 horas y las 17:00 horas.

De acuerdo a esto se podría considerar un promedio mensual de 72.000 llamadas (3.000 llamadas durante seis días laborables por cuatro semanas al mes), es decir 864.000 llamadas anuales. El 2% de estas llamadas, es decir 17.280 las atribuiremos a llamadas desde Agencias hacia la Matriz. Asumiendo un promedio de 20 minutos de duración por cada llamada se tendrá una ocupación de 345.600 minutos (5.760 horas) anuales. Ya que las líneas telefónicas del Banco pertenecen a la cuarta categoría, de acuerdo al registro oficial 403, cada impulso de tasación telefónica tendrá un costo de 30 sucres. Considerando que cada impulso corresponde a tres minutos, se tendrá $345.600 / (3 \text{ minutos/impulso}) = 115.220$ impulsos anuales. Entonces el Banco paga al EMETEL un valor de 3'456.600 sucres anuales, es decir US\$ 1.235 dólares anuales. Si se considera un tráfico similar en el resto de Sucursales (Guayaquil, Cuenca, Ambato y Sto. Domingo):

Costo anual de llamadas desde Agencias hacia la Matriz y las Sucursales = US\$ 6.172

Este costo se transforma en un beneficio anual al eliminar las llamadas desde Agencias a través del EMETEL. Se considerará que este beneficio permanece constante durante los seis años de vida útil del proyecto, con el fin de facilitar el cálculo del índice beneficio/costo.

4.4.8 Cálculo de la Relación Beneficio/Costo para la Red X.25

El índice beneficio/costo es utilizado para evaluar la rentabilidad de una inversión y, de arrojar un valor mayor a 1 justifica en mayor o menor grado (dependiendo de su valor) los costos que pueda involucrar un proyecto. Como se había mencionado en el numeral anterior, existen varios tipos de beneficios no cuantificables, no obstante, los beneficios cuantificables han sido expresados en dólares para dar mayor vigencia a los análisis expuestos. El índice beneficio costo se calcula como:

$$B/C = \Sigma \text{beneficios} / \Sigma \text{costos} \quad (4-11)$$

Este índice será calculado tomando en cuenta el tiempo de vida útil del proyecto, es decir el tiempo en el que los equipos de comunicaciones adquiridos se han depreciado

totalmente, esto es 6 años. Con estas consideraciones, el flujo de caja para el período de vida útil será el indicado por la Tabla 4-29.

Año	Costos de Inversión (dólares)	Costos de Operación y Mantenimiento (dólares)	Beneficios por Créditos (dólares)	Beneficios por eliminación de llamadas (dólares)
0	678.683	0	0	0
1		186.308	292.665	6.172
2		223.888	599.963	6.172
3		223.888	922.627	6.172
4		223.888	1'261.423	6.172
5		223.888	1'617.159	6.172
6		223.888	1'990.682	6.172

Tabla 4-29. Flujo de caja para los 6 años de vida útil del proyecto de comunicaciones.

La Tabla 4-29, presenta valores constantes involucrados en el proyecto (resultado de datos que corresponden al presente), por lo que el índice beneficio costo (B/C) será calculado tomando en cuenta los valores presentes de los costos y los beneficios, obtenidos mediante la suma de sus valores respectivos durante los 6 años de vida útil del proyecto.

El valor presente de los costos de inversión será:

$$C_i (\text{US\$}) = \text{US\$ } 678.683$$

El valor presente de los costos de mantenimiento será la suma de los valores correspondientes por este concepto durante los seis años del proyecto será:

$$\begin{aligned} C_{o\&M} (\text{US\$}) &= \Sigma (\text{costos de operación y mantenimiento}) \\ &= 186.308 + 5 * (223.888) \\ &= 1'305.748 \end{aligned}$$

El valor presente del total de costos será:

$$\begin{aligned} C_T (\text{US\$}) &= C_i + C_{o\&M} \\ &= 678.683 + 1'305.748 \\ &= 1'984.431 \end{aligned}$$

El valor presente de los beneficios obtenidos de los intereses generados por la concesión de préstamos será:

$$\begin{aligned}
 B_c \text{ (US\$)} &= \Sigma (\text{beneficios por concesión de préstamos}) \\
 &= 292.665 + 599.963 + 922.627 + 1'261.423 + 1'617.159 + 1'990.682 \\
 &= 6'684.519
 \end{aligned}$$

El valor presente de los beneficios por ahorro de llamadas telefónicas desde Agencias será:

$$\begin{aligned}
 B_{LL} \text{ (US\$)} &= \Sigma (\text{beneficios por ahorro de llamadas}) \\
 &= 6 \times 6.172 \\
 &= 37.032
 \end{aligned}$$

El valor presente total de los beneficios resultará de la sumatoria de los valores de beneficios por concepto de concesión de préstamos más el beneficio por ahorro de llamadas telefónicas durante los seis años del proyecto, como sigue:

$$\begin{aligned}
 B_T \text{ (US\$)} &= B_c + B_{LL} \\
 &= 6'684.519 + 37.032 \\
 &= 6'721.551
 \end{aligned}$$

Considerando los valores presentes de los beneficios y los costos calculados, se puede ya obtener el valor del índice beneficio costo como sigue:

$$\begin{aligned}
 B/C &= B_T/C_T \\
 &= 6'721.551/1'984.431 \\
 &= 3,39
 \end{aligned}$$

Del valor del Índice Beneficio/Costo se puede concluir que el proyecto de renovación de la infraestructura de equipos de comunicaciones es altamente rentable, aún si hubieramos considerado que el 5% de incrementos en los valores monetarios también consideraba los costos de software por concepto de la implementación de la nueva plataforma bancaria COBIS (ver numeral 4.4.4); en este caso el valor del índice beneficio/costo hubiera cobrado un valor de 2,25.

Este capítulo pretende dar un conocimiento global de la tendencia actual en cuanto al uso de tecnologías de banda ancha, presentar tales tecnologías en un marco teórico y las posibles aplicaciones de las mismas (cuando estén disponibles en nuestro país) para el caso concreto de este trabajo de tesis: el Banco de la Producción. Básicamente se hará un análisis de las tecnologías *Frame Relay*, *Fast Packet* y finalmente *Cell Relay*, que es la tecnología de punta a nivel mundial a pesar de que en la actualidad se encuentra en desarrollo.

5.1 EL BACKBONE T1

En la actualidad y especialmente en Norteamérica y Europa, existen varias instituciones que brindan servicios de transmisión de señales de cualquier tipo, estas instituciones reciben el nombre de portadoras o *carriers* (por ej. AT&T). La portadoras T, por definición son facilidades digitales sobre cable de cobre que llevan 24, 96, 672 o 4.032 canales de 64 Kbps (sistemas T1, T2, T3 y T4 respectivamente). Pero en la práctica la mayoría de estas portadoras utilizan fibra óptica como medio de transmisión, de tal forma que la nomenclatura correcta para citar estos servicios es Sistema Digital 1 (DS1), DS2, DS3 y DS4. En general, un sistema de portadora T consiste de un componente de transmisión, un componente de interfaz de usuario y un componente de equipo de terminación, esquemas de multiplexación y jerarquías de señales (ver figura 5-1).

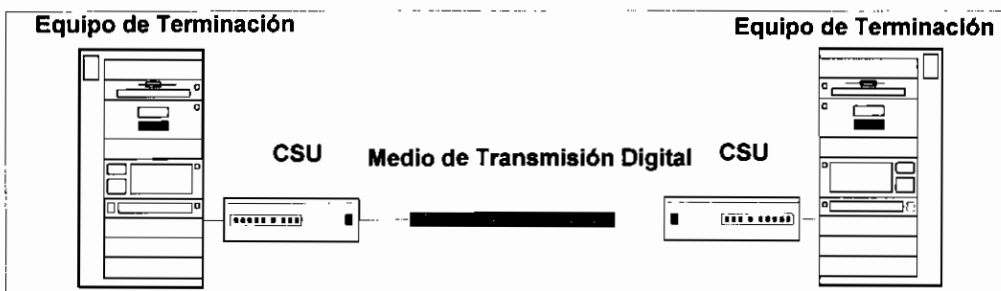


Figura 5-1. Componentes de un sistema de portadora T.

5.1.1 Evolución de las Redes Analógicas hacia Redes Digitales

Históricamente, las transmisiones analógicas han dominado la industria de las telecomunicaciones. Bajo este modo de transmisión, las señales han sido enviadas

utilizando algún parámetro físico (por ej. el voltaje) variando continuamente como una función del tiempo. Con el advenimiento de equipos digitales y computadoras operando en modo digital, los países industrializados se vieron en la necesidad de crear enlaces de alta velocidad para facilitar el tráfico de la información. Lógicamente, la implementación de tales redes digitales requirió una inversión muy alta y varios años para la implementación de sistemas digitales completos.

La creación de redes de alta velocidad fue un asunto de economía y tiempo. Economía, para justificar los costos de la inversión. Tiempo, para desarrollar productos sofisticados de transmisión digital y proveer la clase de velocidad, flexibilidad, calidad y confiabilidad de la transmisión para datos, voz, video, teleconferencia y fax, entre las principales. Una buena forma de justificar la aparición de los sistemas de transmisión digitales es evaluar las ventajas que ofrecen frente a los sistemas de transmisión analógicos.

La transmisión en modo digital es superior a la analógica en varios aspectos. Primero, potencialmente, las líneas digitales tienen una muy pequeña tasa de error. Los circuitos analógicos utilizan amplificadores que intentan compensar la atenuación de la línea, pero no lo pueden hacer de una forma exacta, especialmente si la atenuación es diferente para diferentes frecuencias. Ya que el error es acumulativo, las llamadas o circuitos de larga distancia que pasan a través de varios amplificadores sufren una distorsión considerable.

Los regeneradores digitales, en contraste con los amplificadores analógicos pueden reformar una señal con picos de ruido a su valor exacto, ya que existen únicamente dos posibles valores: 1 y 0. Por lo tanto, los regeneradores digitales no sufren acumulación de errores.

La segunda ventaja de las comunicaciones digitales es que los equipos involucrados utilizan dispositivos electrónicos de menor costo, debido a que es necesaria menos circuitería para clasificar un nivel de voltaje como un "1" o un "0" lógico, que la utilizada para analizar una señal analógica con diferentes amplitudes y frecuencias.

Una tercera y definitiva ventaja de la transmisión digital es que permite la multiplexación de señales de voz, datos, música o aún imágenes tales como televisión, fax o video teléfonos, permitiendo velocidades de transmisión mucho más altas que la

transmisión analógica debido a los grandes anchos de banda que los enlaces digitales suelen manejar (por ej. 2,048 Mbps). Para alcanzar tales velocidades, el medio tiene que ser mucho más confiable y permitir un ancho de banda bastante grande, es por esto que la fibra óptica se ha vuelto el medio de transmisión mas común para la transmisión digital.

Los beneficios de utilizar fibra óptica incluyen su inmunidad a interferencias electromagnéticas, la alta capacidad de transmisión ((un solo par de fibra puede transmitir sobre 8.000 conversaciones simultáneas de voz) y el incremento de seguridad (es más difícil intervenir un enlace de fibra óptica que un enlace analógico de cobre).

Otro factor determinante de la creación de redes digitales es la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN: *Integrated Services Digital Network*), estándar que define una red nacional e internacional para voz, video, datos, fax y en general cualquier señal que pueda ser transmitida.

Hay que tener en cuenta que no necesariamente la transmisión digital es mejor que la analógica, pensando en que se busca una solución para una aplicación en particular que de forma económica combine los requerimientos de la aplicación con la tecnología disponible. Generalmente los enlaces digitales se vuelven atractivos cuando se transmite continuamente grandes volúmenes de datos, por ejemplo, los enlaces entre la Matriz del Banco de la Producción con las Sucursales.

Finalmente, al igual que las líneas analógicas necesitan modems para modular las señales de datos, los enlaces digitales hacen uso de dispositivos encargados de amplificar las señales, estos dispositivos reciben el nombre de Unidades de Servicio de Datos y de Canal.

5.1.2 La Unidad de Servicio de Datos y de Canal (DSU/CSU)

Los DSU/CSU (*Data Service/Channel Service Units*) son la contraparte de los modems utilizados en las líneas analógicas. Estos dispositivos son modems de banda base, requeridos para transmisión de datos sobre enlaces digitales. A menudo se tiene un DSU y un CSU integrados en una misma unidad dentro de equipos de transmisión digital. Esto elimina la necesidad de equipos *standalone* a cada extremo del enlace digital.

Actualmente existen modems analógicos diseñados para convertirse en DSU/CSU con solamente un *upgrade* de software.

Los CSU fueron empleados inicialmente con el servicio DDS (Dataphone Digital Service) introducido por AT&T en diciembre de 1974 (velocidades fijas de 2.400, 4.800, 9.600, 19.200 y 56.000 bps), mientras que los servicios T estuvieron disponibles en los inicios de los 80s. El CSU es un interfaz de protección entre el canal digital y el equipo terminal de datos.

La función básica de un CSU es asegurar una alta calidad de la señal digital dentro y fuera de la red digital. Características adicionales incluyen el acceso a pruebas y monitoreos de las señales enviadas y recibidas por el DTE con el fin de facilitar el aislamiento de fallas. El DSU/CSU tiene un papel clave en la recuperación del sincronismo de las señales digitales.

El CSU tiene dos secciones principales: la sección de transmisión y la sección de recepción. El lado de transmisión regenera la señal digital enviada por el equipo del usuario con el fin de chequear errores en el flujo de datos y aplicar la señal regenerada a la facilidad de transmisión (por ej. DS1). Este lado del CSU generalmente verifica excesos de ceros, baja densidad de unos y violaciones al esquema de codificación que generalmente suele ser el bipolar AMI o el código de línea B8ZS.

La función del lado de recepción de un CSU es regenerar la señal recibida desde la red, revisar códigos de lazo remoto y aplicar la señal al equipo del usuario.

5.1.3 Los Servicios T1/E1

Los servicios de transmisión digital generalmente ofrecen una tasa de transmisión fija a sus usuarios. El servicio DS0 opera a 64 Kbps, el DS1 lo hace a 1,544 Mbps (T1), el DS2 a 6,312 Mbps (T2), el DS3 a 44,736 (T3) y el servicio DS4 a 274,176 (T4). El medio de transmisión utilizado para ofrecer estas velocidades puede ser cualquiera, desde pares de cobre, enlaces de radio, enlaces satelitales o fibra óptica.

El sistema T1 transporta 24 canales operando cada uno a 64 Kbps más 8 Kbps utilizados como información redundante para el control de la red, es decir, en total ofrece

una tasa de 1,544 Mbps. Este sistema es utilizado ampliamente en Norteamérica y el Japón y está regulado por la Bell.

Para Europa, Africa y Sudamérica, el CCITT ha establecido el sistema E1, el cual utiliza una velocidad de 2,048 Mbps, es decir 32 canales operando a 64 Kbps. De estos 32 canales 30 son utilizados para voz, uno para formato de tramas y otro para señalización como se verá en el numeral 5.1.4 de este capítulo. Al igual que los sistemas T, existen varios sistemas E: E1 (2,048 Mbps), E2 (8,848 Mbps), E3 (34,368 Mbps) y E4 (139,264 Mbps).

Tanto los sistemas T como los E codifican la información de sus canales utilizando la multiplexación por división de tiempo TDM y la modulación de impulsos codificados PCM (*Pulse Code Modulation*). La codificación PCM digitaliza las señales de voz (entre 0 y 4 KHz) mediante las leyes μ (T1) y A (E1).

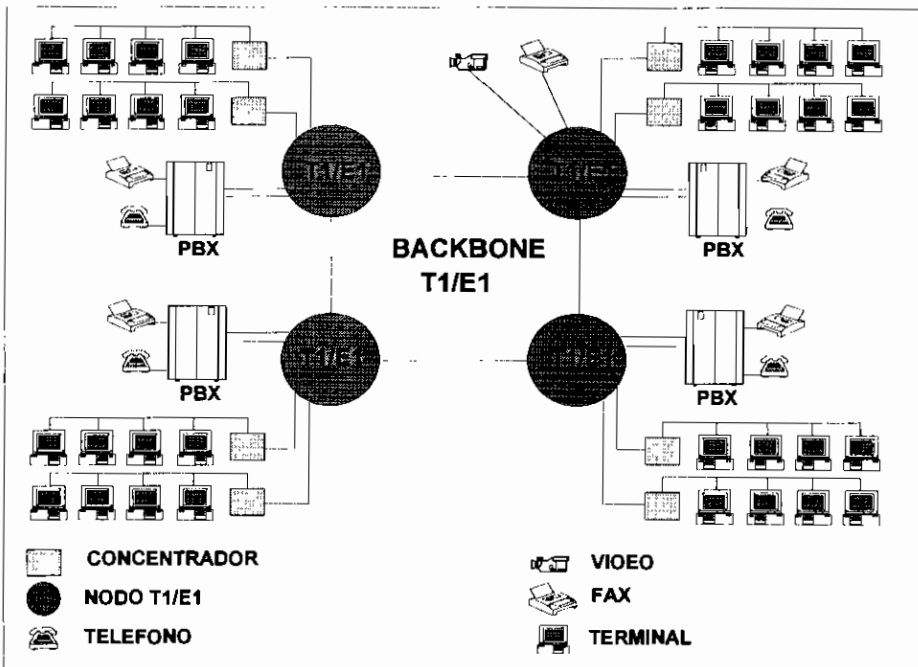


Figura 5-2. El Backbone T1/E1.

Originalmente los sistemas T1/E1 fueron utilizados por las Portadoras o *carriers* para enlazar sus centrales telefónicas (lo que ocurre actualmente con el EMETEL), pero en la actualidad, muchos usuarios como por ejemplo los Bancos, utilizan estos sistemas para consolidar tráfico separado de redes de voz y datos. La figura 5-2 presenta el caso de la unificación de tráfico para una institución cualquiera utilizando los sistemas T1/E1. Mientras que los modems y pequeños multiplexores sirven para llevar el tráfico a un *Hub*,

los multiplexores T1/E1 ofrecen una forma eficiente y económica de enlazar tales *Hubs*. Los enlaces entre estos multiplexores reciben el nombre de troncales o *Backbones* T1/E1. En general, los servicios digitales T1/E1 ofrecen la habilidad de combinar aplicaciones sobre el mismo circuito y enrutarlas de acuerdo a las necesidades de la red (camino alternativo para casos de fallas y congestiones).

5.1.4 Formato de las Tramas T1/E1

Como ya se indicó en el numeral anterior, la tecnología T1 se basa en la multiplexación de 24 canales de voz, cada canal transporta voz digitalizada más señalización en un byte (8 bits), de tal forma que una trama T1 consiste de 192 bits de información (8×24). Adicionalmente, con el fin de identificar cada trama, un bit de trama o bandera es adherido en la posición 193. Cada canal es muestreado 8.000 veces por segundo, es decir que la velocidad de transmisión de un sistema T1 es de 1,544 Mbps (8.000×193).

Cualquier tipo de información que atraviese un sistema T1 debe utilizar el formato de tramas indicado en la figura 5-3, el cual es conocido como Formato y trama D4 (la trama es la secuencia de 193 bits y el formato indica que los 192 bits de información están divididos en 24 canales de 8 bits). Para poder sincronizar todas las tramas que le llegan, el multiplexor T1 reconoce una secuencia de ceros y unos que se repiten cada 12 tramas. Estas 12 tramas reciben el nombre de supertrama. En otras palabras, cada 2.316 bits (12×193) una nueva supertrama comienza.

Adicionalmente, con cada supertrama, otros bits son "robados" para información de señalización adicional, tal como información de discado (*dialing*) y de supervisión de la línea. Este proceso, conocido como señalización por bit robado, sacrifica bits no significativos para la información del usuario para acomodar la información de señalización necesaria para completar la transmisión de forma exitosa.

En total se utiliza 12 bits de trama o bandera adheridos a las 12 tramas, estos bits sirven para sincronización de la supertrama y para identificar las tramas 6 y 12, las cuales son designadas como tramas de señalización. En las tramas 6 y 12, el octavo bit de cada canal contiene la señalización asociada al mismo. Los bits de entramado (BF_t) corresponden a los bits de tramas impares, mientras que los bits de señalización (BF_s) son

los bits de las tramas pares. El patrón resultante de estos 12 bits es: 100011011100; este patrón se repite cada 8000 veces por segundo, por lo que existen 8.000 bps de ancho de banda utilizado para este fin. Puesto que una trama corresponde a 125 μ s, una supertrama corresponde a 1,5 ms.

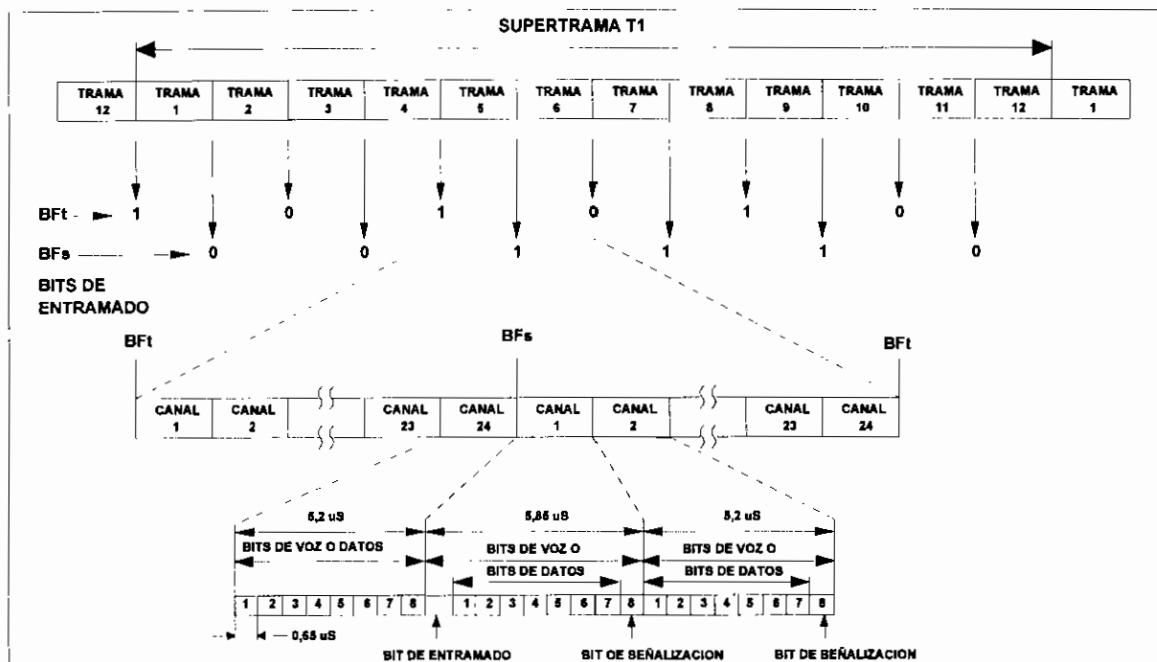


Figura 5-3. Formatos de Trama y Supertrama T1.

El esquema D4 fue desarrollado originalmente para el transporte de voz, pero al transportar datos resulta un poco complicado encontrar bits para el proceso de robo de bit ya que la tasa de errores de bit podría tener un impacto terrible en la transmisión confiable de datos. Nace de este hecho la necesidad de una "supertrama extendida" (ESF: *Extended Super Frame*). La ESF incrementa el tamaño de la supertrama desde 12 hasta 24 tramas, doblando el número de bits de señalización disponible. Adicionalmente la tecnología ha cambiado y en lugar de necesitar 8000 bps de entramado, la ESF utiliza solo 2000 bps, lo cual implica que los 6000 bps de la posición 193 de las tramas restantes sean utilizados para otras funciones tales como chequeo de errores e información de la red.

La ESF tiene 24 tramas pero solamente utiliza 6 bits en su patrón de entramado por lo que en lugar de requerir resincronización cada 1,5 ms lo hace cada 3 ms. Los bits de la posición 193 forman una palabra código de 24 bits en lugar de 12, de las cuales solo 6 bits son utilizados para entramado, con lo que 4000 bps están disponibles para funciones tales como información de mantenimiento del canal, supervisión, control y otras

necesidades futuras. Este canal de 4000 bps es conocido como Canal Embebido de Operaciones.

De esta forma, los 8000 bps utilizados para entramado en una supertrama son reasignados para la ESF como sigue: 2000 bps para bits de entramado (6 bits distribuidos en cada 24 bits de entramado), 2000 bps para determinaciones de errores y rendimiento (6 bits distribuidos en cada 24 bits de entramado) y 4000 bps para telemetría y operaciones de administración/reconfiguración de la red (12 bits distribuidos en cada 24 bits de entramado).

La figura 5-4 presenta el formato de la ESF, el caracter de chequeo utilizado es un código de redundancia cíclica de seis bits (CRC-6). El CRC-6 es generado por los bits de la trama precedente, para lo cual se considera que los bits de entramado de tal trama son iguales a 1.

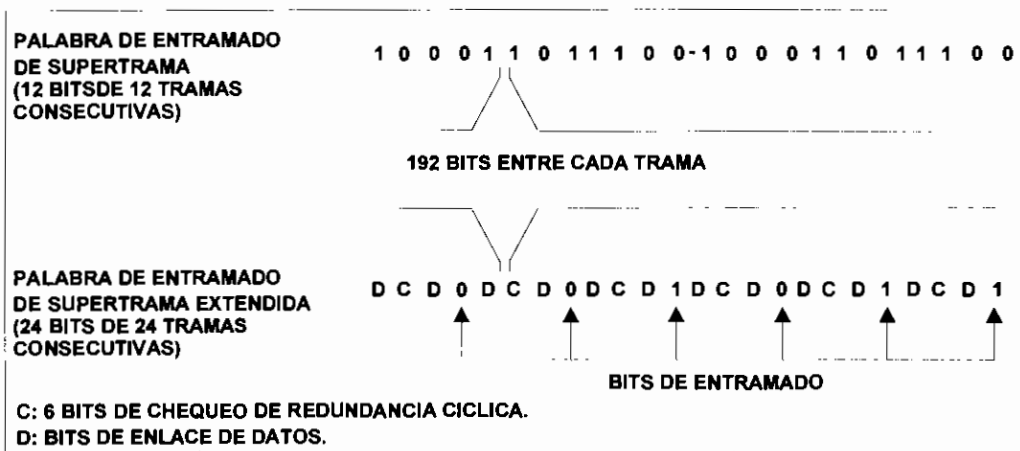


Figura 5-4. Formato de la Supertrama Extendida.

En la actualidad, los usuarios del sistema T1 no disponen de los 64 Kbps del canal PCM ya que el bit 8 de cada palabra no ha estado disponible. En la transmisión de voz, el bit 8 de las tramas 6 y 12 ha sido utilizado para señalización en banda, lo cual no causa mayores problemas. Para la transmisión de datos no se puede garantizar que los datos de tales tramas sean "recortados", por lo que se establecieron canales de 56 Kbps, sacrificando 8 Kbps de ancho de banda no utilizado (cada canal de 7 bits de datos, es decir $7\text{bits} \times 24\text{ canales} = 168\text{ bits de datos por trama}$, monitoreados 8.000 veces por segundo o 1.344 Mbps de datos que divididos en 24 canales corresponde a 56 Kbps de datos por canal).

En el servicio E1, en lugar de 24 canales con señalización en banda, se tiene 30 canales para la transmisión de información y dos canales para funciones de señalización y control. Cada canal consta de 8 bits por lo que una trama E1 contiene 256 bits (8 * 32). Cada byte es monitoreado 8000 veces por segundo (cada canal tiene una duración de 3,9 us) por lo que la velocidad de este servicio es de 2.048 Mbps (8000 * 256).

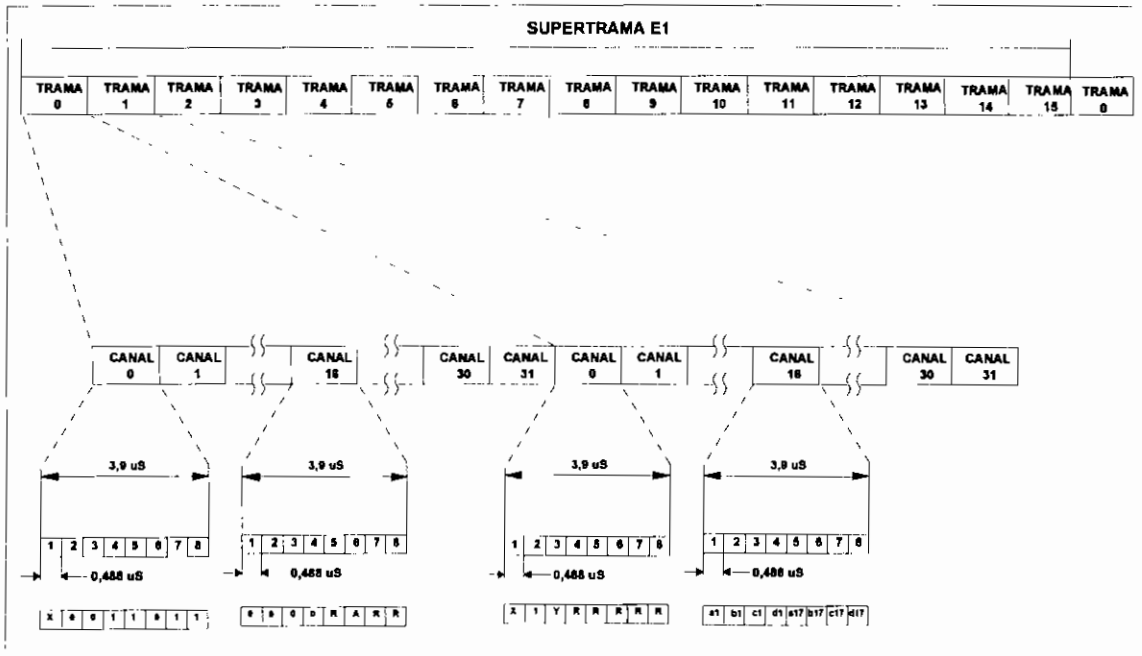


Figura 5-5. Formatos de Trama y Supertrama E1.

Los canales son numerados desde 0 a 31, siendo utilizados para la transmisión de información los canales del 1 al 15 y del 17 al 31. El canal 16 contiene información de señalización, mientras que el canal 0 cumple las siguientes funciones:

- En las tramas pares (0, 2, 4, etc.) determina el patrón de alineación de trama con el código X0011011 (el bit X está reservado para uso internacional).
- En las tramas impares (1, 3, 5, etc.) se fija la secuencia X1Y11111, donde Y toma un valor de 1 como condición de alarma por pérdida de sincronismo. X continúa reservado para uso internacional.

La unión de 16 tramas, numeradas del 0 al 15, constituyen una supertrama. El patrón de alineación de supertrama es la secuencia 0000 fijada en los bits del 1 al 4 del canal 16 de la primera trama de cada supertrama, mientras que los dígitos del 5 al 8 de este canal tiene una secuencia RARR, donde A toma el valor de 1 para indicar la pérdida

de alineación de multitrama y los bits R son bits reservados y toman el valor de 1 si no son utilizados.

El canal 16 de las otras tramas (1 al 15) es utilizado para dar información de señalización a los 30 canales de información, por lo que cada canal 16 señalará dos canales (4 bits para cada canal) de información de la siguiente manera: el canal 16 de la trama 1 señalará los canales 1 y 17, el de la trama 2 lo hará para los canales 2 y 18 y así sucesivamente hasta el canal 16 de la trama 15, que señalará los canales 15 y 31. La figura 5-5 presenta los formatos de trama y supertrama utilizados por el servicio E1.

5.1.5 El Servicio T1/E1 Fraccional

En el servicio T1/E1 el usuario renta la totalidad del ancho de banda, 1,544 Mbps o 2,048 Mbps respectivamente, entre dos localidades o *hubs*, de tal forma que debe utilizar los 24 ó 32 canales, pero existe el caso de que muchos usuarios no necesitan un ancho de banda tan grande. En estos casos es donde entra en vigencia el servicio T1/E1 fraccional, el cual permite la utilización de uno o varios canales de 56 Kbps o 64 Kbps de un enlace T1/E1. Por ejemplo, si una aplicación requiere únicamente 8 canales DS0 ($8 * 64 \text{ Kbps} = 512 \text{ Kbps}$) es posible arrendar los canales DS0-0 al DS0-7. Adicionalmente, el servicio fraccional permite multiplexar los canales hacia varios destinos diferentes, desde un mismo origen.

En el Ecuador, el EMETEL ofrece canales de 64 Kbps entre Quito, Guayaquil y Cuenca y planea extender este servicio a lo largo de todo el país para 1996, mediante su red digital. La forma de acceso a la red digital es mediante el interfaz G.703 ya sea co-direccional o contradireccional. La figura 5-6 presenta la disposición de centrales digitales para transmisión de datos a lo largo del Ecuador.

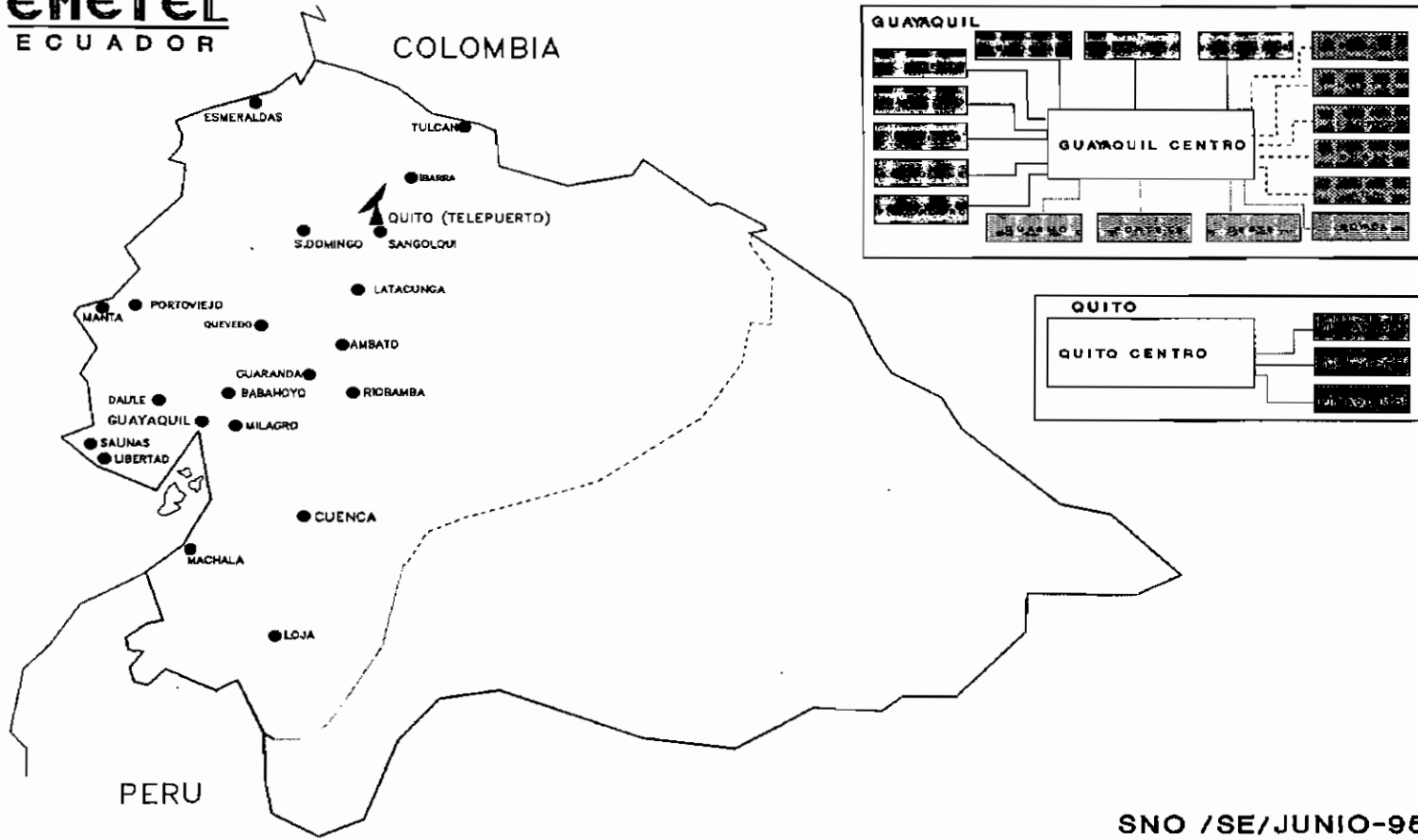
Desde el punto de vista de la solución planteada para el Banco de la Producción, una vez que la implementación de los enlaces digitales se extienda hacia todas las centrales del Emetel, la utilización de este servicio E1 fraccional colaborará con la transmisión de información prácticamente libre de errores (Bit error rate = 10^{-6}).

En la actualidad el EMETEL ofrece dos tipos de soluciones de red digital: la primera, proporcionando los equipos de la milla final en calidad de renta, junto con el



RED DIGITAL DE SERVICIOS EMPRESARIALES

Figura 5-6. Disposición de Centrales Digitales para Transmisión de datos en el Ecuador.



SNO /SE/JUNIO-95

enlace digital (sobre cables de cobre, enlace de radio u otros) y la segunda, dando libertad al usuario para colocar su propio equipamiento. Es por esto que los modems por ser adquiridos deberán presentar posibilidades de *upgrade* hacia DSU/CSU que manejen la norma G.703 o al menos permitan la reutilización de estos modems enlazados con convertidores de interfaz (de G.703 a 2 ó 4 hilos). De no ser posible esto, los modems de alta velocidad podrán ser utilizados como *backup* o respaldo de los enlaces digitales.

5.2 LA TECNOLOGIA FAST PACKET

Si bien los enlaces T1/E1 actualmente permiten el tráfico de información de voz, datos, facsímil y video, cuan bien lo hagan dependerá de como esta información sea enrutada en el *backbone* T1/E1. Es aquí donde la tecnología de conmutación de paquetes a alta velocidad (FPS: *Fast Packet Switching*) se presenta como una clara alternativa tecnológica a X.25, para enlaces de alta velocidad.

5.2.1 Definición

La tecnología *Fast packet* es una tecnología de transmisión de ráfagas de información, independiente de su contenido (voz, datos y video) de forma asincrónica a través de una red de comunicaciones con un alto rendimiento y bajos retardos, utilizada para sesiones de comunicación en tiempo real e interactivas.

La tecnología *Fast Packet* utiliza muchas de las convenciones de la conmutación de paquetes y opera sobre conmutadores de muy alta velocidad interconectados con enlaces troncales de alta capacidad.

5.2.2 Beneficios de la Tecnología *Fast Packet*

Los principales beneficios de esta tecnología son la eficiencia y la elasticidad que presentan frente a la tecnología de conmutación de circuitos TDM utilizada por los multiplexores T1/E1 convencionales (también conocidos como nodos T1/E1).

Eficiencia.

Los nodos T1/E1 dividen el ancho de banda (1,544 ó 2,048 Mbps) en 24 o 32 *slots* de tiempo fijos o canales de 64 Kbps asignando cada *slot* a un solo canal de voz o datos de usuario. Pero por ejemplo, en una típica conversación telefónica, las pausas naturales en el diálogo constituyen el 60% del tiempo de transmisión, de tal forma que el usuario tiene que pagar por los silencios.

La tecnología *Fast Packet* aloja el ancho de banda de forma instantánea, de acuerdo a las necesidades en lugar de asignar canales fijos que pueden o no pueden estar siendo utilizados.

Mediante la supresión de silencios en la conversación telefónica y de caracteres *idle* (caracteres utilizados como relleno en la técnica TDM en ausencia de información por transmitir) en las transmisiones de datos, la tecnología *Fast Packet* provee un mejoramiento significativo en la eficiencia de utilización del ancho de banda. Para la voz, corresponde a una mejora de dos a uno o la capacidad de doblar el número de canales de voz de 64 Kbps.

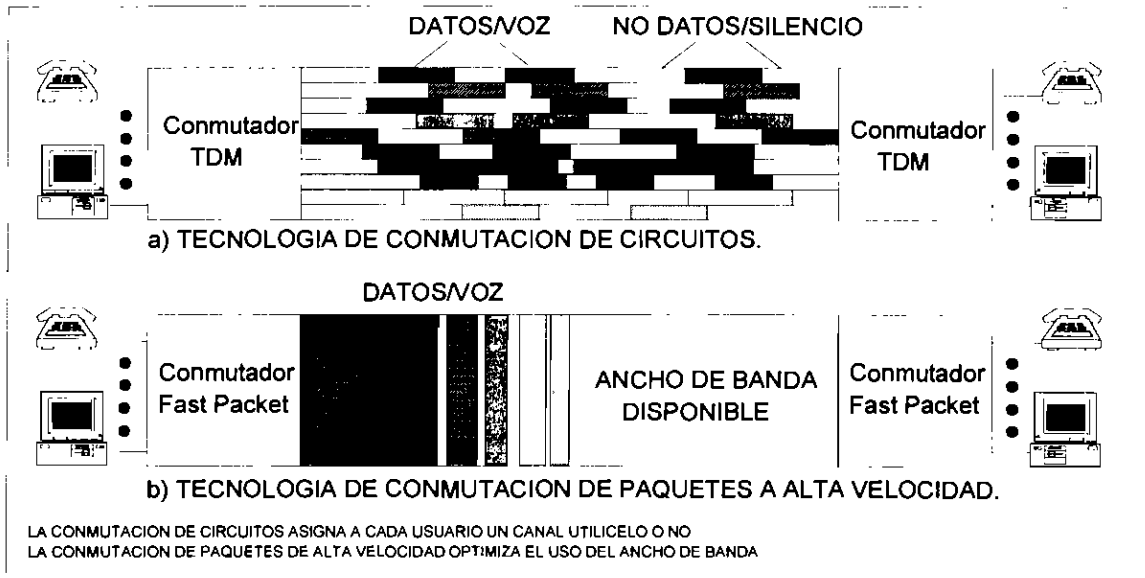


Figura 5-7. Comparación del manejo de ancho de banda TDM y *Fast Packet*.

Adicionalmente, algunos vendedores de nodos *Fast Packet* ofrecen el algoritmo ADPCM para los canales de voz, el cual da una compresión adicional de dos a uno, es decir otros 24 o 30 canales de voz para las tecnologías T1 y E1 respectivamente. Esto implica que en un enlace T1 se puede tener hasta 96 canales de voz (4 * 24) y en un E1

120 canales de voz, lo cual representa un 400% de incremento en el *throughput* sin comprometer la calidad de la transmisión.

Fast Packet es ideal para aplicaciones de datos transmitidos en forma de ráfagas tales como las de redes de área local (LAN), transmisión de gráficos de alta resolución y conexiones *host-to-host*. De igual forma, en estas aplicaciones, mediante supresión de caracteres *idle* (libre), se puede alcanzar una eficiencia de dos o tres a uno. La figura 5-7 presenta una comparación del manejo del ancho de banda entre la conmutación de circuitos y la Conmutación de paquetes a alta velocidad.

Elasticidad.

Si *Fast Packet* tiene un buen funcionamiento bajo condiciones normales, en condiciones de crisis es virtualmente imposible perder datos. En condiciones de fallas en los enlaces T1/E1 la información se reenruta de forma fácil y rápida en cuestión de segundos sin experimentar un retardo apreciable. Esto se debe, como se verá en el numeral 5.2.3, al formato único de la trama utilizado.

Otros beneficios son:

- **Transparencia y rendimiento:** No existe procesamiento de errores en los nodos *Fast Packet* ni retransmisión de paquetes errados.

Ya que los paquetes no son descartados en los nodos *Fast Packet*, se utilizan protocolos enlace a enlace o extremo a extremo para manejar casos de retransmisión de datos perdidos o alterados y para control de flujo. Adicionalmente, los paquetes de datos tienen una prioridad menor que los paquetes de voz.

- **Combinación de varios tipos de tráfico:** Voz, datos, video, fax e imágenes.
- **Sincronización:** Los errores de sincronización afectan a una trama que pertenece a un canal de usuario. En la tecnología de conmutación de circuitos un error o deslizamiento de trama afecta a los 24 ó 30 canales de usuario.

5.2.3 Formato de los Paquetes de Alta Velocidad

La tecnología *Fast Packet* utiliza paquetes de longitud fija, con 24 octetos en total, divididos de la siguiente manera: 3 octetos de cabecera (dos bytes de dirección y un byte que indica el tipo de paquete y el código de redundancia cíclica o CRC) y 21 octetos de información (cada octeto corresponde a un byte) también conocidos como celda de información de usuario. La figura 5-8 presenta el formato de un *Fast Packet*.

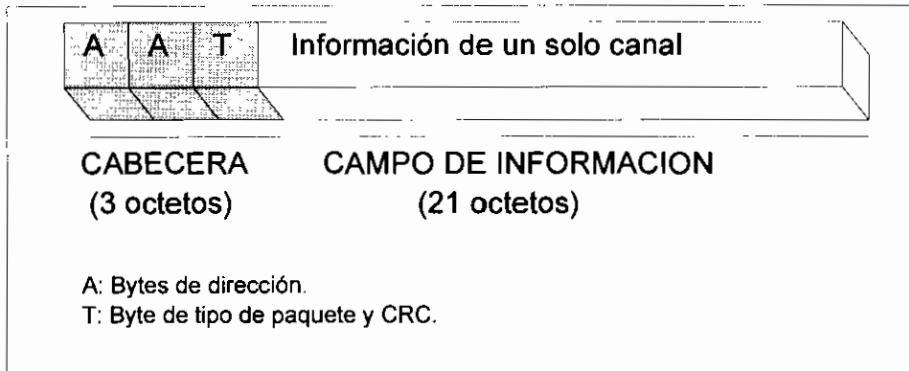


Figura 5-8. Formato de la unidad de Información *Fast Packet*.

El esquema de direccionamiento de los paquetes es muy simple pues se basa en el nivel físico, de acuerdo con la estructura OSI, no permitiendo retransmisiones entre nodos por lo que las colas de paquetes en espera de ser liberados en cada nodo son muy pequeñas, obteniéndose por consiguiente un *throughput* muy elevado y retardos nodales muy bajos.

Al igual que la tecnología TDM utilizada comúnmente en los nodos T1/E1, la tecnología *Fast Packet* utiliza el formato de entramado D4, pero utiliza otras formas para organizar los 193 bits al interior de cada trama. Tradicionalmente, la tecnología T1/E1 asigna sus 24 o 30 *slots* de tiempo o DS0s en forma discreta a cada dispositivo de usuario conectado al multiplexor, de tal forma que cada trama contiene la información de 24 ó 30 usuarios. En la tecnología *Fast Packet* cada paquete que atraviesa la red contiene información destinada a un solo canal.

La tecnología *Fast Packet* dedica toda la trama D4 a un solo usuario (24 octetos = 192 bits) y el bit 193 lo utiliza como bit de entramado. De esta manera cada trama o paquete *Fast Packet* puede ser enviada a su destino mediante circuitos virtuales. Esto evita que los nodos intermedios tengan que desensamblar y reensamblar la totalidad de la trama, como ocurre en los nodos T1/E1. Con la tecnología TDM en lugar de tener circuitos

virtuales para cada trama, cada canal dentro de cada trama tiene una ruta fija, lo cual causa problemas en casos de fallas en los enlaces T1/E1 como se verá más adelante.

5.2.4 Modo de Operación de una Red *Fast Packet*

La conmutación de paquetes a alta velocidad (FPS: *Fast Packet Switching*) se basa en un protocolo orientado a la sesión que utiliza el mismo camino físico a través de la red durante toda la conexión. En este caso, en lugar de utilizar como simples multiplexores, los nodos *Fast Packet* actúan como procesadores nodales.

La ruta a seguir por la información a través de la red es determinada en el primer nodo, el cual tiene acceso a una base de datos que contiene la topología de la red. Esta base de datos contiene información actualizada de la carga en los nodos de conmutación y los enlaces troncales de la red. Periódicamente la base de datos es actualizada en cada nodo para reflejar las capacidades y retardos al interior de la red.

Cuando una llamada es solicitada al nodo origen (nodo al cual está conectado el usuario que inicia una sesión), este nodo busca en su base de datos para escoger la mejor ruta hacia el destino de tal llamada y construye un paquete de control que contiene la identificación de todos los nodos sucesivos que se debe atravesar para llegar al destino requerido. Entonces el nodo origen envía este paquete de exploración al usuario final, si este responde con un paquete de confirmación a través de la misma ruta fijada por el paquete de exploración, se forma un camino físico a través de la red, mismo que deberá ser seguido por todos los paquetes de esta sesión, existiendo en la cabecera de cada paquete el camino a seguir.

En el formato y entramado D4 tradicional (Conmutación de circuitos TDM) los algoritmos de las tablas de enrutamiento pueden introducir un ligero retardo que normalmente es transparente para el usuario. Pero cuando el enlace T1/E1 o el *backbone* de conmutación de circuitos utilizado por el usuario sufre una ruptura, este retardo ligero puede ser extremadamente crítico debido a que los nodos restantes que no han sufrido daños repentinamente tienen que actualizar los algoritmos de sus tablas de ruta. Este procedimiento toma varios minutos durante los cuales las llamadas pueden ser terminadas y las transacciones involucradas se perderán.

En el caso de *Fast Packet*, cuando se calcula inicialmente la ruta para una llamada, el nodo origen también calcula y almacena la información de varias rutas de respaldo o *backup*. En el caso de que un requerimiento de conexión no sea exitoso, el nodo fuente selecciona la siguiente mejor ruta y reinicia la llamada. Si durante la sesión existe una falla en el enlace o en un nodo intermedio, el nodo origen escoge inmediatamente un camino de *backup* y el nodo de destino se ajusta a la nueva ruta. En este caso, las conversaciones de voz y las sesiones de datos son mantenidas. La figura 5-9 presenta un ejemplo de reenrutamiento de paquetes en el caso de una falla en uno de los enlaces T1/E1.

El enrutamiento por vías de *backup* es muy rápido en la *tecnología fast packet*, ya que el ancho de banda T1/E1 es asignado de forma dinámica de tal forma que los paquetes de información de control viajan sin ser fraccionados en canales DS0, como es el caso de la conmutación de circuitos T1/E1 tradicional. De esta forma los caminos alternos son escogidos con mayor rapidez y los paquetes redireccionados por las nuevas rutas de forma casi inmediata.

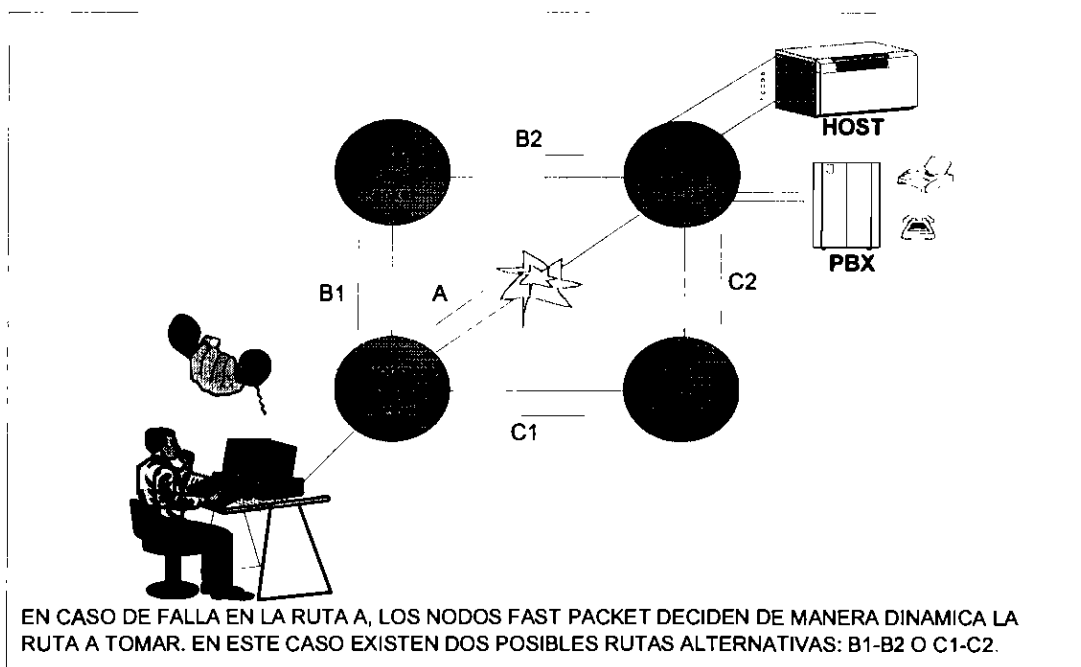


Figura 5-9. Capacidad de reenrutamiento en circunstancias de falla en enlaces *Fast Packet*.

La conmutación de paquetes a alta velocidad es una combinación atractiva de la conmutación de paquetes adaptiva y no adaptiva. FPS elige un camino antes de que la sesión comience (adaptivo) y mantiene tal camino durante toda la sesión (no adaptivo) salvo en casos de fallas. Las continuas actualizaciones de la topología de la red

incrementan la velocidad del establecimiento de la llamada (*call setup*) ya que las rutas son predeterminadas. Más aún, ya que cada nodo almacena la base de datos de la red, no es necesario enrutar el paquete *call request* a un centro de control.

5.2.5 Manejo del Tráfico de Voz en Redes *Fast Packet*

Una red FPS debe garantizar que los paquetes de voz experimenten un retardo tan pequeño como sea posible. El "bufferado" de los bits de voz en el nodo origen está limitado a cerca de 30 ms y la mayoría de los vendedores establecen un límite superior entre 80 y 160 ms como retardo de transmisión unidireccional¹ (del un extremo al otro del enlace). Algunos investigadores² aseguran haber alcanzado retardos nodales de menos de 10 ms y un retardo de tránsito en la red de menos que 55 ms.

Un avance al manejo de retardos establece el manejo del parámetro de retardo total (T) que es ajustado de forma periódica. El nodo de origen inicializa un campo de tiempo de vida en la cabecera del paquete al valor de cero y cada nodo de la red incrementa el campo con su propio valor de retardo (ver figura 5-10). Ya que cada nodo conoce la topología de la red, es posible calcular un tiempo probable de tránsito extremo a extremo con una precisión razonable. Este factor de retardo entre extremos de la red (C) es sumado a una cantidad de tiempo de retardo variable (V) y al retardo acumulado (L) de los nodos. La suma de estos valores debe ser menor o igual al retardo total T:

$$T \leq C + L + V \quad (5.1)$$

donde:

C: retardo constante

L: Retardo nodal

V: Retardo variable

T: Retardo total

Cuando la suma $L + V + C$ excede el valor T el paquete es descartado. El parámetro T es recalculado para mantener el retardo extremo a extremo tan bajo como sea posible de tal forma que los paquetes de voz descartados no excedan el 1% del total

¹ Ver recomendación G.114 del CCITT.

² Revista Data Communications, "How AT&T Plans to Conquer Voice-Data Integrations", Julio-1986.

de paquetes transmitidos. El factor V puede ser alterado para mantener el retardo constante. Si T excede un valor umbral (por ej. 160 ms), las llamadas de voz serán bloqueadas. Más aún, si ocurren condiciones de congestión en la red, algunos esquemas ajustan dinámicamente la razón de la modulación por impulsos codificados diferencial adaptiva (ADPCM: *Adaptive Differential Pulse Code Modulation*) para que aumente su compresión desde 32 Kbps a 24 o 16 Kbps.

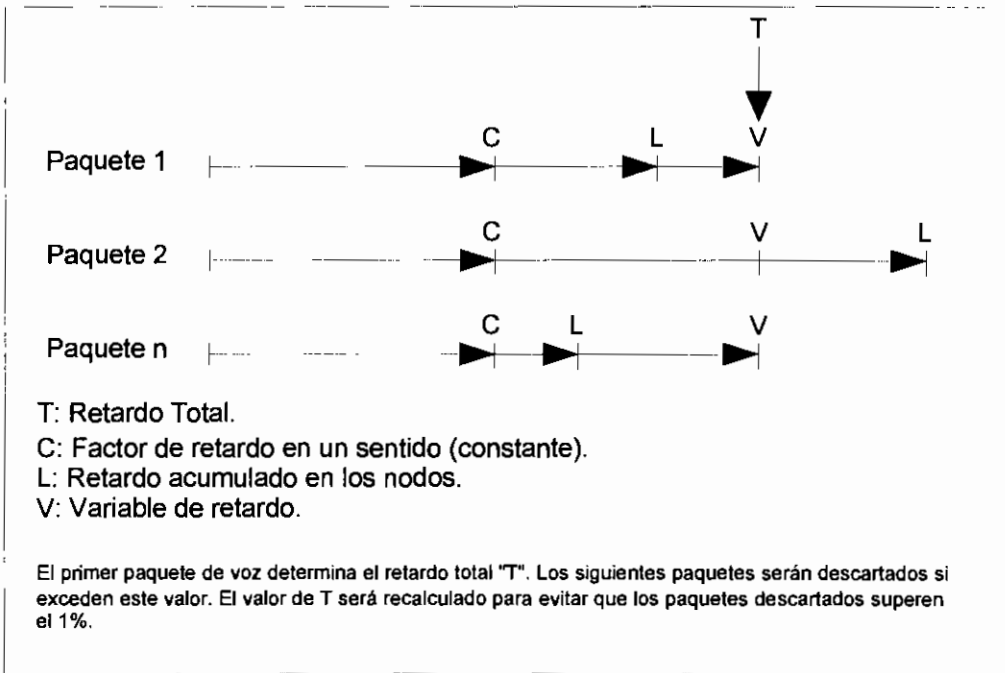


Figura 5-10. Requerimientos de retardo para paquetes de voz en redes *Fast Packet*.

5.2.6 La Tecnología *Fast Packet* frente a la Tecnología X.25

Como se dijo al inicio del numeral 5.2, la tecnología FPS utiliza varias de las convenciones de la conmutación de paquetes, no obstante difiere de ella en algunos puntos importantes:

- a) Asignación del ancho de banda.

Tanto X.25 como FPS manejan el ancho de banda de forma dinámica, pero X.25 lo hace mediante paquetes de longitud variable y con un esquema de direccionamiento multinivel (niveles OSI 2 y 3), mientras que FPS lo hace con paquetes de longitud fija (24 octetos) y direccionamiento de nivel físico (nivel OSI 1).

b) Condiciones de error en la red.

X.25 realiza un procesamiento de los errores que se presentan en la red en cada uno de sus nodos (procesamiento de errores nodo a nodo o enlace a enlace), y de presentarse errores el nodo que recibió el paquete errado pide su retransmisión al nodo inmediato anterior que le envió tal paquete. El retardo presente en la red X.25 depende por tanto del procesamiento de errores y retransmisiones.

En la tecnología *Fast Packet* la red es transparente a los errores y confía su manejo a sistemas de recuperación de errores extremo a extremo. No existen condiciones de retransmisión por lo que el retardo presente es un retardo "confiable" para la liberación de la información.

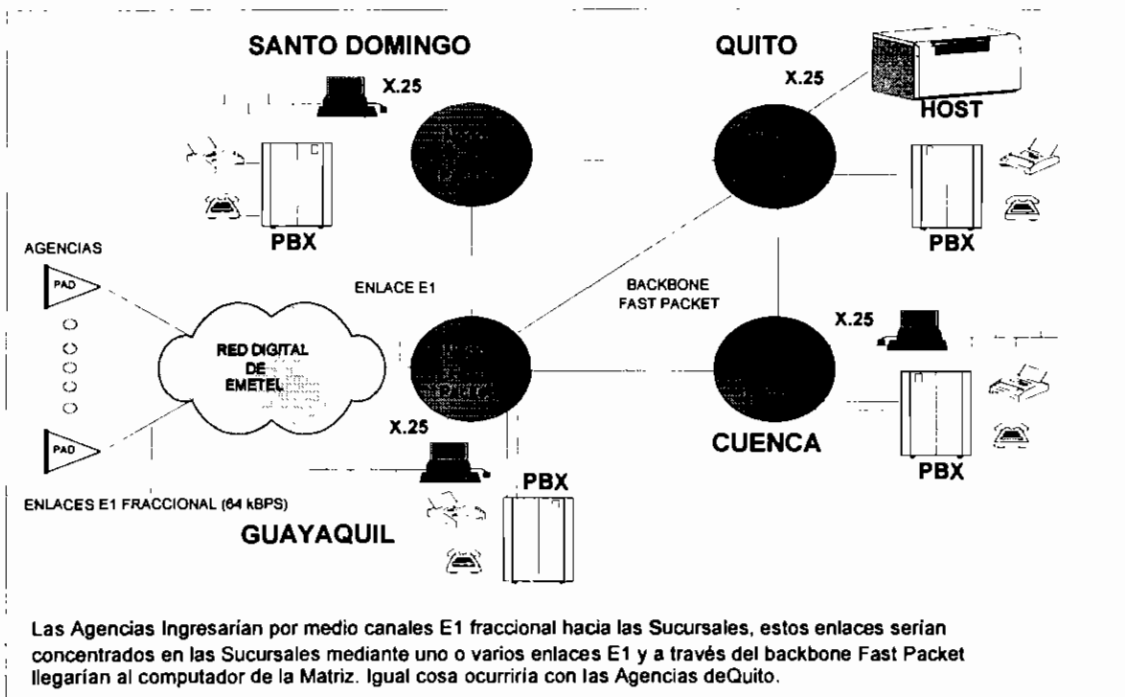


Figura 5-11. Prototipo de red *Fast Packet* para el Banco de la Producción.

Finalmente, se debe anotar que, para el diseño del presente trabajo de tesis, la tecnología *Fast Packet* puede ser aplicable como *backbone* de alta velocidad mediante enlaces de alta velocidad T1/E1 propietarios (a menos de que el EMETEL implemente una red con nodos *Fast Packet*, ya que actualmente utiliza nodos TDM y la implementación T1/E1 constituye la fase B de la implementación del servicio digital) para los nodos de la Matriz y Sucursales del Banco de la Producción, manteniéndose los accesos X.25 desde las Agencias mediante canales digitales nx64 (E1 fraccional), tal como lo indica la figura 5-11.

Además de relacionarse con la tecnología X.25 la tecnología *Fast Packet* suele ser relacionada con los siguientes estándares:

- *Frame Relay* (CCITT I.233), que define el protocolo de acceso a una red de datos de alta velocidad.
- *Asynchronous Transfer Mode* - ATM (CCITT I.36x) en desarrollo, que define una red ISDN de banda ancha, también conocida como *Cell Relay*.

Tales tecnologías serán discutidas en los numerales siguientes de este capítulo.

5.3 LA TECNOLOGIA *FRAME RELAY*

Conforme emergen las aplicaciones y redes tales como las de estructura cliente/servidor, el procesamiento distribuido y las LANs departamentales se vuelven el tráfico principal en una red, al mismo tiempo que cambian las características de tráfico y crean retos adicionales a los administradores de red. Estas aplicaciones tipo ráfaga requieren velocidades altas, enlaces confiables y conectividad económica a la red. La tecnología *Frame Relay* o de trama confiable es una tecnología clave para proveer acceso de datos a las redes de área amplia o extendida en los años 90s.

Esta tecnología posibilita a los usuarios a trabajar con características de tráfico de una serie de aplicaciones a un costo mínimo, mientras que simultáneamente mejora los tiempos de respuesta e incrementa el *throughput*. *Frame Relay* emerge como resultado de la necesidad de un protocolo que requiera de un mínimo procesamiento en los sistemas intermedios, pero que reutilice la base tecnológica LAPD³ existente. Fruto de esta necesidad, el entonces CCITT (hoy ITU únicamente), en conjunto con la *American National Standards Institute* (ANSI) desarrollaron recomendaciones para esta tecnología de punta. En la actualidad existe un Forum de *Frame Relay* encargado de analizar las características existentes de este protocolo y las recomendaciones posibles a nuevas características.

³ Link Access Protocol D, procedimiento de acceso a los canales de datos de las transmisiones ISDN.

5.3.1 Definición

La tecnología *Frame Relay* define un estándar de protocolo de acceso a la red concebido únicamente para la comunicación de datos. No obstante, como se verá más adelante, actualmente existen alcances para la transmisión de otro tipo de información. Esta tecnología ha sido desarrollada en conjunto con los estándares ISDN para proveer un servicio de conmutación de datos simple, de alto rendimiento y que utilice de forma eficiente el ancho de banda disponible. Este servicio suele ser atractivo para enlaces superiores a 64 Kbps hasta 2 Mbps (E1).

Los estándares que definen la tecnología *Frame Relay* son:

American National Standards Institute (ANSI):

- T1 606 Arquitectura *Frame Relay*.
- T1 618 Protocolo de transferencia de datos (*Norma Annex G*).
- T1 617 Administración (*Management*).

CCITT (ITU):

- I.122 Arquitectura *Frame Relay*.
- I.922 Protocolo de Transferencia de Datos.
- I.933 Administración.

Internet Activities Board (IAB):

- RFC 1294 IP e IPX sobre *Frame Relay*.
- RFC 1490 Otros protocolos sobre *Frame Relay*.
- RFC 877 *Frame Relay* sobre X.25.

De acuerdo a estos estándares, una red *Frame Relay* posee las siguientes características:

- Velocidades de acceso altas: desde 56 Kbps hasta 2 Mbps.
- Retardos de red bajos: 50 ms o menos.
- Facilidades de transmisión muy confiables: con tasas de error de 10^{-7} o mejores.

- Información redundante (*overhead*) reducida: No hay corrección de errores, no hay tamaños de ventana y no existe secuenciamiento de paquetes.

5.3.2 Beneficios de la Tecnología *Frame Relay*

La aceptación de *Frame Relay* en el mercado está siendo direccionado por las aplicaciones que esta tecnología puede manejar. En la actualidad, la aplicación que más tiende a difundir esta tecnología es la interconexión de redes de área local, no obstante, *Frame Relay* también beneficia a aplicaciones tradicionales de datos como SNA/SDLC, X.25, BSC y asincrónica entre otras.

Los beneficios de esta tecnología incluyen ahorro de costos de los usuarios finales y el aumento del rendimiento de la red. Estos beneficios pueden ser encasillados en tres grandes grupos:

- a. Costos de Ciclo de Vida.
- b. Disponibilidad de la red.
- c. Optimización de los recursos.

a) Costos de ciclo de vida.

Los interfaces *Frame Relay* proveen tres beneficios significativos relacionados a los costos totales del ciclo de vida asociados a una red de comunicaciones de datos de alto rendimiento. Estos beneficios incluyen:

- Ahorro de hardware por reducción de puertos.
- Ahorro en el costo de líneas en los puntos de acceso a la red y a través de la WAN.
- Mejora del rendimiento de aplicaciones.

Los ahorros en los costos de hardware y de líneas tienen que ver con la reducción del número de puertos de interfaz entre el concentrador o *feeder* y la WAN. Esta reducción de puertos obedece a que *Frame Relay* permite múltiples conexiones virtuales sobre un mismo interfaz conectado al punto de acceso de la red entre el concentrador y el *backbone* de la red, mientras que en las redes de datos convencionales cada conexión a

través la red suele involucrar un puerto físico por separado. La figura 5-12 presenta una comparación de la tecnología tradicional de interconexión de *routers* frente a una implementación *Frame Relay* para este mismo propósito.

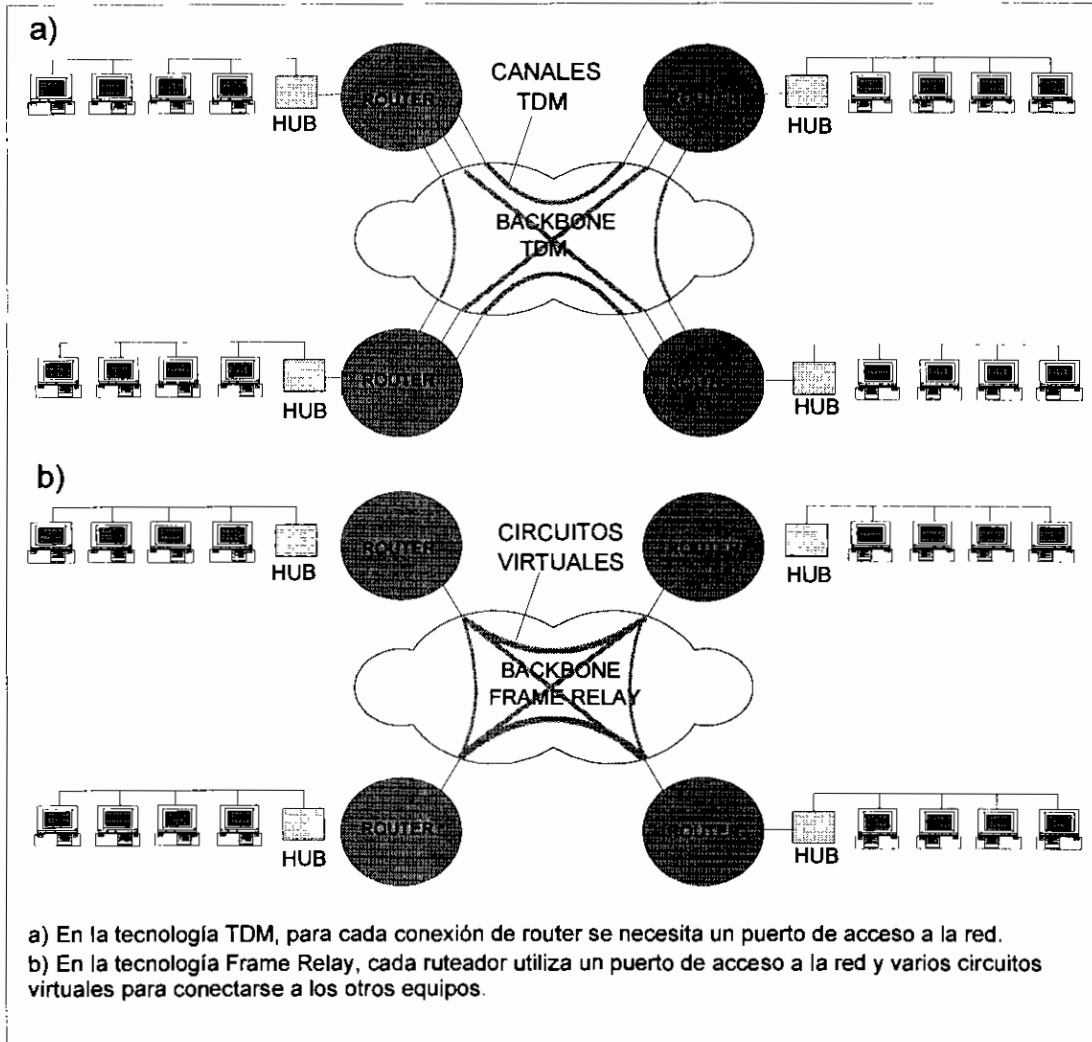


Figura 5-12. Comparación del uso de recursos (puertos y canales) de las tecnologías TDM y *Frame Relay*.

En la tecnología tradicional, para cada conexión entre dos puntos (por ej. entre dos *routers*) es necesario un canal independiente; es por esto que se necesita utilizar un puerto de acceso a la red para cada conexión con cada equipo remoto. En el caso de utilizar la tecnología *Frame Relay*, un solo puerto de acceso a la red contiene varios circuitos virtuales para las varias conexiones de cada equipo con el resto de equipos que se desee conectar. Esta reducción de puertos causa también una disminución en los costos de los enlaces WAN para alcanzar los puertos de acceso a la red pues el número de estos enlaces es menor, frente a la tecnología TDM tradicional.

En cuanto al uso del ancho de banda, los nodos *Frame Relay* suelen eliminar los caracteres de libre o de banderas en casos de ausencia de información, por lo que no envían tales caracteres a la red. De esta forma se tiene un ahorro en el ancho de banda utilizado en la red. La información es transmitida en forma de ráfaga y de forma estadística es posible asignar más ancho de banda a las aplicaciones mediante un aumento de la velocidad del puerto de salida a la red (este proceso es transparente para el usuario, como se verá en el siguiente numeral). Este beneficio toma el nombre de asignación del ancho de banda de acuerdo a su demanda.

Finalmente, debido a que los sistemas extremos se ocupan de la recuperación de errores, la red *Frame Relay* elimina información de *overhead* o de redundancia, con lo que las velocidades asociadas aumentan. Esto se traduce en una reducción del retardo de tránsito de la red, lo cual mejora el *throughput*. Tomando en cuenta que la red *Frame Relay* no tiene *overhead*, los tiempos de transmisión pueden ser calculados de acuerdo a la fórmula 5.2:

$$T_t = T_m/V_i \tag{5.2}$$

donde:

Tt: Tiempo de transferencia de un mensaje

Tm: Tamaño del mensaje en bits

Vi: Velocidad del enlace. También referida con velocidad de la facilidad de acceso a la red.

De esta forma, si se considera mensajes con una longitud de 8000 bytes la fórmula 5.2 se transforma en:

$$T_t = (8000 * 8)/V_i$$

Velocidad del enlace (Kbps)	Tiempo de transferencia (s)
9,6	6,67
56	1,14
64	1,00
256	0,25
1.536	0,0417
51.300	0,00125

Tabla 5-1. Velocidades y tiempos de transferencia para una red *Frame Relay*.

La Tabla 5-1 presenta los tiempos de transferencia de un mensaje para varias velocidades de enlace considerando que los mensajes tienen una longitud de 8000 bytes y que no existe información redundante.

b) Disponibilidad de la red.

Al estar conectados los dispositivos de usuario a los puntos de acceso de la red *Frame Relay*, toman ventaja de las características de enrutamiento de la red, la cual consta de nodos con rutas alternativas para eventos de falla.

c) Optimización de los recursos.

Esta última ventaja es el resultado de las ventajas antes mencionadas. El hecho de realizar una migración hacia una red *Frame Relay* resulta en una mejora del flujo de caja (ahorros provenientes de la eliminación de puntos de acceso a la red, de hardware y de enlaces) que puede ser canalizada por el operador de la red en incrementar los intereses corporativos o los recursos financieros disponibles para cumplir con los objetivos corporativos del proyecto de comunicaciones.

Como valor agregado se tiene el hecho de que una mejor infraestructura de comunicaciones mejora también el rendimiento de las personas y aplicaciones que utilizan la red. Esta eficiencia operativa se traduce en reducción u optimización del personal corporativo lo cual genera un flujo de caja favorable a la empresa, Banco u otra institución que adopte una solución de este tipo.

Otros beneficios de la implementación de una red *Frame Relay* es que permite la migración hacia tecnologías BISDN (Red de servicios digitales integrados de Banda ancha, también conocida como ATM: *Asynchronous Transfer Mode*). Adicionalmente, esta tecnología provee un interfaz estandarizado WAN y LAN/WAN.

Frame Relay se diferencia de *Fast Packet*, en que el primero trabaja bajo canales de velocidad fija, con cierta elasticidad en cuanto a un aumento de velocidad, si es que las condiciones de la red se lo permiten. Por otra parte, *Fast Packet* opera asignando todo el ancho de banda disponible a cada uno de los usuarios, de acuerdo a la ocupación del mismo.

5.3.3 Limitaciones de la Tecnología *Frame Relay*

Como consecuencia de las características de la tecnología *Frame Relay*, especificadas al final del numeral 5.3.1, al evaluar la migración hacia una red que utilice esta tecnología hay que tomar en cuenta las siguientes limitaciones:

Frame Relay no es muy bien manejada por enlaces que utilicen líneas analógicas a menos que éstos sean de buena calidad. También presenta una funcionalidad limitada en cuanto a seguridad, enrutamiento dinámico de paquetes y conversión de protocolos.

Debido a que los retardos de una red *Frame Relay* pueden variar, las aplicaciones de voz no suelen ser muy bien manejadas, no se garantiza un valor fijo de calidad de servicio y puede presentar retardos unidireccionales mayores que las líneas dedicadas.

Adicionalmente, los protocolos que utilizan ancho de banda de forma intensa (por ej. video y transferencias de FEP a FEP) suelen ser revestidos de información redundante.

Finalmente, la recuperación de condiciones de error debe ser manejada por el equipo de los usuarios o sistemas ubicados a los extremos de la red. Esta limitación puede tener consecuencias considerables para equipos asincrónicos, que raramente proveen corrección automática de errores. Además, los paquetes de corrección aumentan la congestión de la red en casos de fallas, causándose errores en cascada.

5.3.4 *Frame Relay* y el Modelo OSI

Como ya se ha mencionado en la definición, *Frame Relay* es una tecnología para acceso de datos a redes WAN. Los principios de arquitectura de esta tecnología son entendidos de mejor forma tomando en cuenta el modelo de referencia OSI. Para los propósitos de *Frame Relay*, el nivel de enlace de datos es dividido en dos subniveles o subcapas, utilizando únicamente el subnivel inferior.

El subnivel inferior se ocupa de servicios de multiplexación, y conmutación y recibe el nombre de subnivel de núcleo del enlace de datos (*Data Link Core*). Además, provee la funcionalidad mínima necesaria para tomar ventaja de las propiedades estadísticas de la

comunicación de datos: delimitación, multiplexación, detección confiable de errores y recuperación de errores mediante descarte de tramas.

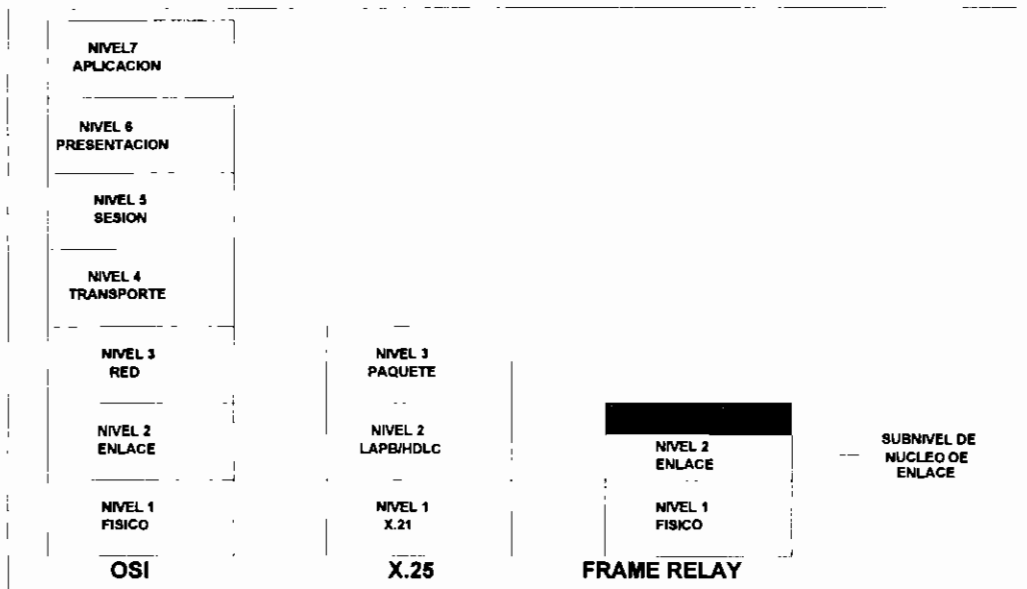


Figura 5-13. Comparación de los niveles de *Frame Relay* frente a los modelos OSI y X.25.

Protocolos tales como X.25 y X.75 asumen que cada sistema intermedio opere con un protocolo completo de enlace de datos en cada segmento de la conexión. La multiplexación, confiabilidad y enrutamiento es realizada por la capa de red. A pesar de que esta funcionalidad incluye un número de ventajas, las limitaciones de la arquitectura del hardware existente y el procesamiento requerido por el protocolo dificultan la implementación de estas tecnologías a altas velocidades.

Frame Relay, por otra parte realiza la multiplexación y confiabilidad en el subnivel de núcleo del enlace de datos, en tanto que las otras funciones del nivel de enlace de datos (por ej. control de secuencia, recuperación de errores y control de flujo) son provistas por los sistemas de los extremos conectados a la subred *Frame Relay*. La figura 5-13 presenta una comparación de los niveles OSI, X.25 y *Frame Relay*.

5.3.5 El Protocolo de Núcleo de Enlace de Datos (*Data Link Core*)

En un modelo de niveles, los protocolos son utilizados para soportar los servicios ofrecidos por cada nivel. Estos protocolos incluyen especificaciones que utilizan una determinada sintaxis y un determinado procedimiento. La sintaxis especifica las posibles

secuencias de bits que pueden tener significado para el protocolo, mientras que los procedimientos especifican la forma en la que puede ser intercambiada la información. La sintaxis del protocolo *Frame Relay* utiliza una sola unidad de datos, llamada trama *Frame Relay*. El único procedimiento asociado a este protocolo es la transferencia de tramas desde una capa a otra del mismo nivel.

Formato de una trama *Frame Relay*.

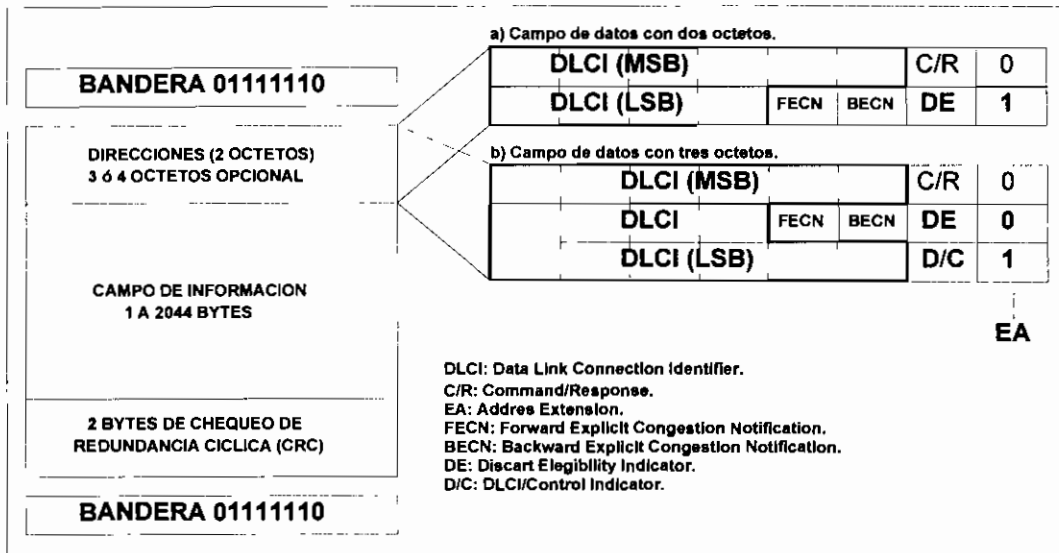


Figura 5-14. Estructura de la trama *Frame Relay*.

La figura 5-14 presenta el formato de una trama *Frame Relay*. Esta trama posee una cabecera un campo de información y un trailer. Cada trama es separada mediante banderas con el valor hexadecimal 7E.

Formato de la cabecera de la trama.

La cabecera de una trama *Frame Relay* es el campo de direcciones y puede tener una longitud de 2 (valor de definición), 3 ó 4 octetos. En este campo, el protocolo de núcleo de enlace de datos realiza la discriminación entre varios canales *Frame Relay* definidos en un mismo interfaz, mediante un campo llamado Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI: Data Link Connection Identifier), el cual es transportado en el campo de dirección del formato de la trama HDLC. Técnicamente, el DLCI no es una dirección sino un número que identifica los canales *Frame Relay* o lo que es lo mismo los canales virtuales individuales de un enlace, por lo que tiene significado local únicamente.

Dependiendo de cuantas conexiones *Frame Relay* deben ser soportadas por un interfaz, este DLCI puede tener una longitud de 10 (valor de definición o *default*), 16 ó 23 bits (1024, 65536 y 8'388.608 posibles DLCIs respectivamente). Para operar bajo el canal D-*ISDN* (ver numeral 5.4) y proveer señalización de control para llamadas y para administración en el canal, algunos valores de DLCI son reservados (del 0 al 15 y del 1008 al 1023). Esto causa que en la actualidad, para un campo de DLCI de 10 bits, no se pueden definir más de 998 conexiones *Frame Relay*.

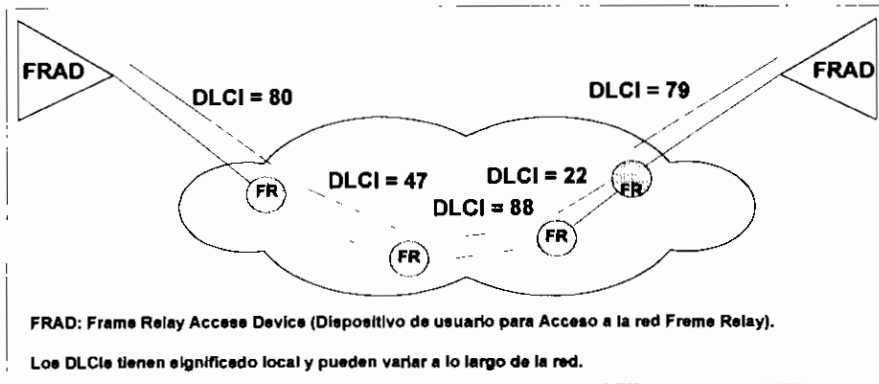


Figura 5-15. Significado local de las direcciones (DLCI) de la trama *Frame Relay*.

La figura 5-15 presenta de forma gráfica el significado "local" de los DLCIs. Los DLCI pueden a lo largo de la red cambiar su valor. Todas las conexiones son actualmente PVCs predefinidos entre los extremos de la red. No obstante, de acuerdo a la norma ANSI T.167 Anexo B e ITU Q.933 anexo A, es posible definir circuitos SVC en una red *Frame Relay*.

Por compatibilidad con el protocolo HDLC, se utiliza el bit C/R como indicativo de que la trama es un comando o una respuesta; este bit es transportado de forma transparente por el protocolo de núcleo de enlace de datos. Adicionalmente existen dos, tres o hasta 4 bits de direccionamiento extendido (EA: address extension) según se utilice una longitud de 2, 3 ó 4 octetos para el campo de direcciones. Al utilizar más de dos octetos aparece un bit denominado DLCI/Indicador de control (D/C) para proveer bits para estandarizaciones futuras. Además existen otros bits que sirven para regular la transferencia de la información bajo condiciones de congestión en la red, estos bits son: Bit de notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN: *Forward Explicit Congestion Notification*), Bit de notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN: *Backward Explicit Congestion Notification*) y Bit de indicador de elección de descarte (DE: *Discard Eligibility*). La figura 5-14 presentó estos subcampos.

Campo de Información.

Ya que cada aplicación causa una longitud de trama diferente, es necesario establecer la máxima longitud de la trama *Frame Relay* dependiendo de las características del medio de transmisión. Si nos encontramos frente a un medio con presencia de errores, la pérdida de tramas de longitud grande será más probable que la pérdida de tramas pequeñas.

La máxima longitud del campo de información será configurada (PVCs) o negociada (SVCs) durante la fase de establecimiento de llamadas. El valor máximo por definición es de 262 octetos pero, existen otras redes o en casos de redes privadas, que permiten longitudes entre 1 y 2044 bytes.

Campo de chequeo de redundancia cíclica.

Este campo posee 2 bytes de longitud y no ha sido diseñado para proteger tramas más extensas que 4000 octetos, las tramas de longitud mayor a esta deberán encapsular en el campo de información los códigos de corrección de errores necesarios. Afortunadamente, la mayoría de estas aplicaciones (tales como *Token Ring* y *FDDI*) si encapsulan tales códigos.

5.3.6 Modo de Operación de una Red *Frame Relay*

Para entender la forma en que una red *Frame Relay* opera es necesario establecer ciertas definiciones:

- a) Velocidad de acceso a la red.

Es la velocidad sincronizada (bps) dada por la conexión física contratada con la red *Frame Relay*.

- b) Tasa de Información confiable (CIR: *Committed Information Rate*).

Es la velocidad promedio (bps) a la cual la red acuerda transferir los datos.

c) Tamaño de ráfaga confiable (Bc).

Es el número máximo de bits que la red acuerda transferir durante un intervalo de tiempo T. De esta forma, se define que:

$$T = Bc/CIR \quad (5.3)$$

d) Tamaño de ráfaga en exceso (Be).

Es el número de bytes de datos en exceso respecto al CIR antes de que la red empiece a descartar los datos.

Como ya se ha indicado en los numerales anteriores, los canales *Frame Relay* se forman mediante PVCs o SVC (establecidos de forma similar que en X.25) que atraviesan la red siendo identificados por DLCIs (Ver figura 5-15). Bajo condiciones normales, los datos son intercambiados utilizando una tasa menor o igual al CIR. Por ejemplo, si un usuario ha acordado con la red *Frame Relay* un CIR = 128 Kbps y un Bc = 128000 caracteres (1024000 bits) y tiene una velocidad de acceso = 1'544.000 bps (sistema T1), el intervalo de tiempo bajo el cual el usuario puede transmitir información sin esperar será:

$$T = Bc/CIR = 1024 K/128K = 8 \text{ segundos}$$

Mientras que el tiempo utilizado para la transmisión de la información (Bc) será de:

$$TBc = Bc/\text{Velocidad de acceso} \quad (5.4)$$

donde TBc es el tiempo de la transmisión de la tasa Bc. Para el ejemplo:

$$TBc = 1024K/1536K = 0,667 \text{ s}$$

Por lo que el usuario, para cumplir con el CIR, deberá esperar para transmitir más información un tiempo igual a:

$$T_{\text{espera}} = T - TBc \quad (5.5)$$

donde T_{espera} es el tiempo de espera para volver a transmitir la tasa Bc.

Para el ejemplo de la página anterior se tendrá que $T_{espera} = 8 - 0,667 = 7,33$ s.

Este ejemplo es válido si la red *Frame Relay* no soporta la transmisión de datos de usuario sobre el valor del CIR. Si la red soporta la transmisión de datos de usuario sobre el CIR, es posible transmitir este exceso de datos marcando en estas tramas el bit de Indicación de elección de descarte (DE). Para el ejemplo anterior, si el usuario envía 128.000 caracteres adicionales dentro del tiempo T definido por la fórmula 5.3 en tramas de 1000 caracteres, el número de tramas que tendrá "seteado" el bit DE será de:

$$\# \text{ de tramas DE} = 128 \text{ K}/1\text{K} = 128 \text{ tramas.}$$

5.3.7 Manejo de Condiciones de Congestión en una Red *Frame Relay*

Los síntomas de que en un red *Frame Relay* existe una condición de congestión son:

- Incremento dramático de la utilización de *buffers* en los nodos.
- El número de paquetes por segundo (pps) promedio o pico excede los umbrales predefinidos en los nodos.

La congestión en una red puede ocurrir como resultado de:

- Falla en el enlace de red o en los equipos.
- Muchos usuarios que simultáneamente estén excediendo su CIR.
- Encolamiento simultáneo de múltiples paquetes de longitud grande.

Estas condiciones de congestión pueden resultar en un aumento del tiempo de respuesta de las aplicaciones (disminución del tiempo de respuesta de los nodos) y en la pérdida de los paquetes.

Existen algunos métodos que una red *Frame Relay* utiliza para prevenir y actuar frente a condiciones de congestión, los principales son:

- Imposición de la velocidad (*Rate enforcement*).
- Mecanismos de realimentación.

Imposición de la velocidad (*Rate Enforcement*).

La primera forma de defensa contra una condición de congestión en las redes *Frame Relay* es evitarla permitiendo que la cantidad de datos en tránsito en la red no sobrepase la capacidad de los *buffers* de los nodos de la misma. A cada DLCI individual se le asigna un CIR y un Bc para cada dirección de transmisión.

Debido a la naturaleza del tráfico en este tipo de redes (tráfico tipo ráfaga) en determinados momentos los DLCI transportan información utilizando su CIR y Bc y en otros se van a un estado de desocupado (sin información). Esto permite que mientras ciertos DLCIs no transmitan información otros lo hagan aún si superan su CIR. El procedimiento de imposición de velocidad causa que aquellas tramas que son transmitidas desde DLCI en exceso de su CIR o Bc dentro del tiempo T sean marcadas mediante el seteo del bit DE.

El parámetro Be (acordado con la red) establece cuántos bytes de datos pueden ser transmitidos en exceso del CIR antes de ser descartados por la red en condiciones normales (sin congestión). Durante períodos de congestión estas tramas pueden o no ser descartadas dependiendo de la disponibilidad de buffers en los nodos de la red.

Mecanismos de realimentación.

Cualquier red que confíe únicamente en la retransmisión de extremo a extremo como mecanismo de recuperación de errores puede enfrentarse en algún momento a un colapso por congestión. El colapso por congestión es una condición degenerativa, en la cual la pérdida de tramas debido a una congestión de la red causa una avalancha de retransmisiones incontroladas que consumen la capacidad de la red enteramente.

Para evitar estos colapsos, las redes *Frame Relay* implementan mecanismos de realimentación para informar situaciones de congestión, con el fin de que los protocolos del usuario reduzcan o incrementen su tráfico de acuerdo a la situación de la red. Existen cuatro mecanismos de realimentación soportados por el nivel de Núcleo de enlace de datos:

- Detección implícita de congestión.

- Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN: *Forward Explicit Congestion Notification*).
- Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN: *Backward Explicit Congestion Notification*).
- Mensaje de administración consolidada del nivel de enlace (CLLM: *Consolidated Link Layer Management Message*).

a) Detección implícita de congestión.

El procedimiento de desechar tramas DE no causa pérdida de datos en las aplicaciones debido a que los protocolos de transporte de los sistemas de los extremos de la red detectan las tramas que faltan y las retransmiten. La pérdida de tramas es interpretada como una condición de congestión, por lo que los sistemas extremos responden reduciendo su flujo de tráfico de dos formas:

- Reducción del tamaño de la ventana de transmisión (*window size*).
- Transmisión de tramas RNR, NACKs, Xoff, etc.

En el caso de tráfico IP la reducción es realizada mediante el Protocolo de Control de transmisión Internet (ITCP: *Internet Transmission Control Protocol*). La velocidad de transmisión puede incrementarse nuevamente cuando exista una reducción en la pérdida de tramas.

b) Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN).

Este mecanismo se utiliza en conjunto con protocolos como los del nivel de transporte del modelo OSI (nivel 4), los cuales operan de tal forma que la velocidad de los datos del dispositivo de origen es controlada por créditos garantizados por el dispositivo de destino como sigue:

- Cada nodo de la red mide la cantidad promedio de datos en sus *buffers* para cada DLCI. Cuando existe un incremento sobre un umbral predefinido, el nodo "setea" el bit FECN en cada trama que pase a través del buffer congestionado hacia el usuario de destino.

- El dispositivo de destino mide la densidad de bits FECN existentes en un período igual a dos veces el valor del retardo de ida y vuelta de la red (*round-trip delay*). Si esta densidad supera el 50%, el dispositivo de destino reduce el número de créditos que envía al dispositivo de origen o transmisor, de tal forma que este último se ve forzado a disminuir su velocidad.

La desventaja de este mecanismo es su lentitud en realizar los ajustes de velocidad especialmente en condiciones de congestión severas.

c) Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN).

Es concebido para trabajar en conjunto con protocolos que operan de tal forma que la velocidad de los datos transmitidos es controlada por el transmisor o fuente (por ej. HDLC, incluyendo el estándar Q.922 que define el control del enlace de datos y SDLC).

El procedimiento de detección de condiciones de congestión en los nodos de la red es manejado de igual forma que en el FECN, pero cuando ocurre una congestión, el nodo "setea" el bit BECN de todas las tramas que son enviadas en el sentido opuesto de las tramas que causaron la congestión, es decir hacia la fuente de la congestión.

Al recibir una trama con el bit BECN "seteado", el equipo del usuario reduce inmediata y drásticamente su velocidad de transmisión (por ej. reduciendo su ventana de transmisión). El incremento o la reducción de la velocidad de transmisión dependerán de la persistencia de bits BECN en las tramas subsecuentes.

d) Mensaje de administración consolidada del nivel de enlace (CLLM).

Este mecanismo es también concebido para operar con protocolos controlados por la fuente. Durante períodos de congestión, el CLLM previene a los transmisores inactivos para que no se activen y permite una notificación de congestión a varias conexiones *Frame Relay* con un solo mensaje. Debido a la complejidad de su implementación no ha sido difundido mayormente.

La implementación de estos mecanismos es opcional tanto para la red como para los sistemas extremos. Los estándares T1.606 ADD1 de la ANSI e I.370 de la ITU definen

el manejo de condiciones de congestión pero dejan su implementación a criterio del fabricante.

5.3.8 La Tecnología *Frame Relay* frente a la Tecnología X.25

El protocolo *Frame Relay* puede ser definido como una versión de elevado rendimiento del protocolo X.25. En efecto, *Frame Relay* se basa en X.25 ya que ambos protocolos coinciden en los siguientes aspectos:

- Son protocolos de acceso a la red en modo de paquete.
- Utilizan paquetes de longitud variable.
- Permiten la asignación del ancho de banda de acuerdo a la demanda.
- Se basan en la multiplexación estadística.
- Proveen una conexión "cualquiera contra cualquiera". Esto quiere decir que cualquier máquina, con cualquier protocolo puede conectarse a cualesquier otra máquina con características iguales o diferentes en cuanto al protocolo nativo utilizando como medio de acceso a la red tanto X.25 como *Frame Relay*.

No obstante, *Frame Relay* difiere de X.25 en que toma ventaja de las redes digitales de alta velocidad con el fin de proveer un elevado *throughput* y un retardo de conmutación bajo, ideal para aplicaciones tales como la interconexión de redes de área local (LAN) de alta velocidad a través de una red de área amplia (WAN). Ya que los servicios de transmisión digital tienen un mejor rendimiento en cuanto a la tasa de errores (sobre 10^{-7}) y que los sistemas de los extremos (computadoras con aplicaciones a ser interconectadas a través de la red) son cada vez más inteligentes, *Frame Relay* no se ocupa de realizar procedimientos de recuperación de errores y delega tal función a los sistemas de los extremos del enlace.

Al eliminar información de *overhead* para la recuperación de errores, también se elimina la necesidad del chequeo de consistencia de los datos en los nodos intermedio, por lo que se disminuye el tiempo de procesamiento de los paquetes en estos nodos consiguiéndose un mejor *throughput* y la posibilidad de acarrear la información a velocidades más elevadas (respecto a X.25).

Al igual que los PADs concentran una diversidad de protocolos para enviarlos sobre uno o varios enlaces X.25, los FRADs (*Frame Access Devices*) lo hacen para el protocolo *Frame Relay*. Las principales características de estos dispositivos son:

- Soporte de protocolos seriales tradicionales (asíncrono, SNA/SDLC, Burroughs Poll Select, etc.) con implementaciones de "poleo" local (*local spoofing*).
- *Throughput* adecuado con retardos de paquetización bajos.
- Configuración precisa del CIR.
- Soporte de congestión implícita y BECN.
- Protección de conexión para los protocolos.
- Estadísticas del FRAD.

Para el caso específico de la red del Banco de la Producción, es posible implementar a futuro enlaces *Frame Relay* entre los PADs (que en este caso deberían transformarse en FRADs) de las Agencias cuyos enlaces sean sumamente confiables (las otras permanecerían con X.25) y para los accesos directos de las redes de área local de la Matriz y Sucursales, mediante *routers* con puertos *Frame Relay* hacia un *Backbone Frame Relay* o *Fast Packet*, tal como lo indica la figura 5-16.

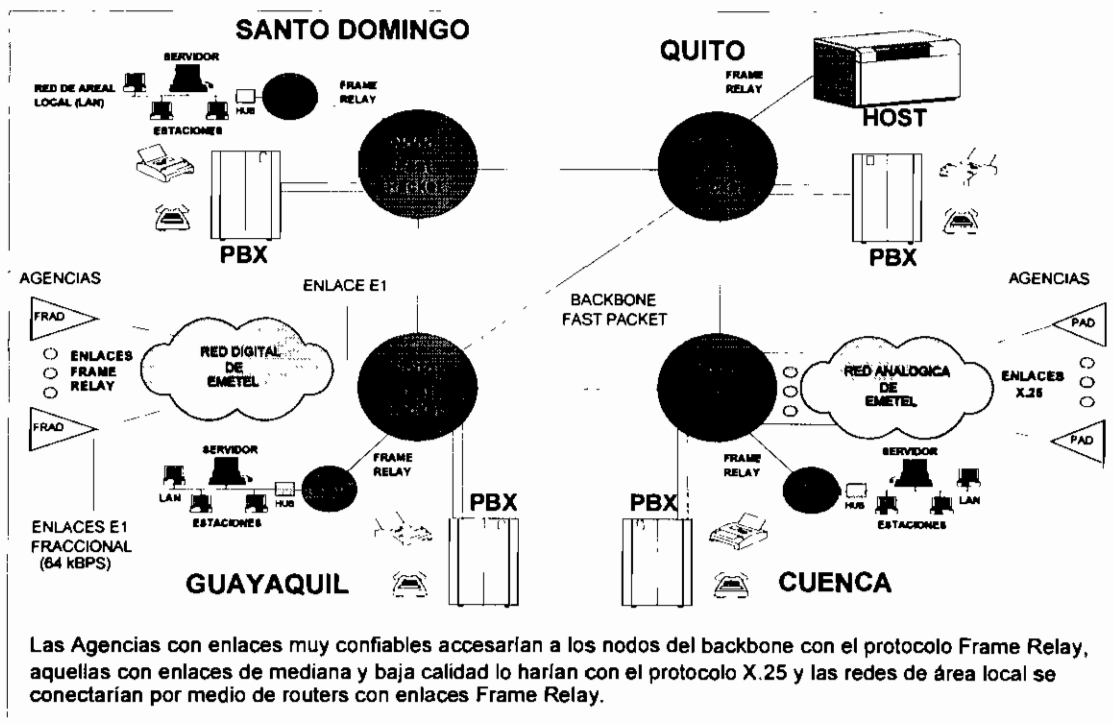


Figura 5-16. Prototipo de red *Frame Relay*/*Fast Packet* para el Banco de la Producción.

5.4 APLICACIONES DE VOZ, VIDEO Y DATOS SOBRE UNA MISMA RED DE ALTA VELOCIDAD

El mundo de las comunicaciones en nuestro mundo evoluciona con tal rapidez que resulta imprescindible el contar con una red única que pueda implementar varios tipos de servicios, con el fin de evitar redes en paralelo, una para cada clase de servicio. De este hecho nace la necesidad de una red que provea conectividad universal extremo a extremo bajo líneas digitales. Este servicio debería integrar todos los servicios de información actualmente dispersos y permitir acceso a ellos mediante un solo grupo de interfaces estandarizados.

Bajo la red descrita en el párrafo anterior sería factible transportar datos, voz, imagen, facsímil, etc., de forma simultánea, sobre el mismo medio de transmisión. Justamente esta es la definición de una red de servicios integrados (ISDN: *Integrated Services Digital Network*). En los numerales siguientes se dará una explicación global de este tipo de tecnología y su proyección hacia redes B-ISDN de banda ancha que podrían ser implementadas en nuestro país en un futuro no tan lejano.

5.4.1 La Red Digital de Servicios Integrados

La ITU (antes CCITT) define una red ISDN como: "una red desarrollada desde la red telefónica digital integrada que provee conectividad digital extremo a extremo para soportar un amplio grupo de servicios, a los cuales los usuarios tiene acceso por medio de un conjunto limitado de interfaces estándares multipropósito". La concepción de una red ISDN primeramente fue el resultado del movimiento general de las redes de telefonía hacia la transmisión digital. En segundo lugar y como factor importante de la evolución hacia ISDN está la digitalización de la última milla, es decir la entrega en el escritorio del usuario del servicio digital, en lugar de un enlace analógico con las respectivas consecuencias de mejora de velocidad, precisión de los datos, flexibilidad de la red, etc.

Servicios de una red ISDN.

De acuerdo a la ITU, los servicios ISDN pueden ser clasificados en tres categorías:

- Servicios de portador (*Bearer Services*).
- Teleservicios o servicios a distancia.
- Servicios suplementarios.

Servicios de Portador.- Básicamente son aquellos disponibles bajo las redes analógicas y digitales tales como transporte de voz y conmutación tanto de circuitos (TDM) como de paquetes (X.25) pero de una manera más rápida, con mayor disponibilidad y posiblemente con menor precio. Entre estos servicios ISDN también se incluye el servicio *Frame Relay*.

Servicios a distancia o teleservicios.- Son servicios de procesamiento de información provistos por la red ISDN y pagados por el usuario con una cuota. Estos servicios incluyen correo electrónico (e-mail), videotexto, teletexto y facsímil.

Servicios suplementarios.- Comprenden la mayoría de las características asociadas con las llamadas tales como: marcado rápido (*fast-dialing*), emisión de llamadas, notificación de tarificación, conferencias, etc.

5.4.2 Componentes de una Red ISDN

Los componentes de una red ISDN (ver figura 5-17) de acuerdo al CCITT son:

- Equipo Terminal 2.
- Adaptador de Terminal.
- Equipo Terminal 1.
- Terminación de red 2 (NT2).
- Terminación de red 1 (NT1).
- Terminación de línea (LT).
- Terminación de intercambio conmutado (ET).

Equipo Terminal 2 (TE2).- Representa los dispositivos no compatibles a ISDN (líneas telefónicas analógicas, PCs, terminales, computadoras, multiplexores estadísticos, PADs X.25, etc.).

Adaptador de Terminal (TA).- El cual provee compatibilidad ISDN a los dispositivos TE2.

Equipo Terminal 1 (TE1).- Representa los equipos compatibles con la red ISDN. Ejemplos son un teléfono digital, un terminal de voz y datos integrados o un "ruteador" con tarjeta ISDN.

NT2.- Provee concentración y conmutación de líneas ISDN en el lado del usuario. Sus funciones corresponden a los niveles 2 y 3 del modelo OSI. Ejemplos de este dispositivo son una PBX digital, un controlador de terminales y una LAN.

NT1.- Terminación de la acometida de la compañía telefónica local, conocida también como lazo local. Sus funciones corresponden al nivel 1 del modelo OSI, funciones eléctricas y físicas, representando la frontera entre el usuario y la portadora (Empresa telefónica). Típicamente los dispositivos NT1 realizan además funciones de mantenimiento de la línea tales como lazos.

Las funciones NT1 y NT2 pueden ser realizadas por un mismo dispositivo que las combine.

LT.- Función de terminación de la línea en la oficina telefónica central.

ET.- Representa la función de terminación del intercambio conmutado en la oficina telefónica central.

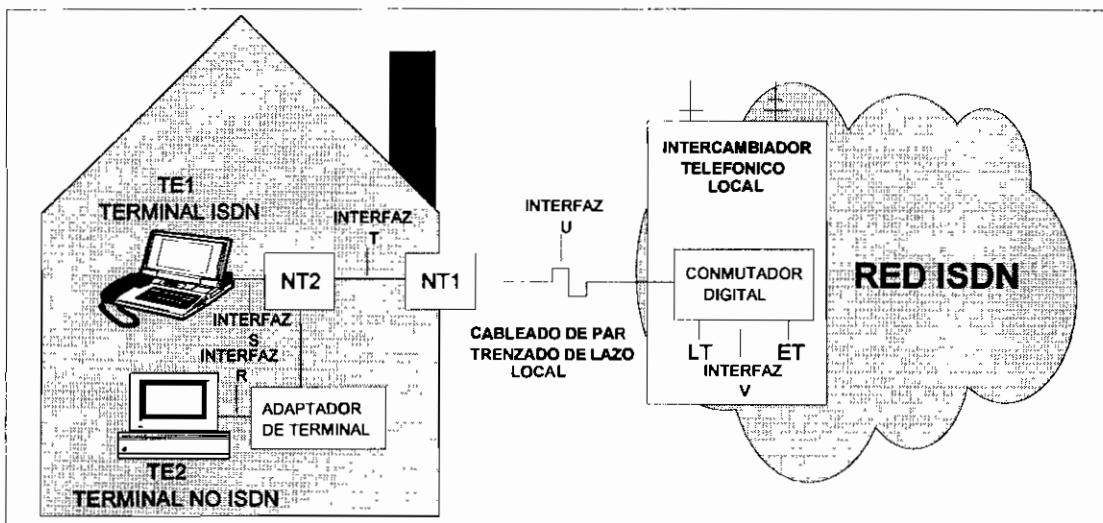


Figura 5-17. Componentes e Interfaces en una Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

5.4.3 Interfaces de Acceso a una Red ISDN

Con el fin de flexibilizar la interconexión hacia una red ISDN, el CCITT ha definido cinco tipos de interfaz universal, pudiendo ser estos interfaces cualquier equipo de usuario preexistente que realice las funciones definidas por el CCITT, independientemente de su fabricante. La figura 5-17 indica la ubicación de cada uno de estos interfaces.

El interfaz notado como R en la figura 5-17, realiza la interconexión entre el equipo no estándar y el adaptador de terminal. Existen muchos interfaces del tipo R y algunos de ellos son propietarios. Los interfaces del tipo S realiza la interconexión hacia el dispositivo de conmutación del usuario (NT2) tanto para los dispositivos ISDN compatibles como para aquellos que lo hacen a través de un adaptador de terminal. Eléctricamente los interfaces S y T son idénticos, pero, mientras el interfaz S transporta las llamadas entre los dispositivos de los usuarios, el interfaz T transporta la información de y para la red ISDN.

El interfaz del tipo U, de acuerdo al CCITT puede ser definido de acuerdo al país en el que vaya a operar la red ISDN. A diferencia de los interfaces del tipo S y T, los cuales usan 8 hilos, 4 para las comunicaciones y los otros 4 para varias opciones, los interfaces tipo U manejan dos hilos, los cuales son divididos por la tecnología ISDN en varios canales, de tal forma que se pueda multiplexar un mayor número de aplicaciones.

Finalmente se encuentra el interfaz tipo V, el cual separa la función de terminación de línea (LT) de la función de terminación de intercambio conmutado (ET).

Todos estos tipos de interfaz han sido definidos por el CCITT de una forma conceptual.

5.4.4 Modo de Operación de una Red ISDN

La Red Digital de Servicios Integrados está definida por un conjunto de estándares de arquitectura abierta dando lugar a varias interpretaciones de los vendedores, pero con similares características de operación. Los esfuerzos del CCITT han conducido a la definición de dos tasas de transmisión en una red ISDN. La primera tasa de transmisión es definida por el denominado Interfaz de Velocidad Básica (BRI: Basic Rate Interface), el cual permite una velocidad de operación de 192 Kbps, 144 Kbps para datos de usuario y

los restantes para el formato de entramado. Para alcanzar esta velocidad, la compañía telefónica "divide" su lazo local de par trenzado en tres canales distintos: dos de 64 Kbps, denominados canales "B" y uno de 16 Kbps, denominado canal "D", por lo que este sistema se conoce como sistema "2B + D".

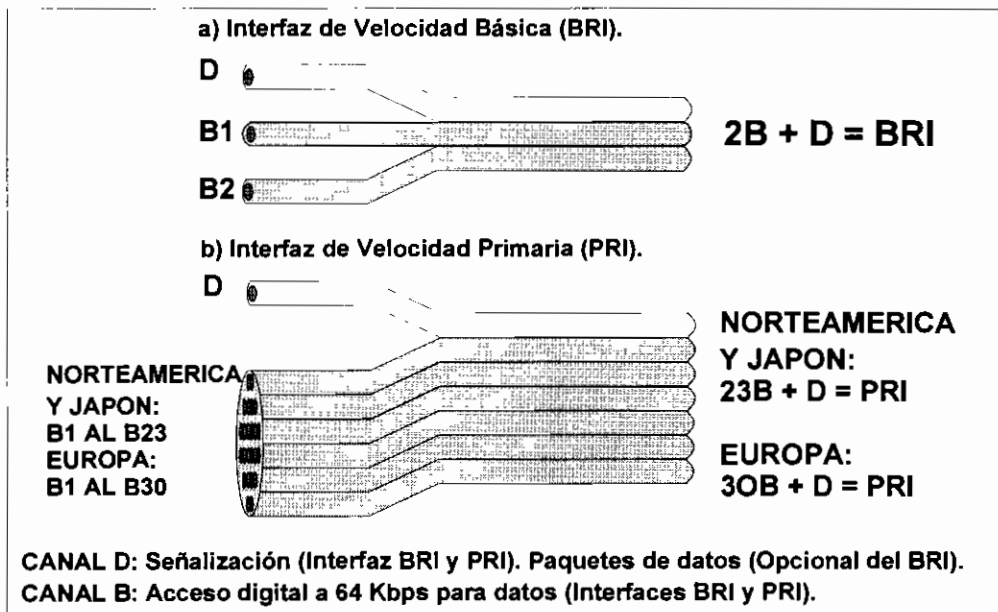


Figura 5-18. Interfaces de acceso a una Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

Los canales "B" son utilizados para transportar voz y/o datos, mientras que los canales "D" son utilizados para la señalización de establecimiento y liberación de llamadas sobre los canales B. El canal D también puede transportar datos X.25 a una red de conmutación de paquetes a velocidades bajas⁴ (por ej. 9.6 Kbps).

La segunda tasa de transmisión está definida por el Interfaz de Velocidad Primaria (PRI: *Primary Rate Interface*). En Norteamérica y Japón, este servicio "divide" el par trenzado en 23 canales "B" de 64 Kbps y un canal "D" de 64 Kbps por lo que se conoce como sistema "23B + D" alcanzando una velocidad de 1544 Kbps (T1). En Europa el PRI consiste de 30 canales B de 64 Kbps y un canal D de 64 Kbps, conocido como sistema 30B + D alcanzando una velocidad de 2048 Kbps (E1). La figura 5-18 representa los dos tipos de interfaz mencionados.

El interfaz PRI utiliza dos pares trenzados en cada lado del dispositivo de terminación de red 1 (NT1) y es eléctricamente idéntico al servicio T1/E1. Adicionalmente,

⁴ Ver referencia bibliográfica 22, pg. 14.

se definen canales de una velocidad mayor a 64 Kbps: los canales "H". Por ejemplo, el canal H0 equivale a 6 canales B de 64 Kbps, es decir 384 Kbps.

Para la integración del tráfico de voz a una red ISDN se utiliza la técnica PCM digitalizando cada conversación hacia una tasa de 64 Kbps, mientras que los datos del usuario son convertidos por el adaptador de terminal (si es que el dispositivo no es ISDN compatible) en una señal sincrónica de 64 Kbps. Ambos tipos de información son transportados a través de un canal B.

Una ISDN también define la forma en la cual los datos de varios usuarios deben ser multiplexados bajo un mismo canal "B". Los adaptadores de terminal usualmente convierten el interfaz del usuario en un interfaz compatible con uno de los cuatro estándares definidos por el CCITT para una red ISDN: V.110, V.120, X.30 y X.31 (esta última norma es utilizada para comunicar usuarios X.25 sobre una red ISDN).

La norma V.120 incluye la transmisión TDM y STDM como métodos de multiplexación de la información proveniente de varios usuarios y/o de diferentes aplicaciones, teniendo proyecciones para el uso de uno de los servicios ISDN denominado *Frame Relay*. Las normas V.110/X.30 determinan el uso del sistema TDM como método para transportar información de diferentes tipos y usuarios por el mismo medio.

5.4.5 Protocolos Asociados al Canal D de una Red ISDN

El nivel de enlace de datos utilizado en el canal D, denominado LAP-D (*Link Access Protocol-D Channel*), tiene que ver con dos niveles de multiplexación. Primero, en el lado del suscriptor o usuario pueden existir múltiples dispositivos de usuario compartiendo el mismo interfaz físico. Segundo, dentro de cada dispositivo de usuario pueden existir múltiples tipos de tráfico. Para acomodar estos niveles de multiplexación⁵, el protocolo LAP-D emplea una dirección que consta de dos partes: el Identificador de Extremo de Terminal (TEI: *Terminal Endpoint Identifier*) y el Identificador del Punto de Acceso al Servicio (SAPI: *Service Access Point Identifier*). Esta dirección (SAPI y TEI) es conocida como Identificador de Control del Enlace de Datos (DLCI: *Data Link Control Identifier*).

⁵ Multiplexación de múltiples sesiones en el canal D.

Adicionalmente, el campo de dirección contiene bits de extensión, los cuales proveen más bits para definir un mayor número de DLCIs; la presencia de un "1" en esta extensión indica que es el fin del campo de dirección. Este campo posee además un bit de comando/respuesta (C/R) para identificar el tipo de trama del que se trata, "1" indica comando y "0" respuesta. Típicamente, cada usuario tiene un único TEI, pero es posible asignar varios TEIs a un solo dispositivo, éste es el caso de un concentrador de terminales. El SAPI identifica a un usuario de nivel 3 de LAP-D. De acuerdo al CCITT, se definen tres valores de SAPI:

- SAPI = 0 Procedimientos de control de llamada, para establecer los circuitos de los canales "B" (información de señalización).

- SAPI = 16 Comunicaciones de paquetes para soporte X.25 sobre el canal D (datos).

- SAPI = 63 Procedimientos de administración, para aplicaciones futuras (información de administración).

La figura 5-19 presenta el formato de la unidad de datos del protocolo LAP-D (PDU: *Protocol Data Unit*) para ISDN.

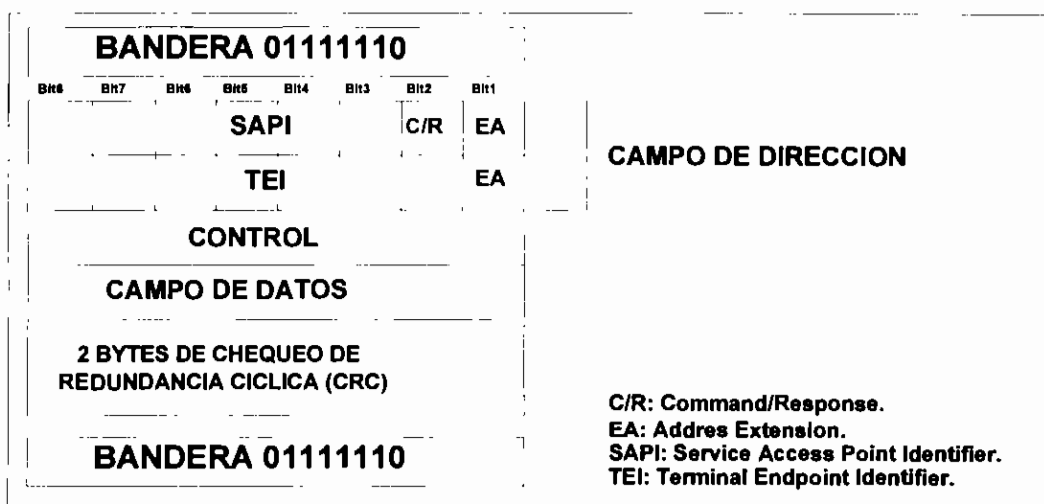


Figura 5-19. Formato de la Unidad de Datos LAP-D para una Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

Generalmente el TEI es negociado con la red ISDN, mientras que el SAPI para el usuario es establecido por la portadora u organismo telefónico.

Señalización y control de llamadas.

Una característica decisiva para la difusión de ISDN es que utiliza señalización "fuera de banda" también denominada por canal común (al igual que las redes digitales) sobre el canal "D" para el control de los canales B. Esto permite tener señalización de las llamadas mientras estas ocurren, contrariamente a la señalización "en banda" utilizada por las redes telefónicas analógicas. Este tipo de señalización está definido en la norma Q.931 del CCITT y constituye el sistema de señalización número 7 (SS#7: switch-to switch # 7) o CCITT#7 que intenta definir la arquitectura completa de la señalización entre conmutadores a nivel mundial.

Para la señalización de control de llamadas se utiliza el nivel 3 del canal "D". Este nivel provee los procedimientos para establecer las conexiones en los canales "B" que comparten el mismo interfaz hacia la ISDN. Adicionalmente provee señalización de control entre los usuarios conectados.

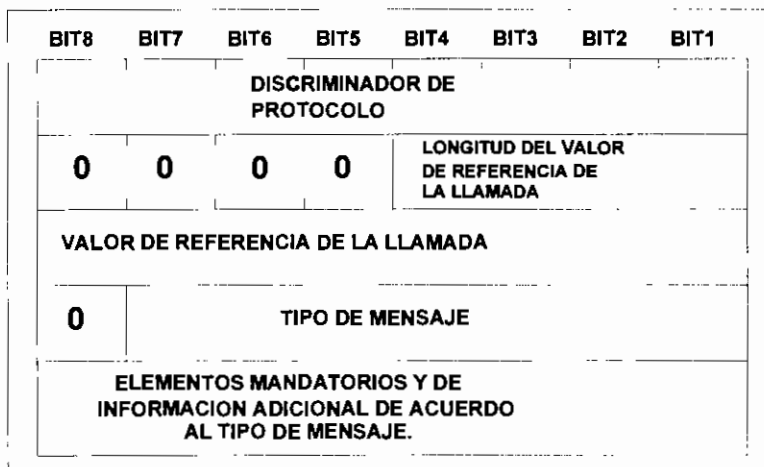


Figura 5-20. Formato de la unidad de datos del control de llamadas para una red ISDN.

La figura 5-20 presenta el formato general de la unidad de datos del protocolo de control de llamadas (PDU). El discriminador de protocolo es utilizado para distinguir mensajes de control de llamadas de usuarios de la red, de otro tipo de mensajes. El campo de referencia de llamada tiene que ver con un circuito de canal "B" en particular; al igual que en X.25 (número de canal lógico) y *Frame Relay* (número de DLCI), tiene únicamente un significado local.

El campo de tipo de mensaje define la clase de mensaje intercambiado entre el usuario y la red, pudiendo ser de establecimiento, alerta y conexión. Finalmente, cada

mensaje tiene asociado un campo de información que contiene parámetros de la función solicitada. Por ejemplo el mensaje de establecimiento (*setup*) inicia el proceso de establecimiento de llamada e incluye la dirección de destino como un parámetro.

5.4.6 Redes ISDN de Banda Ancha (*Cell Relay*)

El imaginar una red de alta velocidad que no solamente transporte voz, datos, imágenes y video hacia el usuario, sino que también ofrezca tiempos de respuesta en el orden de los milisegundos sea entre ciudades o continentes, nos transporta a una era futurista de comunicaciones multimedia de alta velocidad operando a velocidades de varios Gigabits por segundo.

Si bien el párrafo anterior define una red casi ideal no implementada hasta esta fecha, nos indica también el potencial que tienen las tecnologías de banda ancha, entre ellas la de celda confiable o *Cell Relay*, una nueva tecnología que promete ser el bloque fundamental de las redes de alta velocidad de aquí a varios años. Existe un consenso a nivel de toda la industria que la tecnología *Cell Relay*, también denominada ATM: *Asynchronous Transfer Mode* o ISDN de banda ancha (B-ISDN: *Broadband ISDN*), es la tecnología ideal para una red de conmutación de alta velocidad; en los párrafos siguientes se demostrará que tal afirmación es totalmente razonable.

Para empezar, las portadoras públicas han empezado a introducir servicios basados en celdas (especialmente en Europa) como el Servicio de Datos Multimegabit Conmutados (SMDS⁶: *Switched Multimegabit Data Service*). Estas portadoras tienen para esta fecha en pruebas varios conmutadores *Cell Relay* y planean reemplazar los multiplexores TDM T1/E1 con este tipo de equipos.

El modo de transferencia asincrónica (ATM) fue propuesto inicialmente por el sector industria⁷ de telecomunicaciones y el entonces CCITT (ahora ITU) en 1988 recomendó que ATM y SONET⁷ (Red Óptica Sincrónica) deberían formar la base de las redes ISDN de banda ancha, ATM para los ambientes WAN y SONET para los ambientes LAN. De esta forma, se establecieron dos estándares *Cell Relay*: el IEEE 802.6, también

⁶ SMDS es un servicio público de paquetes de datos basado en la norma IEEE 802.6 (Red de Área Metropolitana), que puede utilizar como infraestructura de comunicaciones, varias tecnologías B-ISDN, tales como SONET y ATM. Para mayor información, ver Referencia 23, pg. A1.

⁷ SONET: Synchronous Optical Network, estándar para transmisiones digitales en rangos desde 51,84 Mbps hasta más allá de los 2,4 Gbps. Revista Data Communications, "Top 20 Standards", Septiembre 1992, pg. 65.

denominado Bus Dual de Encolamiento Distribuido (DQDB: *Distributed Queue Dual Bus*) para redes metropolitanas (MAN: *Metropolitan Area Network*) y el estándar ATM del CCITT para redes WAN. En la actualidad existe un número considerable de estándares y recomendaciones relacionadas al Interfaz de Usuario a la red (UNI: *User Network Interface*) y el interfaz de red a red (NNI: *Network-to-Network Interface*) definidas por el Foro ATM, organismo constituido por grupos de estandarización tales como la ANSI (*American National Standards*, la ITU y el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). En realidad la tecnología ATM puede ser definida en varias formas: como un interfaz físico, como una tecnología de conmutación o como una tecnología de red unificada.

5.4.7 La Tecnología ATM y el Modelo de Referencia B-ISDN

La tecnología *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) es una tecnología basada en la conmutación de celdas orientada a la conexión y diseñada para soportar una amplia variedad de servicios incluyendo, *Frame Relay*, SMDS y emulación de circuitos. La tecnología ATM utiliza paquetes de una longitud fija y reducida (53 bytes) sobre facilidades de transmisión de banda ancha o banda angosta. Se denomina asincrónica ya que las celdas que contienen datos de usuario no requieren ser transmitidas de forma periódica. La característica de transmisión de celdas de forma asincrónica junto con las características multimedia, permiten que sobre redes ATM sea posible la transmisión simultánea de ambos tipos de tráfico, el de paquetes y el de circuitos, de forma totalmente transparente para las aplicaciones. ATM fue diseñada para proveer grandes cantidades de ancho de banda de forma económica y en demanda, esto quiere decir que cuando el usuario no necesite acceder a la red, su ancho de banda puede ser utilizado por otro usuario o conexión que si lo necesite.

La tecnología de conmutación de celdas combina los beneficios del *Fast Packet Switching* para los datos y del *Circuit Switching* para el transporte de voz. Al igual que X.25 y *Frame Relay*, la tecnología ATM utiliza unidades de información direccionadas, pero de una longitud única muy pequeña de 53 bytes denominada "celda". Cinco de estos 53 bytes son utilizados como cabecera y 48 como *trailer*. La figura 5-21 presenta el modelo de referencia B-ISDN y esquematiza el modelo de niveles utilizado por la tecnología ATM.

El modelo de referencia B-ISDN describe la funcionalidad de la tecnología ATM utilizando un modelo similar al de OSI, pero redefine los tres primeros niveles notándolos como: Nivel Físico, Nivel ATM y Nivel de Adaptación ATM⁸ (AAL: *ATM Adaptation Layer*).



Figura 5-21. Modelo de referencia B-ISDN.

Nivel Físico.

Este nivel define el interfaz con el medio de transmisión. En esta definición se incluye el interfaz físico, las velocidades de transmisión y cómo las celdas ATM son convertidas a la señal de la línea. De forma distinta a varias tecnologías LAN, como la *Ethernet*, la cual especifica el medio de transmisión, ATM es independiente del transporte físico de la información. Las celdas ATM pueden ser transportadas sobre una red SONET, una red SDH⁹ (*Synchronous Digital Hierarchy*), T3/E3, T1/E1 o sobre modems de 9600 bps.

Existen dos subniveles en el nivel físico de ATM con el fin de separar el medio de transmisión de la extracción de datos: El subnivel Dependiente del Medio Físico (PMD: *Physical Medium Dependent*) y el subnivel de Convergencia de Transmisión (TC: *Transmission Convergence*). El subnivel PDM tiene que ver con los detalles específicos de un nivel físico: la velocidad de transmisión, el tipo de conector físico, la extracción del reloj, etc. El subnivel TC tiene que ver con la extracción del contenido de la información de la transmisión de datos del nivel físico; esto incluye la generación y chequeo de errores de

⁸ Stratacom, "The BPX/AXIS System Description", California-USA, 1995, pg. 29.

⁹ Estándar similar a SONET que define accesos de velocidades en el orden de T1/E1 y T3/E3 a redes de fibra óptica de alta velocidad. Revista Data Communications, "Rebuilding the World's Public Networks", Diciembre-1992, pg. 60.

la cabecera, la extracción de celdas desde los datos que fluyen y el procesamiento de celdas libres.

El nivel ATM.

Este nivel define el formato de las celdas y su manera de fluir sobre las conexiones lógicas en una red ATM. Desde el punto de vista de estructura de la celda, ésta consiste, tal como lo indica la figura 5-22, de 5 bytes de cabecera y 48 bytes de trailer, es decir 53 bytes. La cabecera contiene la dirección de la celda ATM y otra información de valor, mientras que el *trailer* contiene los datos del usuario. Existen dos tipos de cabeceras de celdas ATM: una para el Interfaz de Usuario a Red (UNI: *User-to-Network Interface*) y otra para el Interfaz de Red a Red (NNI: *Network-to-Network Interface*). Las celdas son transmitidas de forma serial y se propagan por la red ATM en una secuencia numérica muy estricta. La longitud del *trailer* fue escogida como un compromiso entre una celda grande, la cual es más eficiente para la transmisión de tramas de datos grandes y una celda pequeña, la cual minimiza el retardo de procesamiento de extremo a extremo, lo cual es ideal para la transmisión de voz, video y de protocolos sensitivos a retardos.

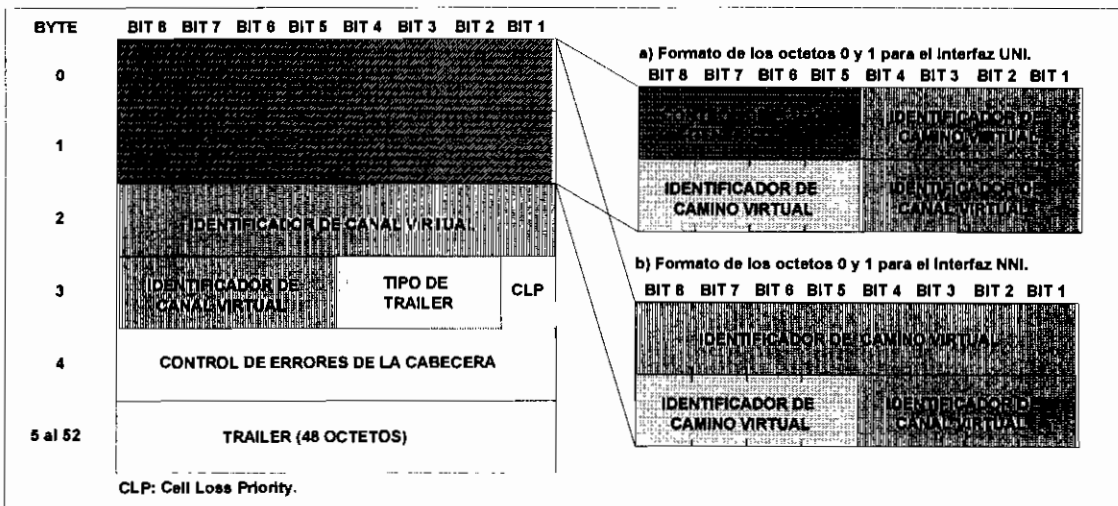


Figura 5-22. Estructura de la celda ATM.

La dirección de cada celda tiene dos partes: un Identificador de Camino Virtual (VPI: *Virtual Path Identifier*) y un Identificador de Canal Virtual (VCI: *Virtual Channel Identifier*), los mismos que identifican de forma única cada conexión virtual ATM en un interfaz físico, de tal forma que un camino de transmisión físico puede contener uno o más caminos virtuales (VPCs: *Virtual Path Connection*), y cada camino virtual a su vez puede

contener uno o más conexiones de canales virtuales (VCC: *Virtual Channel Connection*), tal como lo indica la figura 5-23a.

Los VPIs y VCIs tienen únicamente significado para un camino específico de transmisión o enlace. Estas direcciones de celda son cambiadas cada vez que la celda atraviesa un conmutador ATM, el cual traslada los VPIs y VCIs entrantes por otros salientes. Los conmutadores ATM pueden realizar una conmutación del camino de transmisión, del camino virtual y del canal virtual, tal como lo indica la figura 5-23b. Los Caminos y Canales virtuales son escogidos para las celdas de acuerdo a su contenido (voz o datos) y de acuerdo a la prioridad de la celda. De esta forma, los usuarios pueden escoger entre VPCs y VCCs para enrutar sus celdas a través de la red ATM. Un VPC puede ser conmutado como una entidad autónoma o como una combinación de VCCs.

El nivel de Adaptación ATM (AAL: ATM Adaptation Layer).

Este nivel adapta los servicios del nivel ATM requeridos por los niveles superiores de usuario (tales como emulación de circuito, video, audio, *Frame Relay*, etc.). Su función es acomodar los datos provenientes de varias fuentes o aplicaciones con diferentes características y convertirlos en segmentos de 48 bytes para insertarlos en el *trailer* de una celda ATM. Existen 5 tipos de nivel ALL:

AAL1.- Para aplicaciones de velocidad de bits constante, servicios orientados a la conexión que requieren transferencia de temporización (sincrónicos), tales como voz y video.

AAL2.- Para aplicaciones de velocidad de bits variable, servicios orientados a la conexión que requieren transferencia de temporización (sincrónicos), tales como voz y video comprimidos.

AAL3/4.- Para aplicaciones de velocidad de bits variable, servicios no orientados a la conexión que no requieren transferencia de temporización (asincrónicos), tales como SMDS y LANs.

AAL5.- Para aplicaciones de velocidad de bits variable, servicios orientados a la conexión que no requieren transferencia de temporización (asincrónicos), tales como X.25 y *Frame Relay*.

El término asincrónicos en los últimos dos niveles hace referencia a que los paquetes o tramas, que pueden contener información de protocolos asincrónicos o sincrónicos, viajan por la red de forma asincrónica.

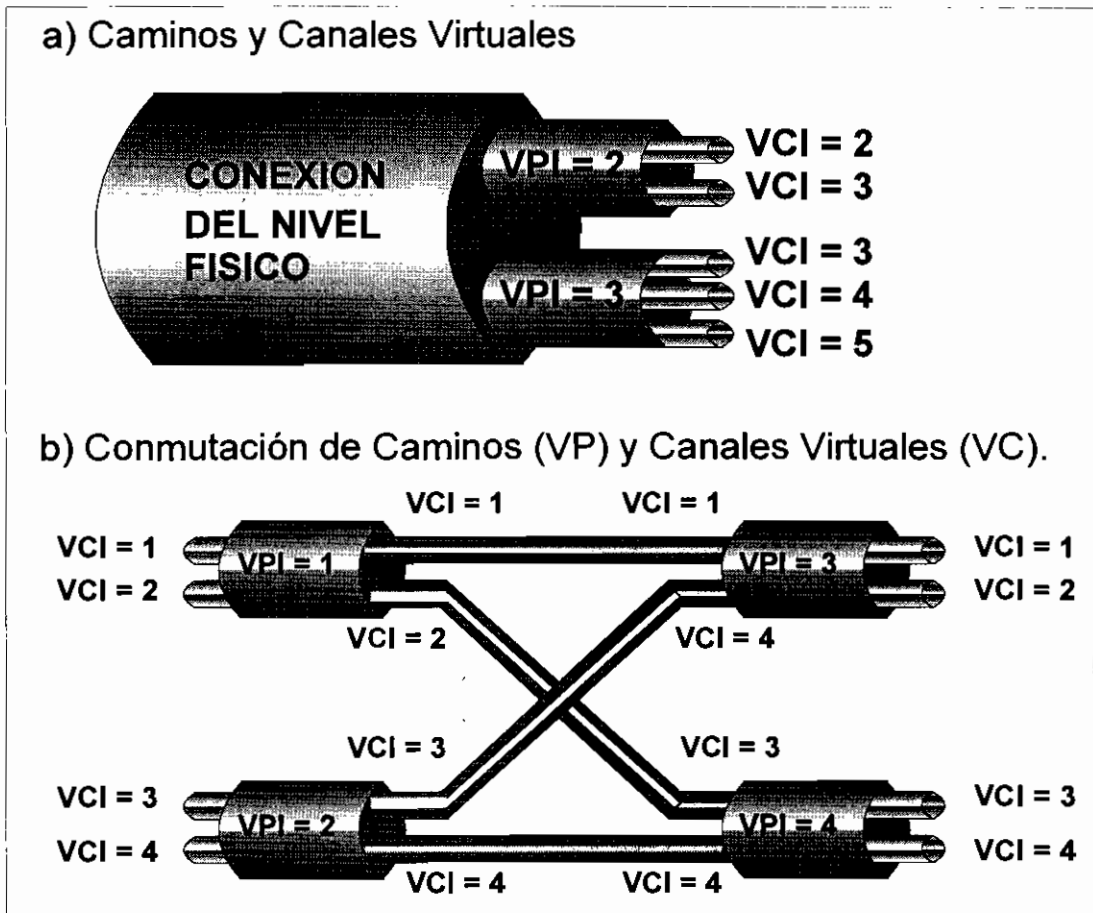


Figura 5-23. Manejo de Caminos y Canales virtuales al interior de un Nodo ATM.

Finalmente, el nivel AAL consiste de dos subniveles, el Subnivel de Convergencia (CS: *Convergence Sublayer*) y el Subnivel de Segmentación y Reensamblaje (SAR: *Segmentation and Reassembly Sublayer*). El primer subnivel (CS) recibe los datos provenientes de las distintas aplicaciones y los paquetiza en paquetes de longitud variable denominados Unidades de Datos del Subnivel de Convergencia (CS-PDUs). El subnivel SAR recibe los paquetes CS-PDUs y los segmenta en uno o más paquetes de 48 bytes insertándolos en el *trailer* de la celda ATM, la cual es transmitida al nivel físico.

La figura 5-24 presenta el modo de operación de un nodo ATM. El flujo de voz proveniente de la PBX, o los datos del ruteador se procesan inicialmente en el nivel de Adaptación ATM (AAL), en el cual el servicio entrante es dirigido a un flujo de celdas ATM. Los paquetes de voz o datos resultantes son "pegados" al *trailer* de las celdas ATM de

acuerdo a lo establecido por el nivel ATM, las cuales en su cabecera contendrán información de enrutamiento y calidad de servicio. Estas celdas son entonces multiplexadas y conmutadas con celdas de otras aplicaciones tales como las de una estación de trabajo con información de video o imágenes en intervalos o *slots* disponibles en el flujo de celdas ATM. Las celdas ATM son transportadas por los canales y caminos lógicos apropiados, de acuerdo a la información de enrutamiento de su cabecera. En el otro extremo de la red se repite este procedimiento de forma inversa.

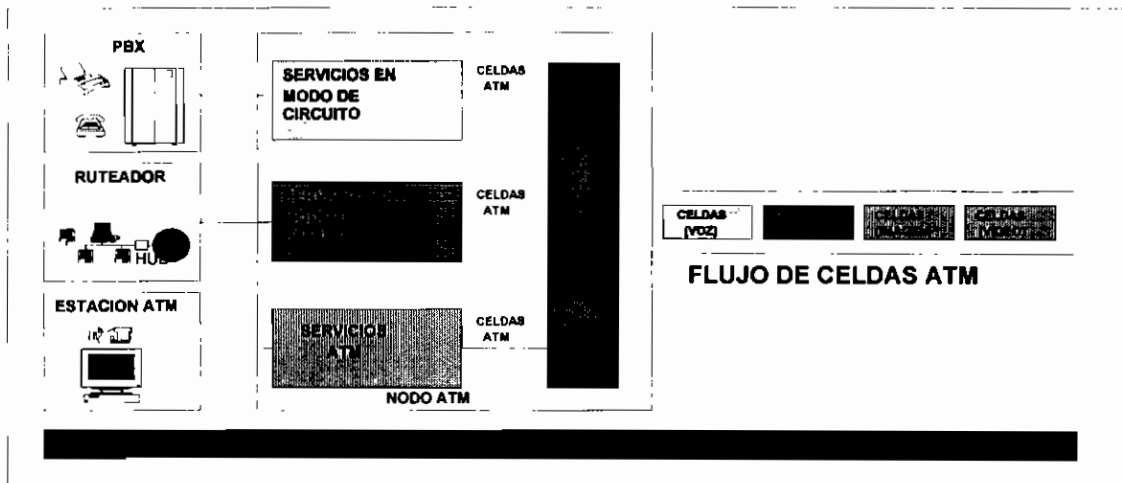


Figura 5-24. Modo de operación de un Nodo ATM.

Para las aplicaciones de velocidad constante tales como el tráfico de voz, la red ATM garantiza un número de celdas por intervalo de tiempo que depende de los requerimientos de ancho de banda de la aplicación. Al mismo tiempo las celdas que no son utilizadas son asignadas para aplicaciones del tipo ráfaga tales como las de una LAN. Para las aplicaciones de velocidad variable, la red asigna el número de celdas que se necesite para transportar la información del usuario, mientras que para aquellas de velocidad constante, se asigna un flujo de celdas emitidas de forma periódica con el fin de garantizar un canal de ancho de banda fijo. Ya que una red ATM se define como orientada a la conexión, una vez que se ha trazado un camino virtual para una aplicación, todas las celdas provenientes de esa aplicación seguirán la misma ruta a través de la red.

Al finalizar este capítulo dejamos abierta la posibilidad de que en un futuro no muy lejano, el Banco de la Producción utilice el hardware sugerido como alimentador o *feeder* de equipos más sofisticados como nodos *Fast Packet*, *Frame Relay* y porque no ATM.

6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Al finalizar este trabajo de tesis, será necesario tomar en cuenta las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Todos los equipos de la red X.25 deben manejar actualizaciones por software, con el fin de facilitar la inclusión de nuevas características que permitan optimizar el desempeño de la red. Adicionalmente, los PADs y Nodos de la red X.25 propuesta deben permitir una migración hacia otro tipo de protocolos como las tecnologías de banda ancha (*Frame Relay*, *Fast Packet* y *Cell Relay*). Esta migración permitirá que los equipos adquiridos por el Banco puedan “convivir” con la nueva tecnología elegida o sirvan de “alimentadores” o *feeders* de los equipos que manejen el *backbone*. Si la migración hacia estas tecnologías requiere el cambio de los nodos del *backbone* principal, los nodos X.25 deberían ser utilizados como *feeders* en puntos de concentración que lo justifiquen. Lógicamente, una migración total a este tipo de tecnologías deberá ser posterior a los 6 años de vida útil del proyecto. Una descripción más precisa puede ser hallada en el capítulo 5 de este trabajo.

Se recomienda hacer un estudio similar al realizado en esta tesis como una extensión de la misma, para la implementación de los protocolos *Frame Relay* y *Cell Relay* como plataforma de Agencias y Sucursales en la red del Banco de la Producción, pues seguramente a fines de 1996 e inicios de 1997, el EMETEL ofrecerá de forma total el servicio digital n°64 e incluso facilitará al público enlaces E1 a nivel nacional. Esta afirmación se basa en que el EMETEL licitará¹ para el primer semestre de 1997 equipos para el *backbone* digital a nivel nacional para dar cobertura total a las principales ciudades de nuestro país (capitales de provincias) con su “Red Digital de Servicios Empresariales”. Puesto que los nodos y PADs actualmente permiten por software una migración sencilla hacia los servicios *Frame Relay*, el Banco, de contar con esta infraestructura digital para llegar a cada Agencia y con los enlaces satelitales para interconectar sus Sucursales, podría implementar una sólida red privada *Frame Relay*.

En cuanto a la factibilidad de que el EMETEL implemente una red de paquetes X.25 pública, cada vez resulta más remota la fecha de inicio de tal proyecto, a tal punto que en la actualidad, la red telefónica pública del Ecuador es una de las más atrasadas en cuanto a tecnologías a nivel de Sudamérica, frente a países latinoamericanos como Perú,

¹ Información proporcionada por la Subgerencia Nacional de Operaciones del EMETEL R-1.

Chile y Colombia, que cuentan con redes públicas X.25, *Frame Relay* e incluso ISDN. Es por esto que cualquier esfuerzo de migración hacia otras tecnologías como las citadas en este párrafo, deberá ser efectuada directamente por el Banco de la Producción, al margen del desarrollo que pueda tener el EMETEL en estas tecnologías.

La recomendación citada en el párrafo anterior se fundamenta en el hecho de que el EMETEL cuenta con los equipos digitales para transmisión de datos desde 1988 y a duras penas ha logrado lanzar de forma parcial este servicio para Quito, Guayaquil y Cuenca en 1995, lo que hace suponer que de existir la factibilidad de una implementación de una red pública X.25 del EMETEL, seguramente estará disponible al público a largo plazo.

En el caso de una migración hacia otro tipo de tecnologías, la topología de la red planteada no sufrirá mayores cambios, ya que en las tecnologías de punta (*Frame Relay*, *Cell Relay*, etc.) se contemplan similares características de redundancia, reenrutamiento de llamadas y direccionamientos que en el protocolo X.25. En este caso, el Banco debería contar con enlaces de muy alta velocidad (E1/T1, E3/T3, etc.) y confiabilidad (*Bit Error Rate* mayores a 10^{-9}).

Resulta cada vez más atractiva la opción de que una institución cualquiera "arriende" los servicios privados X.25 a instituciones que cuenten con una infraestructura sólida de comunicaciones. Bajo esta perspectiva y utilizando las opciones de tarificación presentes en los PADs y Nodos X.25, es posible que el Banco de la Producción rente su red X.25 a terceros, para lo cual deberá establecer una política de tarificación que podría tomar en cuenta el grado de congestión que el tráfico de estas instituciones cause a la red. Esta tarificación podría basarse en el número de paquetes que las instituciones "arrendatarias" inserten o saquen de la red X.25, la hora a la cual realicen sus operaciones (por ej. si las realizan a una hora pico de congestión, el costo por paquete X.25 transportado debería ser mayor) y/o la velocidad a la cual se conecten a la red.

Bajo el criterio de tarificación de servicios X.25 a terceros mencionado en el párrafo anterior se podría realizar un estudio completo de las políticas de servicio aplicables en este proyecto, por lo que se recomienda que el Banco o un estudiante de telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Eléctrica realice este estudio como una extensión del presente trabajo de tesis. Este estudio tendría como objetivo el evaluar la factibilidad del proyecto, los posibles usuarios potenciales y la rentabilidad de este servicio

que podría ser ofrecido por el Banco de la Producción. Como usuarios potenciales de esta red, están las empresas del Grupo Producción, tales como Proinco, Magna y Supermaxi, etc.

Proinco y Magna ya se han unificado como parte de una estrategia del Grupo Producción en la cual el Banco de la Producción, se unificará en un futuro próximo también con una aseguradora del mismo grupo² (Seguros Equinoccial) a fin de formar una empresa Administradora de Fondos de Jubilación y Pensiones (AFJPs). Esto, a propósito de la ley de modernización del Estado planteada por el Consejo Nacional de Modernización del Estado (CONAM), en la cual las AFJPs podrán competir con el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y entre ellas. Frente a esta posibilidad, el Banco contará con una sólida red de comunicaciones con tecnología X.25, lo cual le permitirá ofrecer a sus clientes y usuarios un mejor servicio partiendo del hecho de que al mejorar su red de comunicaciones y sus aplicaciones, las colas de atención al público “circularán” con mayor rapidez como resultado de que el operador de caja obtendrá respuestas más rápidas a consultas y transferencias enviadas al computador central X.25. Esto se traducirá en un bienestar e incremento del número de clientes, quienes podrán generar mayores transacciones, que se traducirán en un incremento del capital del Banco, el cual podrá ser reinvertido en otros proyectos con el fin de potenciar tales beneficios. Esta imagen de buen servicio y agilidad le dará alta competitividad con las otras AFJPs que pudieran surgir.

Ya en lo referente al diseño mismo de la red, se pueden mencionar a nivel de conclusiones los siguientes puntos de interés:

En cuanto a los equipos de terminal de datos (DTE: *Data Terminal Equipment*) para el interior de las Sucursales, Matriz y Agencias, a pesar de que el alcance de este trabajo no los contempla, se puede prever las siguientes alternativas:

- a) Mantener la infraestructura de terminales operando bajo el protocolo ISO-Asincrónico. Esta alternativa es posible de aplicar aún cuando se realice el cambio del *Host* NCR 1000 en la Matriz del Banco hacia un computador X.25. En este caso, los PADs y Nodos X.25 de Agencias y Sucursales realizarían la conversión de protocolo de *ISO-Asynchronous* a X.25 y mediante un “poleo” local o *spoofing*, “engañarían” a los terminales, los cuales contestarían a los “poleos” enviados por

² Diario “Hoy”, Julio 28, 1995, sección economía.

los PADs y Nodos X.25 (Modalidad *Terminal PAD*), actuando como si continuaran conectados al *Host NCR 1000*.

- b) Mantener el computador principal (*Host*) con el protocolo tradicional “poleable” y cambiar la topología de las Agencias y Sucursales con el fin de que manejen directamente el protocolo X.25. En este caso, el Nodo de la Matriz “contestaría” a los “poleos” del *Host*, haciéndole “creer” que continua “poleando” a las terminales asincrónicas (modalidad *Host PAD*).
- c) Realizar la migración total hacia el protocolo X.25, tanto de equipos y software en Agencias y Sucursales así como en la Matriz (computador central y terminales de usuarios).
- d) Una combinación de las alternativas anteriores.

En el primer caso, si bien se mejora las características del *Host* central, no es posible realizar la implementación de nuevas aplicaciones (por ej. el software bancario COBIS), debido que los terminales financieros y de consulta continuarían operando con un protocolo antiguo y sumamente rígido como lo es el *ISO-Asynchronous*. En el segundo caso, si bien se mejora la plataforma de las Sucursales y Agencias, se continua trabajando con un *Host* antiguo en el que difícilmente se puede realizar inversiones para implementar nuevas aplicaciones, debido a lo rígido de su arquitectura y además porque este equipo ha superado en muchos años su tiempo de vida útil. En estos dos casos, si bien la red X.25 mejoraría las características de tiempos de respuesta en las aplicaciones del Banco, tendrá un impacto superior al realizarse paralelamente una migración de la plataforma de hardware y software en Agencias y Sucursales hacia el protocolo X.25

La tercera alternativa implicaría que en determinado día y a determinada hora se realice el cambio total de las aplicaciones antiguas por las nuevas, del computador central NCR 10000 a uno X.25 y de las terminales antiguas NCR 2266 y 2265 hacia terminales que soporten las nuevas aplicaciones. Este último caso es muy drástico y requeriría que el Banco espere que todos los módulos de software de las nuevas aplicaciones estén desarrollados y en caso de fallas en la transición sería muy difícil volver al esquema anterior, tomando en cuenta que esta migración incluiría la desinstalación total del hardware antiguo.

Del análisis anterior se puede recomendar, que la alternativa más transparente para la operación normal del Banco es una combinación de las otras alternativas ya expuestas. Esta combinación debería resultar en una migración por etapas, por lo que en algún momento se debería soportar de forma paralela los dos tipos de protocolos, el X.25 y el ISO-Asincrónico. De esta forma, se llegará a tener una etapa de "convivencia" de las nuevas aplicaciones "corriendo" sobre las nuevas plataformas en las Agencias tomadas como "piloto" y las aplicaciones antiguas "corriendo" sobre el resto de terminales, o mejor aún, una migración por módulos de software en todas las Agencias y Sucursales (por ej. primero un módulo de cuentas corrientes, luego un módulo de cuentas de ahorro, etc.). En este caso, en la Matriz se tendrá el computador antiguo conectado bajo ISO-Asincrónico con el Nodo X.25 (cuyo puerto de conexión operará bajo la modalidad HPAD) y el nuevo computador X.25 conectado al nodo con este protocolo.

En el caso de realizar una migración total (como lo sugiere el literal c de los párrafos anteriores), una falla representaría una paralización de todo el Banco a nivel Nacional durante varias horas, mientras se regresa a las configuraciones anteriores, por lo que no es aconsejable tal alternativa. En una situación de falla de una de las Agencias "piloto", para el caso de la migración por etapas, en las peores condiciones, lo único que se deberá hacer es retornar tal Agencia al sistema anterior, lo cual representaría dejar de atender al público algunas horas, mientras que el resto de Agencias y Sucursales del Banco seguirían atendiendo al público normalmente. De este razonamiento, resulta mucho más eficiente y seguro, realizar una migración por etapas hacia la nueva configuración propuesta.

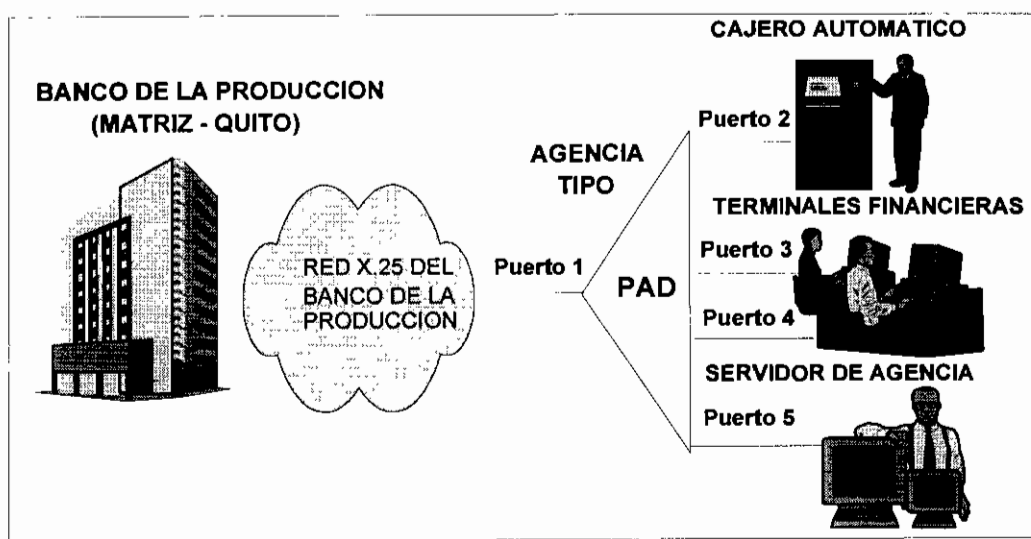


Figura 6-1. Disposición de puertos en las Agencias durante la migración hacia la red X.25.

En las Agencias se puede adoptar la siguiente disposición de puertos para la etapa de migración (ver figura 6-1):

Puerto 1: Enlace X.25 con la Matriz o Sucursal.

Puerto 2: Cajero automático bajo SDLC.

Puertos 3 y 4: Terminales financieras y de consulta bajo X.25.

Puerto 5: Servidor de Agencia con las nuevas aplicaciones bajo X.25.

En las Sucursales, los Nodos tendrán una asignación de puertos semejante a la de los PADs de las Agencias para sus aplicaciones locales (Cajero Automático, terminales financieras y de consulta y Servidor X.25), el resto de puertos servirán para los enlaces con las Agencias conectadas a esos Nodos.

A pesar de que en el alcance del presente trabajo de tesis no se contempla el hardware más que para la estructura de comunicaciones WAN (*Wide Area Network*) del Banco de la Producción, se citará como recomendaciones, las posibles configuraciones de los terminales y servidores de las Agencias y Sucursales bajo una estructura LAN (*Local Area Network*) que permita su integración con los PADs y Nodos X.25.

En cuanto a la topología LAN para las Agencias y Sucursales, se recomienda la topología *Ethernet* con cable telefónico en lugar de la topología *Token Ring* por las siguientes razones:

- La topología *Ethernet* permite una mayor flexibilidad en cuanto a crecimiento del número de estaciones. Para definir una nueva estación es necesario abrir el anillo lógico de la red, lo cual implica paralización del sistema para todas las estaciones de la red y una redefinición de la misma para soportar a la nueva estación definida. En caso de la topología *Ethernet*, el aumento de una estación involucra únicamente el incremento de una toma del bus de datos. Más aún, si la red *Ethernet* no utiliza cable coaxial, sino cable telefónico UTP (*Unshielded Twisted Pair*), el incremento de una estación únicamente involucra la conexión de un cable a uno de los puertos libres del *Hub* o concentrador de la red, sin que el resto de estaciones deba ser paralizada.
- La implementación de una red *Ethernet* bajo UTP resulta mucho más económica y flexible que la de una *Token Ring*, la que generalmente utiliza conectores de datos de 15 pines (STP: *Shielded Twisted Pair*) o conectores propietarios de IBM.

- En caso de fallas en una estación, en la topología *Token Ring* todo el anillo se ve afectado, mientras que en caso de fallas en una topología *Ethernet* con UTP, únicamente el tramo con problemas es dejado fuera de servicio, mientras que las otras estaciones continúan trabajando normalmente.

Una desventaja de *Ethernet* frente a *Token Ring* es que en esta última topología no hay posibilidad de colisión de tramas, ya que la información circula únicamente con el token de la red. En *Ethernet* será necesario instalar un repetidor o un conmutador LAN (*LAN Switch*) para separar un determinado número de estaciones (de acuerdo a su utilización) con el fin de evitar demasiadas “colisiones” de los datos. Adicionalmente, la topología *Token Ring* puede ser configurada a mayor velocidad que la *Ethernet* (16 Mbps frente a 10 Mbps).

A pesar de las desventajas citadas en el párrafo anterior, la solución Ethernet resulta más conveniente desde el punto de vista técnico y económico bajo UTP, por lo que se recomienda tal topología para el Banco.

En las Agencias, el cableado de la red Ethernet debería ser estructural, con cable telefónico UTP. Cada estación de la red deberá tener una tarjeta de red (NIC: *Network Interface Card*) con conector RJ-45. Las estaciones serán “cableadas” hacia un *Hub* que soporte un número adecuado de puertos RJ-45. Dependiendo del número de estaciones presentes y con cierto margen de crecimiento, de acuerdo a la importancia de la Agencia, se podría seleccionar entre *Hubs* de 12 y 24 puertos que sean apilables para permitir un crecimiento ordenado de la red. A uno de los puertos del *Hub* de la Agencia estará conectado el servidor de la Agencia, el cual, además de poseer una tarjeta NIC, deberá poseer una tarjeta X.25 en la cual viene instalado el software de *gateway* o *router* que le permitirá transportar los datos de la red LAN que operan con un protocolo de *bridge* (por ej. Netbeui para *Windows NT*)³ o de *router* (por ej. TCP/IP sobre *Windows NT*)³ a través del puerto 5 de los PAD de Agencias, que operan bajo el protocolo X.25 (ver figura 6-1).

En las Sucursales, la configuración de cableado será similar a la de las Agencias, con la diferencia de que si las Sucursales poseen más de 2 pisos, se asignarán para cada dos pisos un *Hub*, considerando que los cables del tipo UTP soportan distancias máximas de 100 metros. Los *Hubs* de varios pisos de las Sucursales podrían ser interconectados

³ El software de *gateway* maneja los protocolos tipo *bridge*, mientras que el de *router* maneja los protocolos de *router*.

en una estructura tipo cascada. El o los servidores de las Sucursales se conectarían mediante una tarjeta X.25 con el Nodo X.25 y mediante una tarjeta NIC con el *Hub*.

En la Matriz, debido a que existirán varios servidores, podrían conectarse con tarjetas X.25 al Nodo X.25 principal. Otra alternativa muy atractiva desde el punto de vista de rendimiento de las redes LAN de la Matriz es establecer una red FDDI⁴ (*Fiber Distributed Data Interface*) con cable UTP de clase 5⁵, operando a 100 Mbps para los servidores, de tal forma que las estaciones tengan un acceso muy rápido a las aplicaciones que residan en ellos.

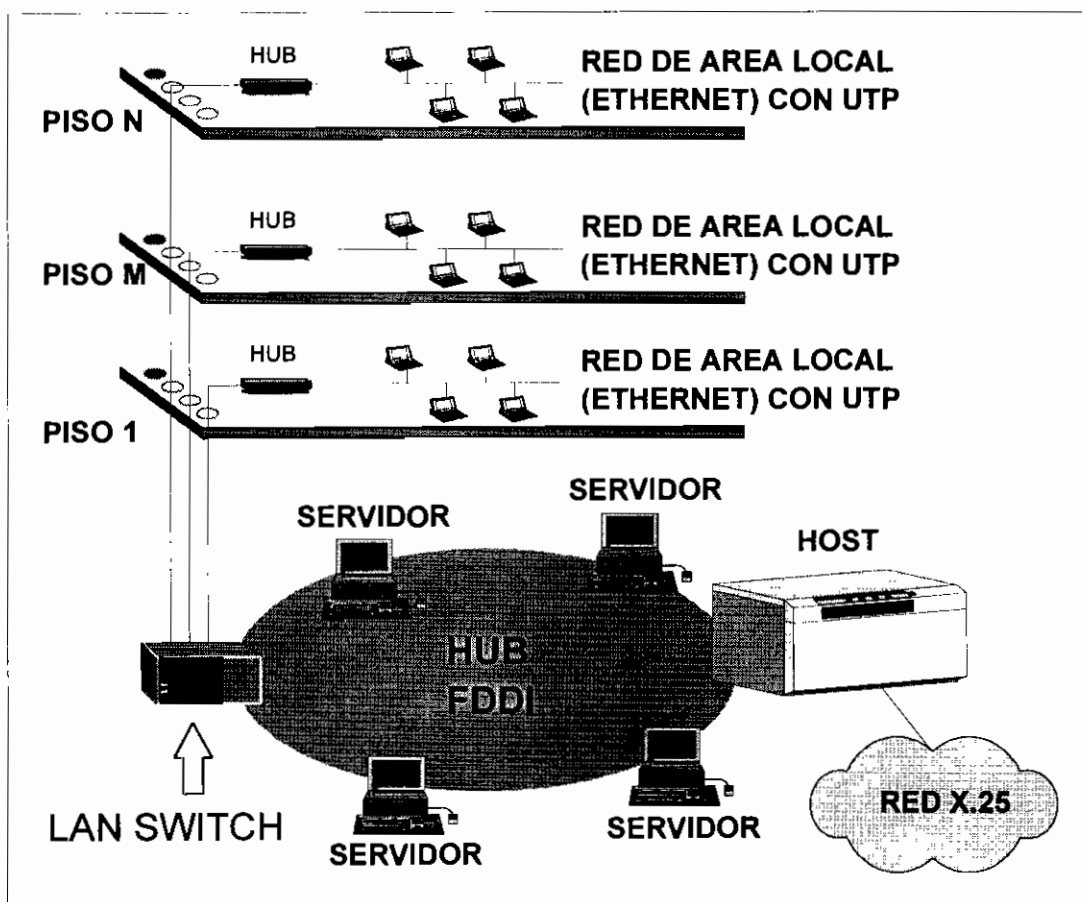


Figura 6-2. Topología recomendada para las Redes de Area Local del Banco de la Producción.

La configuración FDDI podría ser realizada con un Hub FDDI, en lugar de la típica configuración de doble anillo redundante, debido a que la primera técnica permite un crecimiento ininterrumpido de la red y reacciona de mejor forma frente a fallas en las estaciones y en la fibra (se aísla únicamente el tramo con problemas). Dependiendo del

⁴ Estándar de LAN que opera a 100 Mbps, basado en el sistema Token Ring sobre cables de fibra óptica. "PaparO en redes", Guayaquil-Ecuador, 1995, pg. 18.

⁵ Este cable UTP permite la inclusión de otro tipo de tráfico de información, del tipo multimedia y es utilizado para definir redes ISDN.

número de estaciones en cada piso, se deberá ubicar un Hub cada uno o dos pisos. Estos *Hubs* podrían estar conectados a la red FDDI directamente con fibra óptica o mediante cable UTP hacia un conmutador de LAN⁶ (*LAN Switch*). El LAN Switch de la Matriz se conectaría al nodo X.25 a través de un ruteador con un puerto X.25. La topología recomendada para la Matriz se muestra en la figura 6-2.

Referente a la administración de red, se puede mencionar que gracias al sistema de administración de red propuesto, la institución bancaria podrá centralizar el control de todas las operaciones de la red tales como monitoreo, pruebas, actualizaciones de software, reconfiguraciones, etc. De esta forma se minimizará el requerimiento de personal calificado para operaciones de mediana y baja complejidad (por ej. actualizaciones de software) en los sitios en los que se tenga que realiza tales operaciones. Si los *Hubs*, servidores y estaciones LAN poseen el Agente SNMP correspondiente, desde el sistema administrador de red se podrá controlar todos los dispositivos de las redes LAN de las Agencias, Sucursales y Matriz, así como de la red WAN.

Dentro de las conclusiones y perspectivas de desarrollo de la red WAN en el Banco de la Producción o en general, cualquier institución bancaria con topologías y necesidades similares, se puede indicar lo siguiente:

La tecnología X.25 es muy recomendable para nuestro medio, en el cual los enlaces carecen de la confiabilidad necesitada por aplicaciones transaccionales, tipo *batch* y en tiempo real. Los enlaces redundantes que permite esta tecnología, garantizan la operación de toda la red con tiempos de recuperación de desastres muy bajos, ya que la conmutación hacia rutas alternativas, en caso de fallas del enlace principal, es realizada automáticamente y en cuestión de segundos. Los esquemas de recuperación de errores, mediante retransmisiones locales (únicamente entre los puntos de la red con problemas), evitan demoras en casos de fallas como las presentes en otros protocolos en los cuales las retransmisiones deben ser realizadas de extremo a extremo, entre las aplicaciones.

Si bien, la red X.25 diseñada en el presente trabajo de tesis ha sido enfocada como una solución de conectividad para el Banco de la Producción, es aplicable a cualquier institución con características y requerimientos similares a los planteados en el

⁶ Los conmutadores de LAN son muy útiles para dividir una LAN en varios segmentos, de tal forma que se reduzca el número de colisiones de tramas Ethernet. 3COM, "Introduction to Internetworking Overview Class", 10 de julio de 1995.

capítulo 1. Debido a que el Banco de la Producción posee dos tipos de protocolos “poleables”: ISO-Asincrónico y SDLC, la red X.25 diseñada para soportar estos protocolos podría incrementar su soporte a otros protocolos similares como el *Burroughs Poll/Select* y BSC, únicamente por un *up-grade* de software en los nodos y PADs X.25. De esta forma quedan cubiertas la mayoría o la totalidad de entidades bancarias existentes en nuestro medio.

Gracias a lo enunciado en el párrafo anterior, esta tesis de grado podrá servir como referencia a los Ingenieros y diseñadores de redes de telecomunicaciones, en el planteamiento de soluciones de conectividad para múltiples instituciones. Ya que este trabajo contempla la existencia real de infraestructura de comunicaciones en el Ecuador (a esta fecha: 1995) así como los valores de servicio, es un excelente documento de consulta para estimar costos en cuanto a tipos de enlaces y equipos de comunicación a utilizar.

El establecer costos reales de los servicios (líneas dedicadas, enlaces de radio y satelitales, constituyó una ardua labor para el autor, pues en general este tipo de información es manejada de forma confidencial. Incluso en los enlaces de líneas dedicadas, cuyos costos podrían ser estimados con relativa facilidad, a partir de los registros oficiales que son de dominio público, no es de dominio público la sectorización exacta de líneas dedicadas para cada central telefónica. Con el objetivo de que la presente tesis de grado refleje de forma fiel las políticas de precios tanto de servicios de comunicación como de equipos, el autor no escatimó tiempo ni esfuerzos para conseguir tales datos de los proveedores más importantes en nuestro medio.

La flexibilidad del diseño de la red X.25 planteada en este trabajo de tesis quedó demostrada con la apertura de una nueva Sucursal del Banco de la Producción: la Sucursal Ambato. El nodo X.25 para la Sucursal Ambato, siguiendo el esquema de zonificación planteado en el capítulo 5, recibió la dirección 10500 y las Agencias que en torno a esta Sucursal surjan recibirán secuencialmente las numeraciones 1050001, 1050002, etc. Daría la impresión de que existe un sobredimensionamiento excesivo en cuanto a los dígitos asignados para los nodos de cada zona (3 dígitos, por ej. para el nodo de Ambato, la secuencia 500, de la dirección 10500), pero hay que recordar que los 2 de estos 3 dígitos fueron asignados en el capítulo 3 de esta tesis, para terminales que operen en modo de paquete y estén conectados directamente al nodo de la Sucursal (éste es el caso de los servidores de las Sucursales). Estos dos dígitos, contemplan la instalación de

más de 9 servidores por Sucursal. El dígito restante de esta secuencia permite establecer 9 zonas geográficas, lo cual es más que suficiente para el Ecuador, tomando en cuenta que únicamente se instalarán nodos en aquellas ciudades capitales de provincias que sean de gran importancia para los intereses del Banco y en los cuales se pronostique un crecimiento considerable de Agencias. Por ejemplo, de abrirse una Sucursal en la ciudad de Loja o Azogues, se instalarán PADs y no Nodos, los cuales se conectarán al Nodo de Cuenca, el cual constituye un punto de concentración regional.

A esta fecha, el Banco de la Producción ha empezado la migración hacia la red propuesta en esta tesis, en lo que concierne al tráfico de datos. La integración del tráfico de voz podría ser realizada en un futuro cercano, de así juzgarlo necesario el Banco.

A criterio del autor, se cree haber cumplido a cabalidad con los objetivos propuestos al inicio del presente proyecto.

ALFABETO INTERNACIONAL # 5

					b7	0	0	0	0	1	1	1	1
					b6	0	0	1	1	0	0	1	1
					b5	0	1	0	1	0	1	0	1
						0	1	2	3	4	5	6	7
b4	b3	b2	b1										
0	0	0	0	0	NUL	(TC7) DLE	SP	0	a	P	'	p	
0	0	0	1	1	(TC1) SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
0	0	1	0	2	(TC2) STX	DC2	"	2	B	R	b	r	
0	0	1	1	3	(TC3) ETX	DC3	=	3	C	S	c	s	
0	1	0	0	4	(TC4) EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	
0	1	0	1	5	(TC5) ENQ	(TC8) NAK	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	6	(TC6) ACK	(TC9) SYN	&	6	F	V	f	v	
0	1	1	1	7	BEL	(TC10) ETB	'	7	G	W	g	w	
1	0	0	0	8	(FE0) BS	CAN	(	8	H	X	h	x	
1	0	0	1	9	(FE1) HT	EM	)	9	I	Y	i	y	
1	0	1	0	10	(FE2) LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	
1	0	1	1	11	(FE3) VT	ESC	+	;	K	[	k	}	
1	1	0	0	12	(FE4) FF	FS	,	<	L	\	l	|	
1	1	0	1	13	(FE5) CR	GS	-	=	M	]	m	}	
1	1	1	0	14	SO	RS	.	>	N	^	n	~	
1	1	1	1	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL	

PAD CONNECTIONS

Parameter Descriptions

1: ESCAPE FROM DATA TRANSFER

Specifies whether or not the terminal user will be allowed to escape from data transfer mode in order to send PAD command signals (e.g. signals to modify or to examine the other X.3 parameters).

Possible values are:	0	Escape not allowed
	1	Escape allowed (Default)

2: ECHO

Specifies whether or not the PAD is to perform a local echo to the DTE-C of all the characters received from that device.

Possible values are:	0	No Echo
	1	Echo (Default)

3: DATA FORWARDING SIGNAL

Allows the selection of defined sets of character(s), any of which when received from the DTE-C will cause the PAD to terminate the assembly of a packet and to forward it to the host DTE.

Possible values are:	0	None - full Packet
	1	Alphanumerics
	2	Carriage Return (Default)
	4	ESC, BEL, ENQ, ACK
	8	DEL, CAN, DC2
	16	ETX, EOT
	32	HT, LT, VT, FF
	64	All other characters in columns 0 and 1 of International Alphabet # 5

4: IDLE TIMER

Allows selection of a time duration interval between successive characters received from the DTE-C. The PAD terminates the assembly of a packet and forwards it if the selected time interval is exceeded.

Possible values are:	0	No timer
	1-255	Delay value in twentieths of a second

5: ANCILLARY DEVICE CONTROL

This parameter permits flow control toward the DTE-C by the PAD. The PAD indicates its readiness to accept/not accept characters from the DTE-C by transmitting the special characters (X-ON/X-OFF) to the DTE-C.

Possible values are:	0	Not operational
	1	Use X-ON (DC1 of IA5) and X-OFF (DC3 of IA5)

6: PAD SERVICE SIGNALS

Allows the DTE-C to select whether or not the PAD service signals are to be transmitted to itself. PAD service signals are listed in Table 8-4.

Possible values are:	0	No service signals
	1	Transmit service signals

7: PROCEDURE ON BREAK

Defines the action of the PAD after receiving a break signal from the DTE-C.

Possible values are:	0	No action
	1	Transmit interrupt packet
	2	Reset
	4	Indication of break (PAD message)
	8	Escape from data transfer
	16	Discard output to DTE-C
	21	Combination of 16, 4 and 1

8: DISCARD OUTPUT

Indicates to the PAD whether to discard received packets rather than disassemble them and transmit them to the DTE-C. This parameter works in conjunction with parameter # 7. If value 16 has been chosen for parameter # 7 then all output to the DTE-C will be discarded after the reception of a break signal. Setting parameter # 8 to zero restores a normal data delivery to the terminal.

Possible values are:	0	Normal data delivery
	1	Discard output to DTE-C

9: CARRIAGE RETURN PADDING

The PAD inserts padding characters after the <CR> to enable printing DTE-Cs to perform the carriage return operation, while maintaining the readability of the hard copy.

Possible values are:	0	No padding
	1-7	Padding characters inserted after <CR>

PAD CONNECTIONS

10: LINE FOLDING

Provides automatic insertion of format effectors (by the PAD) which then determine the line length of character strings.

Possible values are:	0	No line folding
	1-255	Number of characters per line (Not needed if terminal has auto-wraparound)

11: DTE-C SPEED

This parameter is "read only" and is used to indicate the DTE-C access speed.

Possible values are:	10	50 bps
	5	75 bps
	9	100 bps
	0	110 bps
	1	134.5 bps
	6	150 bps
	8	200 bps
	2	300 bps
PAD type dependent:	4	600 bps
" "	3	1200 bps
" "	7	1800 bps
" "	11	75/1200 bps * NOTE
" "	12	2400 bps
" "	13	4800 bps
" "	14	9600 bps
" "	15	19200 bps
" "	16	48000 bps
" "	17	56000 bps
" "	18	64000 bps

* NOTE: 75 bps from DTE-C; 1200 bps to DTE-C.

12: FLOW CONTROL OF THE PAD BY THE DTE-C

This parameter permits flow control toward the DTE-C by the DTE-C itself. The DTE-C indicates its readiness to accept/not accept characters from the PAD by transmitting the special characters (X-ON/X-OFF) to the PAD.

Possible values are:	0	Option not selected
	1	Use of X-ON and X-OFF (DC1 & DC3 of IA5)

13: LINEFEED INSERTION

This parameter allows insertion of a linefeed by the PAD on detection of a carriage return.

Possible values are:	0	Option not selected
	1	Linefeed insertion after <CR> in data stream sent to the DTE-C
	2	Linefeed insertion after <CR> in data stream received from the DTE-C
	4	Linefeed insertion after echo of each <CR> to the DTE-C

14: LINEFEED PADDING

Provides automatic insertion of padding characters after detection of a linefeed character in a stream of characters destined for the DTE-C.

Possible values are:	0	Option not selected
	1-7	Number of padding characters to be inserted

15: EDITING

Informs the PAD whether editing is to be performed during the data transfer state. Editing requires recognition of certain characters in the data stream so that the appropriate actions can be taken. These characters are chosen in the International Alphabet # 5, and can be characters such as backspace, delete, and so forth.

Possible values are:	0	No editing in data transfer
	1	Editing in data transfer

16: CHARACTER DELETE

Indicates the character to be used as the "character delete" character.

Possible values are:	0-127	A character from International Alphabet # 5
----------------------	-------	---

17: LINE DELETE

Indicates the character to be used as the "line delete" character.

Possible values are:	0-127	A character from International Alphabet # 5
----------------------	-------	---

18: LINE DISPLAY

Indicates the character to be used as the "line display" character.

Possible values are:	0-127	A character from International Alphabet # 5
----------------------	-------	---

TABLE 2: ADDITIONAL CCITT RECOMMENDATIONS APPLICABLE TO PACKET SWITCHING

RECOMMENDATION #	TITLE	SCOPE/PURPOSE
X.3 New 1	Packet Assembly/Disassembly Facility (PAD) in a Public Data Network	<ul style="list-style-type: none"> • a basic description of the packetizer/depacketizer functions through which asynchronous DTEs can access a packet network, • describes a number of PAD "parameters" (selectable functional modes), and shows the character codes that represent them, • provides for flexible support for a wide variety of asynchronous terminals on a public packet network.
X.21bis	Use on Public Data Networks of Data Terminal Equipment (DTE) Which is Designed for Interfacing to Synchronous Versus Modems	<ul style="list-style-type: none"> • describes the X.25 layer 1 peer protocol commonly used in North America
X.28 New 1	DTE/DCE Interface for a Start-Stop Mode Data Terminal Equipment Accessing the Packet Assembly/Disassembly Facility (PAD) in a Public Data Network Situated in the Same Country	<ul style="list-style-type: none"> • describes the procedures (commands and responses) to be used between an asynchronous terminal and a X.3 PAD in a public packet network, • provides a detailed "user's manual" for users of asynchronous terminals on packet data networks (e.g., how to place a virtual call from the terminal, how to interpret mnemonic indicators received from the network).
X.29 New 1	Procedures for the Exchange of Control Information and User Data Between a Packet Assembly/Disassembly (PAD) Facility and a Packet Mode DTE or Another PAD	<ul style="list-style-type: none"> • describes the procedures (commands and responses) to be used between an X.25 DTE (or a PAD) and an X.3 PAD in a public data network, • defines a group of packet types, and describes their command/response/transport functions, • provides a mechanism by which an X.25 DTE can control an X.3 PAD and, often, the asynchronous DTEs connected to it.
X.32 New 2	Interface Between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit Terminating Equipment (DCE) for Terminals Operating in the Packet Mode and Accessing a Packet Switched Public Data Network Through a Public Switched Telephone Network or a Circuit Switched Data Network	<ul style="list-style-type: none"> • a dial-in/dial-out analog of X.25.
X.75	Terminal and Transit Call Control Procedures and Data Transfer System on International Circuits Between Packet Switched Data Networks	<ul style="list-style-type: none"> • describes physical, link and network layer protocols to be used on "gateway" connections between packet networks (usually thought of as being in different countries), • very similar to X.25 architecturally (i.e., OSI-compatible)
X.96	Call Progress Signals in Public Data Networks	<ul style="list-style-type: none"> • describes a multitude of call progress signals (status messages from the network) that may be encountered by the user of a public packet network.
X.124	International Numbering Plan for Public Data Networks	<ul style="list-style-type: none"> • describes a worldwide (or U.N.-wide) addressing scheme for public data packet networks, • similar in concept to the scheme in place for the international voice telephone network,

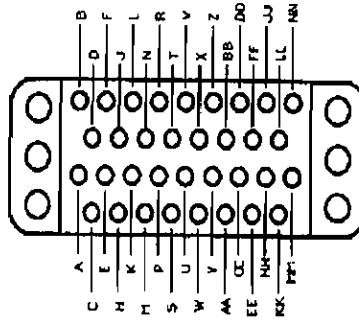
NOTES:

General - In addition to the Recommendations above, the die-hard reader is further referred to Recommendations X.1, X.2, X.4, X.15, X.21, X.24, X.31, X.135, X.136, each of which relates, albeit obliquely, to packet switching networks.

1 - The three Recommendations X.3, X.28, and X.29 are often taken together as a group that describes the support of asynchronous terminals on a packet data network. For this reason, the asynchronous PAD facility described in these Recommendations is often call a "triple-X PAD"

2 - Assume that the X.25 Recommendation applies in areas where X.32 is undefined.

**M34 CONNECTOR
DTE/DCE
INTERFACE CONNECTOR**



VIEWED LOOKING AT CONNECTOR ON BACK OF UNIT

V.35 INTERFACE			SIGNAL TYPE AND DIRECTION			
Conn. 34PIN	CCITT V.35 Circuit Category	V.35 Description	DCE ---- DTE			
			GND	DATA	CONTROL	TIMING
A	SI	II	Chassis Ground			
B	SPARE	I	Signal Ground	X		
C	SD	I	Request To Send			↔
D	ST	I	Clear To Send			↔
E	RD	I	Data Set Ready			↔
F	RS	I	Receive Line Signal Detect			↔
G	RT	I	Data Terminal Ready			↔
H	CS	I	Local Loopback			↔
I	CS	I	Test Mode			↔
J	LL	II	UNASSIGNED			↔
K	DM	I	UNASSIGNED			
L	TR	I	UNASSIGNED			
M	PR	I	UNASSIGNED			
N	RL	II	Transmit Data (A)	↔		
O	IC	II	Receive Data (A)		↔	
P	IC	II	Transmit Data (B)	↔		
Q	SF/SR*	II	Receive Data (B)		↔	
R	TT	I	Terminal Timing (A)			↔
S	TM	II	Receive Timing (A)			↔
T	SG	I	Terminal Timing (B)			↔
U	RC	II	Receive Timing (B)			↔
V	SPARE	I	Transmit Timing (A)			↔
W	SD	I	UNASSIGNED			
X	ST	I	Transmit Timing (B)			↔
Y	RD	I	UNASSIGNED			
Z	RS	I	UNASSIGNED			
AA	RT	I	UNASSIGNED			
AB	CS	I	UNASSIGNED			
AC	IS	II	UNASSIGNED			
AD	DM	I	UNASSIGNED			
AE	TR	I	UNASSIGNED			
AF	RR	I	UNASSIGNED			
AG	RR	I	UNASSIGNED			
AH	SS	II	UNASSIGNED			
AI	SS	II	UNASSIGNED			
AJ	SO	II	UNASSIGNED			
AK	NS	II	UNASSIGNED			

DIAGNOSTIC CODES

DIAGNOSTIC	HEX	DEC	DIAGNOSTIC	HEX	DEC
No additional information	00	0	Incomming calls barred	46	70
Invalid P(S)	01	1	No logical channel available	47	71
Invalid P(R)	02	2	Call collision	48	72
Packet type invalid	10	16	Duplicate facility requested	49	73
For state r1	11	17	Non zero address length	4A	74
For state r2	12	18	Non zero facility length	4B	75
For state r3	13	19	Facility not provided when expected	4C	76
For state p1	14	20	Invalid CCITT-specified DTE facility	4D	77
For state p2	15	21	Maximum number of call redirections or call deflections exceeded	4E	78
For state p3	16	22	Miscellaneous	50	80
For state p4	17	23	Improper cause code from DTE	51	81
For state p5	18	24	Not aligned octet	52	82
For state p6	19	25	Inconsistent Q bit setting	53	83
For state p7	1A	26	NUI problem	54	84
For state d1	1B	27	International problem	70	112
For state d2	1C	28	Remote network problem	71	113
For state d3	1D	29	International protocol problem	72	114
Packet not allowed	20	32	International link out of order	73	115
Unidentifiable packet	21	33	International link busy	74	116
Call on one way logical channel	22	34	Transit network facility problem	75	117
Invalid packet type on a PVC	23	35	Remote network facility problem	76	118
Packet on an unassigned logical channel	24	36	International routing problem	77	119
Reject not subscribed to	25	37	Temporary routing problem	78	120
Packet too short	26	38	Unknown called DNIC	79	121
Packet too long	27	39	Maintenance action	7A	122
Invalid GFI	28	40	Reserved for network specific diagnostic information	80	128
Restart or registration with non-zero in bits 0-3, 8-15	29	41			
Packet type not compatible with facility	2A	42			
Unauthorized interrupt confirmation	2B	43			
Unauthorized interrupt	2C	44			
Unauthorized reject	2D	45			
Timer expired	30	48			
For incomming call	31	49			
For clear indication	32	50			
For reset indication	33	51			
For restart indication	34	52			
For call deflection	35	53			
Call set up, clearing or registration problem	40	64			
Facility/registration code not allowed	41	65			
Facility parameter not allowed	42	66			
Invalid called DTE address	43	67			
Invalid calling DTE address	44	68			
Invalid facility/registration length	45	69			

6.7 ADDITIONAL FACILITIES

Fast Select and Fast Select Acceptance

Fast select allows up to 128 octets of user data to be sent with the call set-up and clear packets. A typical application of this facility would be in a transaction process where a calling DTE sends 128 bytes of user data to a called DTE and receives one DATA packet in return. Normally, this would entail the transfer of eight control packets just to support the two DATA packets. But if the network supports fast select, the calling DTE has subscribed to the option, and just as important, if the called DTE has subscribed to the facility "fast select acceptance", then the calling DTE can attach user data to the CALL REQUEST packet. The called DTE can respond with its user data attached to the CALL ACCEPTED packet, thus obviating the need for DATA packets.

In fact there are two options available under fast select. The user can take "fast select with call set-up" or "fast select with immediate clear". The difference is shown below.

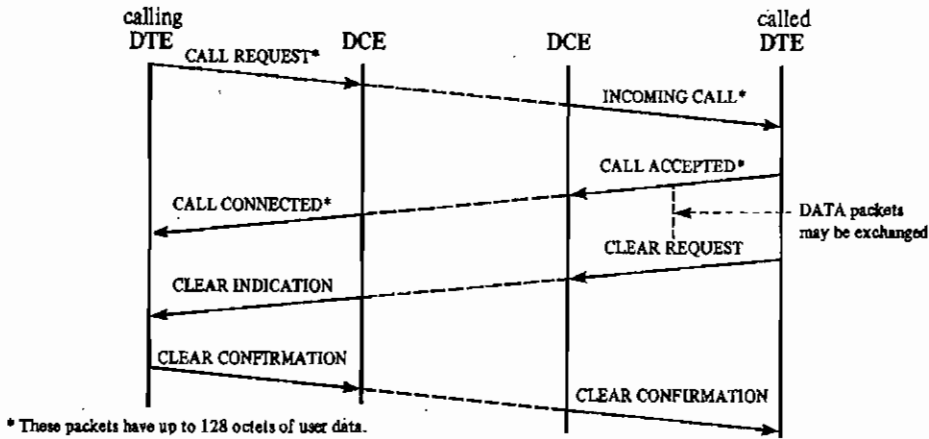


Figure 6-3. Fast Select With Call Set-Up

With Figure 6-3 one can see that even though the call set-up packets carry data, the virtual circuit remains established and will therefore support DATA packets if subsequently required, until the call is cleared.

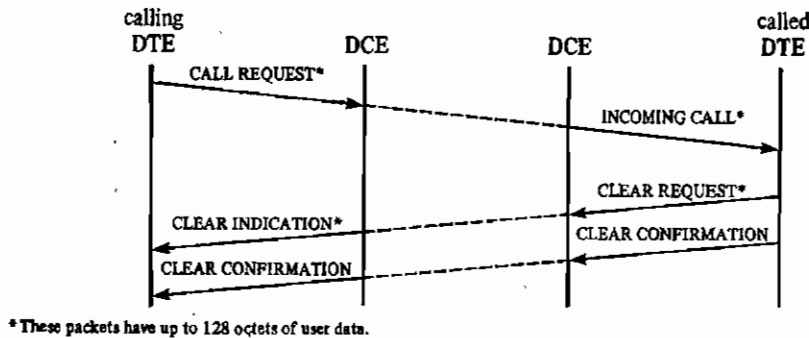


Figure 6-4. Fast Select With Immediate Clear

In Figure 6-4, the called DTE responds to the CALL REQUEST by sending a CLEAR REQUEST packet to which the user data is attached. The circuit is then immediately cleared.

The fast select's parameters can be altered on a per-call basis. But remember, for a calling DTE to be able to use fast select, the called DTE must have subscribed to fast select acceptance, and then must agree to accept the calling DTE's fast select call.

Reverse Charging and Reverse Charging Acceptance

These two separate facilities have a close association, although it may not be necessary to subscribe to both. It depends upon whether the subscribing DTE wants to be able to either send, send and receive, or only receive reverse charge calls.

A DTE that subscribes to reverse charging can request on a per-call basis, for the remote DTE to pay for the call. This is a particularly important facility for asynchronous terminal DTEs communicating with a host DTE through the network.

The facility reverse charging acceptance authorizes the local DCE to pass to the subscribing DTE any calls requiring reverse charging. If this facility is not taken, the local DCE will reject any incoming calls which request reverse charging.

This is how the two facilities work together: a calling DTE that wants to transfer the charge of a call to the called DTE must encode the facility field of the CALL REQUEST packet with "reverse charging". If the called DTE has subscribed to reverse charging acceptance and if it agrees to accept the call charge, the called DTE replies with suitably encoded CALL ACCEPT packet and the circuit is established. If the called DTE has not subscribed to reverse charging acceptance, the called DCE will reject the call and the calling DTE receives a CLEAR INDICATION.

Packet Retransmission

Packet retransmission allows a DTE to issue reject packets (REJ) to the network. A DTE issuing a REJ initiates retransmission, from the network, of unacknowledged DATA packets, starting with the packet sequence number conveyed by the REJ. See the following figure.

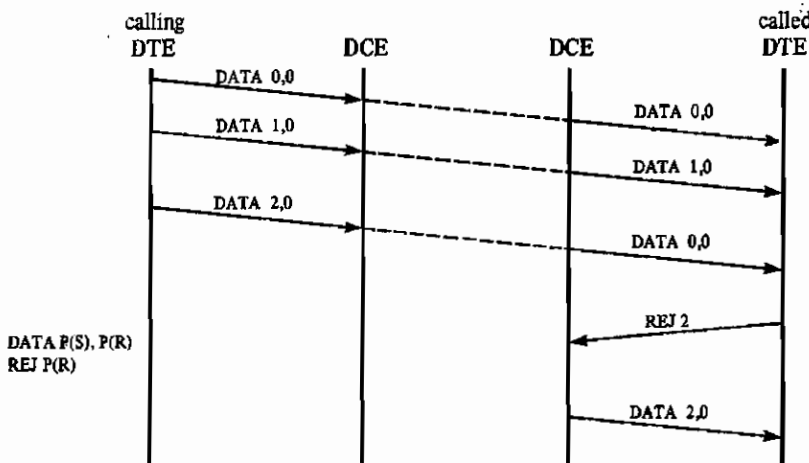


Figure 6-5. Packet Retransmission Example

USER FACILITIES

In the example of Figure 6-5 the REJ packet, and hence the packet retransmission facility, has been used as the called DTE receives an out of sequence DATA packet. Consequently, with the REJ, the erroneous packet is rejected and the sequence number of the expected packet is encoded in the P(R) field.

The option to use the facility is only present during the data transfer phase, and when subscribed for will apply to all the subscribing DTE's logical channels.

Nonstandard Defaults for Packets and Window Sizes

The standard packet size is 128 octets and the standard window size is 2. These are the default values normally used but they can be changed by taking the "nonstandard default" facility. If this facility is taken, the nonstandard values will apply to all the logical channels of the subscribing DTE.

The facility allows a DTE to define a nonstandard packet size value from the range 16, 32, 64, 256, 512 or 1024; or a nonstandard window size of 1, and from 3 to 7. Assuming, of course, that the local network supports all these values.

The facility's parameters cannot be changed on a per-call basis. Consequently, a DTE must re-subscribe to the network if new nonstandard default values are required.

6.8 USER FACILITIES ON PVCs

Special limiting considerations must be made for user facilities on PVCs, notably the absence of call set-up packets prevents any facility being taken on a per-call basis. Furthermore, the range of available facilities is much less than that for SVCs: none of the essential facilities and only a few of the additional facilities can be subscribed to. Therefore certain networks may not provide any facilities on PVCs.

Nevertheless, the CCITT recommends that the following facilities might be available, but it will be necessary to check the network's documentation for clarification.

Extended packet sequence numbering (modulo 128). Allows DATA packets to be counted from 0 to 127, instead of 0 to 7 as is the standard. This facility may also be available on SVCs.

Nonstandard default window size. See the previous section.

Nonstandard packet size. See the previous section.

Default throughput class assignment. Allows the DTE to change the default throughput class for the DTE/DCE interface by selecting a value from the range provided by the network. This facility may also be available on SVCs.

Packet Retransmission. See the previous section.

PACKET FORMATS

CALL REQUEST/ INDICATION

Octet 1	GFI (0D01)	LCGN	
2	LCN		
3	0	0	0 0 0 1 0 1 1 1 0B
	Calling Adx Length	Called Adx Length	
	Address(es)		
	0 0 0 0		
	Facilities Length (up to \$6D)		
	Facility Codes and Parameters		
	Call User Data		

CALL ACCEPTED/ CONNECTED

Octet 1	GFI (0D01)	LCGN	
2	LCN		
3	0	0	0 0 0 1 1 1 1 1 0F
Extended Mode	Calling Adx Length	Called Adx Length	
	Address(es)		
	0 0 0 0		
	Facilities Length (up to \$6D)		
	Facility Codes and Parameters		
	Call User Data		

CLEAR REQUEST/ INDICATION

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0	0	0 1 0 0 1 1 1 1 13
4	Clear Cause Code		
5	Diagnostic Code		
Extended Mode	Calling Adx Length	Called Adx Length	
	Address(es)		
	0 0 0 0		
	Facilities Length (up to \$6D)		
	Facility Codes and Parameters		
	Call User Data		

CLEAR CONFIRMATION

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0	0	0 1 0 1 1 1 1 1 17
Extended Mode	Calling Adx Length	Called Adx Length	
	Address(es)		
	0 0 0 0		
	Facilities Length (up to \$6D)		
	Facility Codes and Parameters		
	Call User Data		

DATA

Octet 1	GFI (0D01)	LCGN	
2	LCN		
3	P(R)	M	P(S) 0 XX
	Data Up to 4096 octets, usually 128 or less		

RECEIVER READY

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	P(R)	0	0 0 0 0 1 X1

**RECEIVER NOT
READY**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	P(R)	0 0 1 0 1	X5

REJECT*

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	P(R)	0 1 0 0 1	X9

*Available only when the packet retransmission facility is subscribed to.

INTERRUPT

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0 0 1 0 0 0 1 1		23
4	Data, up to 32 octets		

**INTERRUPT
CONFIRMATION**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0 0 1 0 0 1 1 1		27

**RESET REQUEST/
INDICATION**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0 0 0 1 1 0 1 1		1B
4	Resetting Cause Code		
5	Diagnostic Code		

**RESET
CONFIRMATION**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	0 0 0 1 1 1 1 1		1F

**RESTART REQUEST/
INDICATION**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	1 1 1 1 1 0 1 1		FB
4	Restarting Cause Code		
5	Diagnostic Code		

**RESTART
CONFIRMATION**

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	1 1 1 1 1 1 1 1		FF

DIAGNOSTIC

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	1 1 1 1 0 0 0 1		F1
4	Diagnostic Code		
	Diagnostic Explanation Up to 3 Octets		

REGISTRATION REQUEST

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	1 1 1 1 0 0 1 1		F3
	DTE Address Length	DCE Address Length	
	DCE and DTE Address(es)		
		0 0 0 0	
0	Registration Length		
	Registration Codes and Parameters		

REGISTRATION CONFIRMATION

Octet 1	GFI (0001)	LCGN	
2	LCN		
3	1 1 1 1 0 1 1 1		F7
	Registration Cause Code		
	Diagnostic Code		

CAUSE CODES:

CALL CLEARING CODES

	HEX	NAME
DTE	00	DTE originated
OCC	01	Number busy
DER	09	Out of order
RPE	11	Remote procedure error
RNA	19	Reverse charging acceptance not subscribed
ICD	21	Incompatible destination
FSN	29	Fast select acceptance not subscribed
SHA	39	Ship absent
INV	03	Invalid facility request
NA	0B	Access barred
ERR	13	Local procedure error
NC	05	Network congestion
NP	0D	Not obtainable
ROO	15	RPOA out of order

RESETTING CODES

	HEX	NAME
DTE	00	DTE originated
ERR	05	Local procedure error
RPE	03	Remote procedure error
DER	01	Out of order
NC	07	Network congestion
ROP	08	Remote DTE operational
NOP	0F	Network operational
ICD	11	Incompatible destination
NCO	1D	Network out of order

RESTARTING CODES

HEX	NAME
00	DTE originated
01	Local procedure error
03	Network congestion
07	Network operational
7F	Registration/cancellation confirmed

COURSE CONTENT

NOTES

ISO ASYNCHRONOUS PROTOCOL

ISO Asynchronous is a communication protocol that has been defined by the International Standards Organization (ISO). This protocol may be referred to as "ISO ASYNC", or "NCR/ISO". ISO Async is, without question, the standard for asynchronous communication procedures.

General Rules and Restrictions

While specific examples of the protocol are described later in this lesson, the following are the basic rules and restrictions that apply:

- The protocol is designed for use by pollable devices, operating in the multi-point environment.
- The ASCII code set, consisting of seven bit characters plus parity, will be used.
- Even parity checking will be used to detect errors in individual characters.
- LRC (BCC) checking will be used to detect errors in data messages.
- Only single block data transmission is supported. This simply means that all related data to be transferred must be transmitted in a single message. It cannot be segmented into multiple short messages. However, data can be segmented within a single message.
- The main processor of the communication system is called "Central", and subordinate units are called "Tributaries".
- All transmissions from the Tributary to Central must contain the identification (ID) of the Tributary. This provides assurance that the proper tributary is responding to Central's transmissions.

Within the array of NCR products, the financial family of equipment has most strictly adhered to the ISO Async protocol. Numerous deviations are found within the retail family of equipment. These deviations are the topic of Lesson 3.

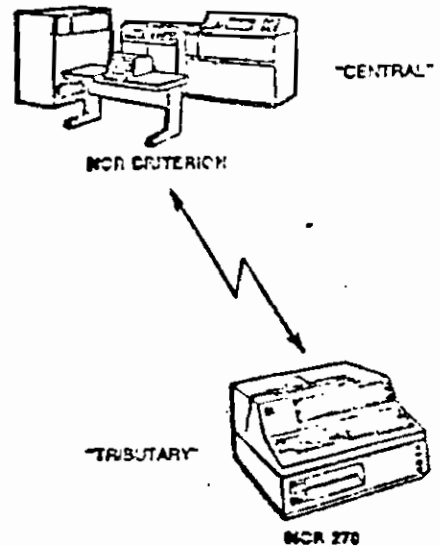
Communication Control Concepts

- Since the protocol has been developed for use in a multi-point environment, it is a "poll/select" protocol. In this case, Central maintains total control of communications within the system. Tributary units cannot transmit, until they have been given permission to do so, by Central. This permission is in the form of a poll message directed to the tributary. If the tributary has data to send to Central, it can be transmitted in response to the poll.

ISO
INTERNATIONAL
STANDARDS
ORGANIZATION

ISO ASYNC

- MULTI-POINT CIRCUIT
- ASCII CODE SET
- EVEN PARITY
- LRC BLOCK CHECK



POLL/SELECT PROTOCOL

- CENTRAL MAINTAINS CONTROL
- TRIBUTARIES CANNOT TRANSMIT UNTIL CENTRAL GIVES PERMISSION

NOTES

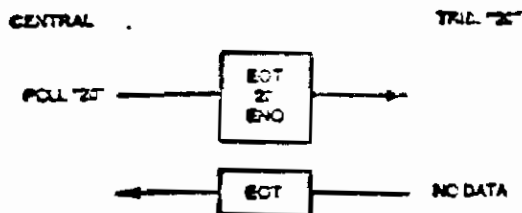
COURSE CONTENT

POLL "ID"

- EACH TRIBUTARY HAS UNIQUE ID
- ID ASSIGNED BY STRAPPING IN TRIBUTARY



POLL NEGATIVE RESPONSE



Although Central is said to be in complete control, it cannot send data to a tributary, without first requesting permission. This request is in the form of a select message directed to the tributary.

Poll Sequence

The polling sequence is performed continuously by the central station of the multi-point circuit. Polling consists of transmitting individual poll messages to each tributary on the link, at regular intervals. The function of the poll message, is to provide the tributary with the opportunity to send data to Central, if required.

While the general polling procedures are quite consistent, poll message formats and the method for addressing specific tributaries can vary with the terminal type. Each tributary has an individual address, or "ID", which is normally controlled by strapping within the terminal. The poll message transmitted by Central, must contain an ID that matches the one strapped in the terminal.

The format of the poll message can vary, but will usually be an EOT-POLL ID-ENQ sequence.

When the tributary recognizes its ID in the poll message, it is required to respond.

Negative Response to Poll

If the tributary has no data to send to Central, at the time of the poll, the required response is an EOT. This is sometimes referred to as the "No Data Response", or a "Negative Response" to poll. The negative response indicates that the tributary is operational, but has no data to transmit.

COURSE CONTENT

• Positive Response to Poll

If the tributary is holding data for Central, at the time it is polled, it will send this data in response to the poll. This response may be called the "Data Response", or "Positive Response" to poll.

The format for the "Data Response" is normally STX-ID-DATA-ETX-BCC.

Upon receiving the data response, Central will perform its error check functions, to assure that the message has been received correctly. If the message is found to be error free, Central will acknowledge the message, by transmitting an ACK.

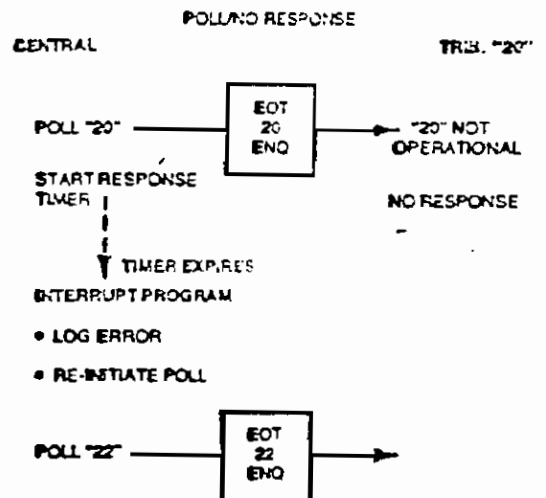
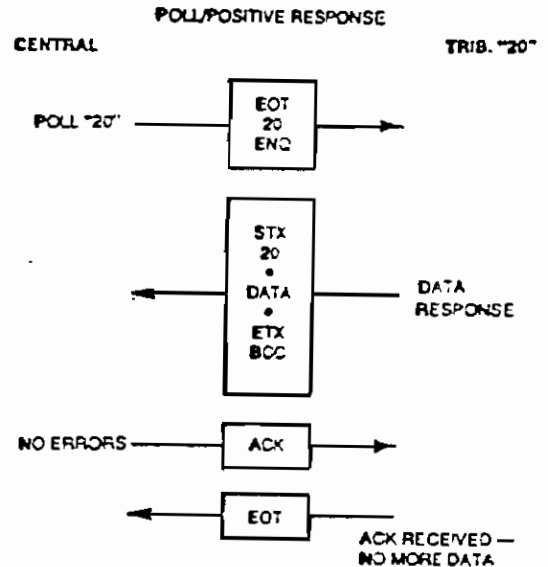
Upon receiving the ACKnowledgment for the data sent, the tributary will send an EOT, indicating that it has no further need to communicate with Central, at this time.

At this point, the exchange of data from the tributary to Central is complete, and Central is free to resume its polling function.

• No Response to Poll

If the tributary is not operational, at the time Central transmits the poll, there will be no response. The non-operational condition could be the result of a failure at the tributary, or simply the fact that it is turned off. At the time Central transmitted the poll message, it would have activated its response timer.

NOTES



NOTES

NO RESPONSE?
CENTRAL PROGRAM
INITIATES RECOVERY

SOFTWARE INTERACTION

POLL LIST

20
21
22
23
24
25

ST. RED IN CENTRAL
MEMORY, IDENTIFIES
ALL TRIBUTARIES
ON THE LINK

POLL BUFFER

EOT 20 ENQ
EOT 21 ENQ
EOT 22 ENQ
EOT 23 ENQ
EOT 24 ENQ
EOT 25 ENQ

COMPILED FROM THE
POLL LIST AND STORED
IN CENTRAL MEMORY,
CONTAINS POLL MESSAGES
TO BE TRANSMITTED

POLL IDS ARE ENTERED AS A CENTRAL PROGRAM
PARAMETER

COURSE CONTENT

Since the tributary does not respond, the timer will expire. The timer expiration normally initiates an interrupt to the processor, which is used to notify the program of the situation. It will be the responsibility of the central program to initiate any recovery action.

• Program Interaction with Polling Processing

It is beneficial to understand how central software interacts with the polling process. While some variations may be found from system to system, the overall concept is quite similar.

The program in the central processor maintains a list of the tributaries on the communication link. This list is usually called the "poll table", or "poll list". The entries in this poll list, which are normally entered as program parameters, identify each tributary on the link, by ID number. From this list, the program establishes the poll buffer. The poll buffer contains the poll messages (EOT-ID-ENQ), in the sequence in which they will be transmitted. Central simply starts at the beginning of the poll buffer, transmits the first poll message, and then waits for a response. Central will then repeat the process for each individual poll message, until it reaches the end of the buffer. At this point, Central will return to the beginning of the poll buffer and start the process again.

Central must examine each response coming back from the tributaries. If the response is an EOT (No Data), Central advances to the next entry in the buffer, and polls the next tributary.

If the response from the tributary begins with an STX, it signifies the start of a message. In this case, the complete message will be assembled in an input buffer as it is received. The error check is performed, and necessary controls set up so the message can be processed. At this point, the polling process is temporarily suspended, since it is necessary to transmit the acknowledgment and receive the EOT response. Once this is complete, Central resumes polling with the next tributary in the poll buffer.

If the tributary fails to respond to the poll, the situation requires additional consideration. When the response timer expires, the interrupt that occurs will cause Central to step to the next entry in the poll list, and resume polling. That action was quite easy to anticipate, but it is not the whole picture. The duration of the

COURSE CONTENT

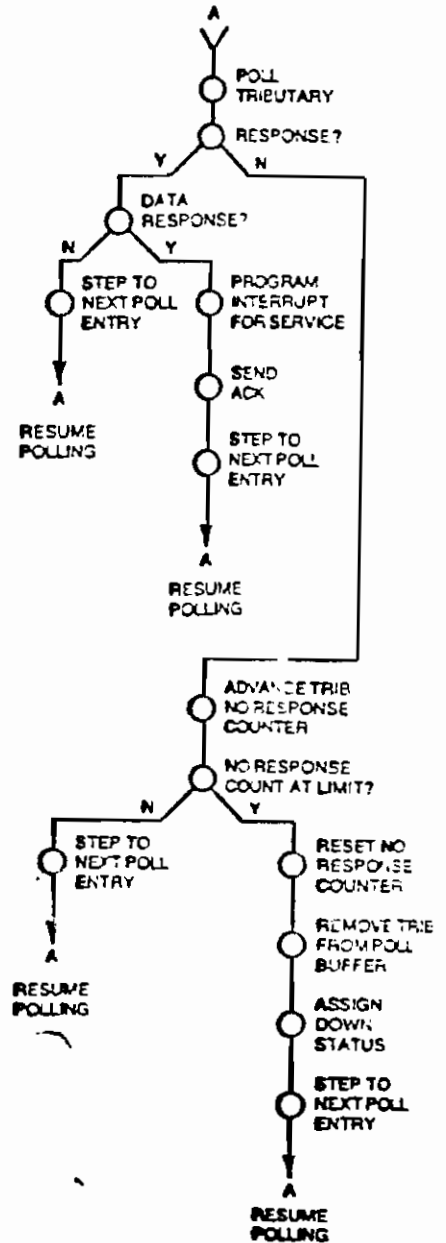
response timer is set long enough to assure that the tributary has more than enough time to respond. If a number of tributaries are turned off, this delay will be encountered several times during each cycle through the poll buffer. As a result, the remaining tributaries will not be polled as frequently as normal. This would cause objectionable delays for the tributary operators.

The program is designed to prevent such an occurrence. The program will keep a count of the number of times each tributary fails to respond to the poll. When the count for a specific tributary reaches a pre-determined value, its poll message will be removed from the buffer. At this time, the tributary would be assigned a "down" status, in the poll list. Since the tributary is no longer in the poll buffer, the poll cycle rate for the other tributaries is unaffected. A poll message for the "down" tributary will be inserted into the poll buffer periodically, to determine if the status has changed. This polling of "down" tributaries is called "slow poll", since it is much less frequent than the polling of "up" tributaries. Once the tributary begins responding to the poll, its status will be changed to "up", and polling at the normal rate resumes.

Other systems may handle this situation in a different manner. If the tributary does not respond to poll, it may be removed from the poll buffer permanently. In this environment, the tributary must be manually reinstated, before it will again be polled.

NOTES

CENTRAL POLLING SEQUENCE



SOME SYSTEMS REQUIRE THAT "DOWN" TRIBUTARIES BE MANUALLY REINSTATED

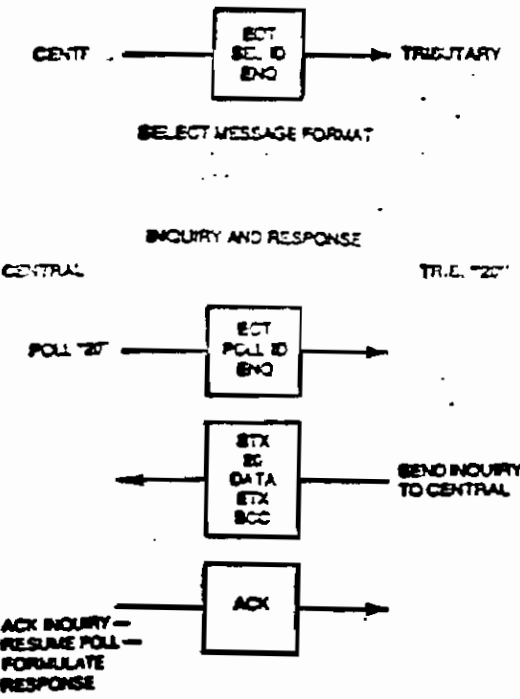
NOTES

SELECTION

PROCEDURE USED BY CENTRAL TO SEND DATA TO THE TRIBUTARY STATIONS

SELECT ID

- EACH TRIBUTARY HAS A UNIQUE SELECT ID
- SELECT ID IS NORMALLY DERIVED FROM POLL ID



COURSE CONTENT

Select Sequence

Selection is a process, used by Central, to send data to the tributary stations. The "select" message, transmitted by Central, initiates the selection process. By sending the select message, Central is requesting permission to send data to the tributary. In other words, Central must determine if the tributary is ready to receive the data before it can be transmitted.

The select message (EOT-SEL ID-ENQ) is very similar to the poll message, with the only difference being the ID used to address the tributary. While the select ID for the tributary is related to the poll ID, it is not the same. It is this difference that identifies the message function as a poll or a select. The poll/select ID's will be described later in this lesson.

• Selection — Tributary Ready to Receive

Assume that a tributary station has an inquiry message to be sent to Central. This message must be "held" by the tributary until it is polled by Central. When the tributary recognizes its poll, it will transmit the inquiry in response. Upon receiving the inquiry, Central will acknowledge it, as described earlier in this lesson. An inquiry, from a tributary, requires Central to interrogate files and formulate a response. Since this will take time to accomplish, Central will resume polling until it has the response ready.

Once Central has the response ready, it will suspend polling and transmit a select message to the inquiring tributary. If the tributary is ready to accept the response, it will transmit its ID and a positive acknowledgment (ID-ACK). The ID assures that the correct tributary is responding to the select, and the ACK indicates a "ready to receive" status. After receiving the acknowledgment, Central will transmit the data message and wait for another acknowledgment, indicating that the data was received correctly. After receiving this final acknowledgment, Central transmits an EOT, and resumes the polling sequence.

COURSE CONTENT

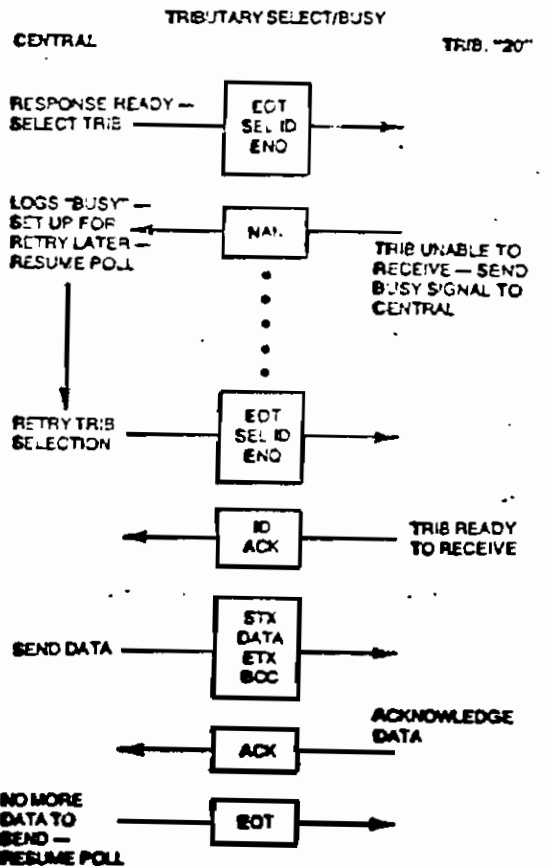
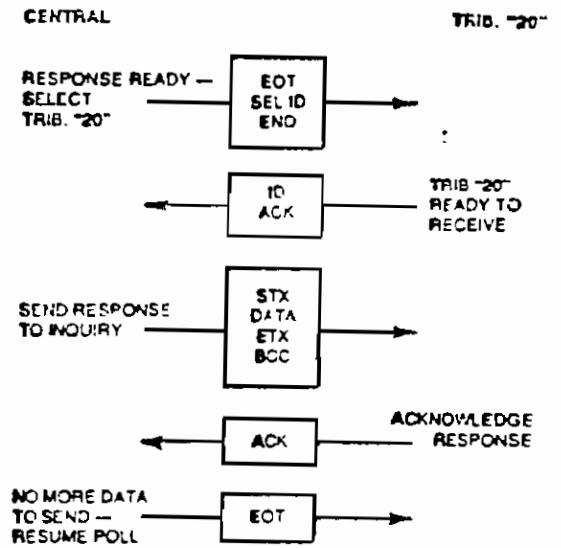
NOTES

• Select on — Tributary Not Ready to Receive

At certain times, Central may attempt to select a tributary that is currently unable to receive data. This situation may be referred to as a "busy" condition at the tributary.

If a tributary is unable to accept data, at the time it receives a select message from Central, it is required to respond with a negative acknowledgment (NAK). In this circumstance, the NAK response reports a "busy" status at the tributary. Central will normally wait for a predetermined interval, and then try to select the tributary again.

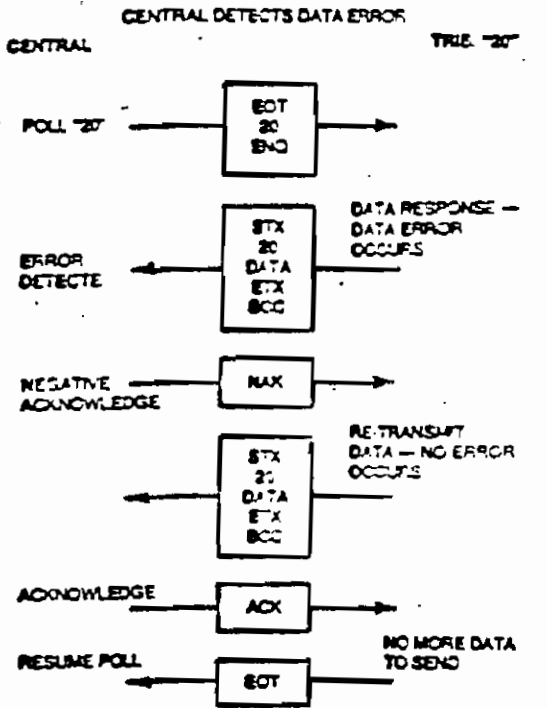
In the event that the busy condition at the tributary is caused by a failure, the number of select retries must be limited. This limit is established by a program parameter. If the tributary continues to report a busy status, and the retry limit is reached, Central will change the tributary's operational status to "down". In this event, the central operator will normally receive a report of the status change.



NOTES

ERROR RECOVERY

- PROCEDURES DESIGNED TO FACILITATE RECOVERY FROM ERROR CONDITIONS
- SOME ERRORS WILL BE UNRECOVERABLE AND WILL REQUIRE AN ABORT



COURSE CONTENT

Error Recovery

During the normal communication process, any communication system will encounter abnormal situations, from which it must be able to recover. These abnormal situations are referred to as error conditions, and the procedure by which the system will compensate for the error is called error recovery.

This portion of the lesson describes the various error conditions and the methods for accomplishing recovery. However, it is important to point out that some errors will be unrecoverable. In this case, program parameters will limit the number of recovery attempts.

• Data Error Detected by Central

In this situation, Central detects an error in a data transmission from a tributary, and has the responsibility for initiating recovery.

In the example, Central has polled the tributary station, and receives a data message in response. The message error check, performed by Central, indicates an error in transmission. To inform the tributary of the situation, Central transmits the negative acknowledgment (NAK).

The tributary, having sent a data message to Central, must retain this message in its buffer, until Central confirms that it has been received correctly. The NAK response indicates that an error has been detected, and the message must be transmitted again. The tributary will retransmit the message, and wait for a response from Central.

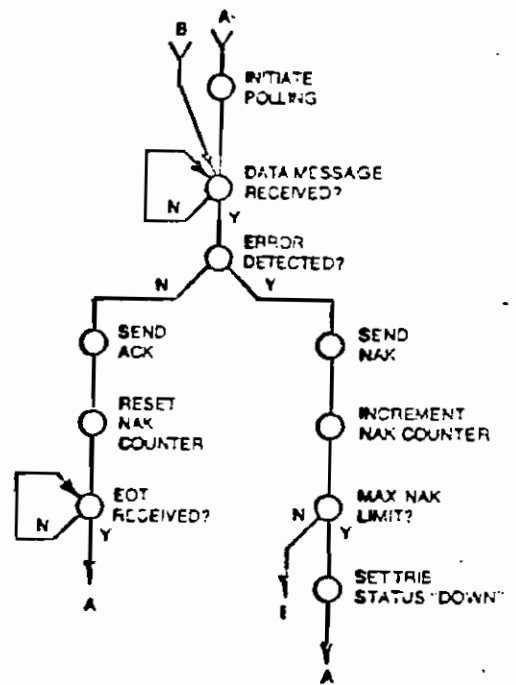
If the response from Central is the positive acknowledgment (ACK), the tributary will transmit an EOT, and Central will resume polling.

COURSE CONTENT

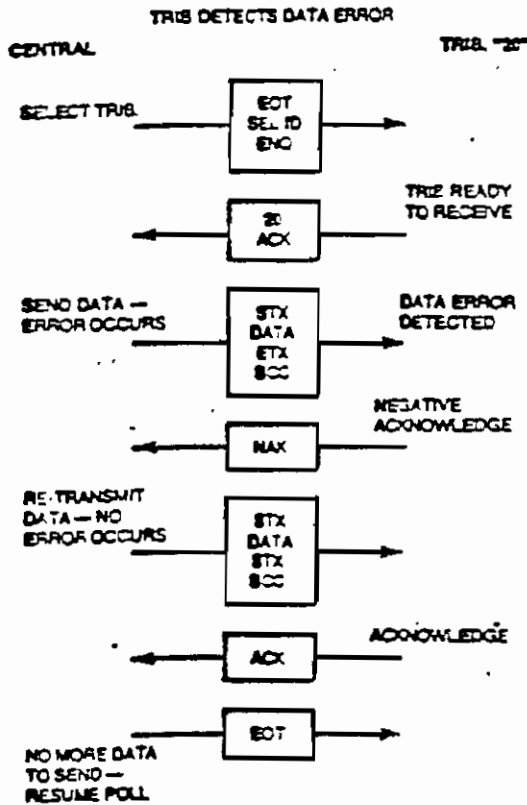
If the re-transmission is unsuccessful, Central will respond with another negative acknowledgment (NAK). The tributary must re-transmit the message again. While these events are occurring, a NAK counter is keeping count of the number of recovery attempts. A program parameter has specified the maximum number of recovery attempts that can be made in this situation. If the NAK counter reaches this maximum value, before the message is received successfully, the recovery attempt will be aborted. The importance of this action becomes apparent, if you consider the fact that polling is suspended during these recovery attempts. As long as polling is suspended, all other tributaries on the link would effectively be in a non-operational state. Therefore, it is necessary to limit the recovery attempts. Since the limit is controlled by a program parameter, the number of allowable attempts will vary from system to system. However, a limit of 3 to 5 attempts can be considered average.

NOTES

CENTRAL RECOVERY INITIATION



NOTES



THE NUMBER OF RECOVERY ATTEMPTS WILL BE LIMITED

COURSE CONTENT

• Data Error Detected by Tributary

In this situation, Central is sending a data message to the tributary unit, when the data error is detected.

In the example, Central has transmitted the select message to the tributary unit. The tributary, in turn, has responded with ID-ACK, indicating that it is ready to receive data. Central then transmits the data message to the tributary.

Upon receiving the data message, the tributary performs its error check procedures, and determines that a transmission error has occurred. The tributary then responds with the negative acknowledgment (NAK).

Central must also retain the data message in its buffer, until the tributary confirms that it has been received correctly. The NAK response, from the tributary, identifies the need to re-transmit.

If the re-transmission is successful, the tributary will respond with the positive acknowledgment (ACK). Central will then transmit an EOT and resume polling.

If the re-transmission was unsuccessful, Central may re-transmit again. As before, the number of recovery attempts will be limited. If a successful transmission cannot be accomplished within this limit, the recovery attempt will be aborted.

COURSE CONTENT

• No Response from Central

"No Response" refers to a response that is never transmitted, or if transmitted, cannot be detected by the intended receiver. The two situations are similar, but they are also unique. Since the recovery procedure is somewhat different in each case, they will be described separately.

• Central Response not detected by Tributary

In this example, Central has polled the tributary unit, and the tributary responds with a data message. Central receives the data message, and transmits the positive acknowledgment (ACK). Due to a transmission problem, the tributary does not detect the ACK.

At the time the tributary sent the data message to Central, it would have activated its Response Timer. This is normal, since the tributary expects an ACK or NAK response to the data message. Since Central's response is lost, due to the transmission problem, the Response Timer will expire. Expiration of the timer initiates recovery.

At this point, the tributary will transmit an Enquiry (ENQ). In this context, the ENQ is a request for Central to re-transmit its last response.

In the example, Central re-transmits the ACK, which is received by the tributary. The tributary then transmits the EOT, completing the recovery. Central then resumes normal polling.

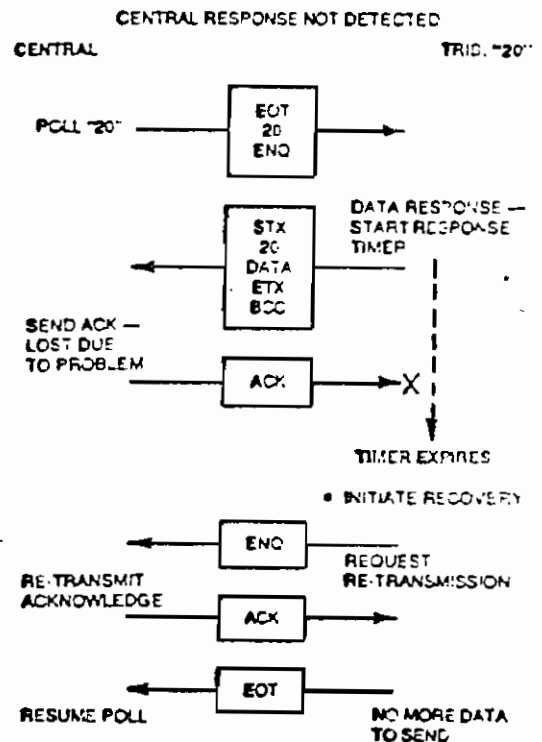
If the last response from Central had been a NAK, then the tributary would be required to re-transmit the data message and receive the ACK, before recovery could be considered complete.

The previous example considers the recovery procedure to be successful. This will not always be the case. If the response transmitted by Central fails to reach the tributary, then the tributary Response Timer will expire again. The tributary would then transmit an ENQ, attempting to initiate recovery again. The number of attempts, at recovery, will be limited by the ENQ counter. If the counter reaches a pre-determined value before successful recovery is accomplished, the recovery attempt will be aborted.

NOTES

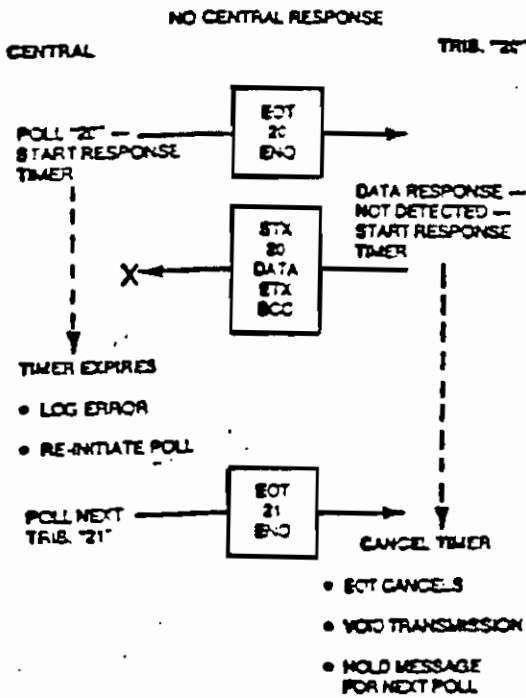
NO RESPONSE CONDITIONS

- RESPONSE NOT TRANSMITTED
- TRANSMITTED RESPONSE IS NOT DETECTED



ENO COUNTER WILL LIMIT NUMBER OF RECOVERY ATTEMPTS TRIB CAN INITIATE!

NOTES



COURSE CONTENT

• Central Does Not Transmit a Response

While this may initially appear to be the same as the previous situation, it is different. In this example, the tributary has sent a data message in response to the poll. Due to a transmission problem, Central does not detect the data message.

The tributary would have activated its Response Timer with the transmission of the data message, as was previously described. However, it will not be involved in the recovery process, since the Response Timer at Central was started earlier, with transmission of the poll message. Since the Response Timer at Central started first, it will expire first. To Central, the situation appears to be a simple failure of the tributary to respond to poll. Central will handle the situation the same as described earlier.

At the tributary end, the situation is not quite that simple. The tributary has sent a data message to Central, and has not yet received an acknowledgment. Since its Response Timer has not yet expired, it cannot initiate recovery.

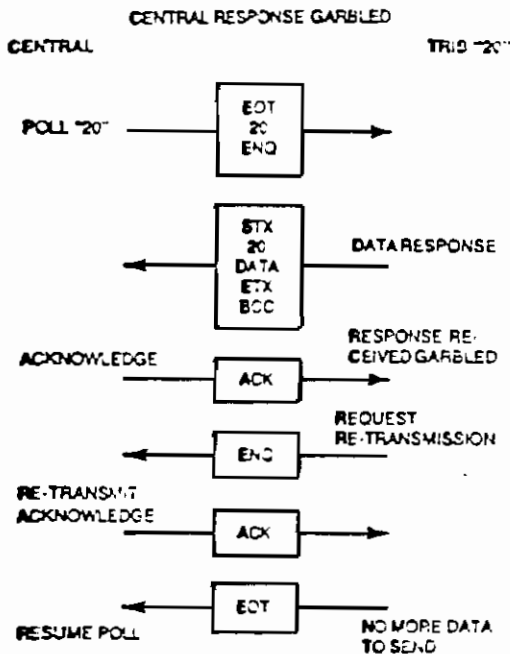
Once Central has recorded the fact that the tributary did not respond to poll, it will resume the normal polling sequence. When the tributary recognizes the EOT preceding the first poll message, it will reset its Response Timer and consider the previously transmitted data message to be void. However, since the data was not transferred to Central successfully, it will be retained by the tributary, and transmitted in response to the next poll.

COURSE CONTENT

NOTES

- "Garbled" Response from Central

A "garbled" response is one that is detected, but due to a transmission problem, it cannot be decoded or understood by the intended receiver.



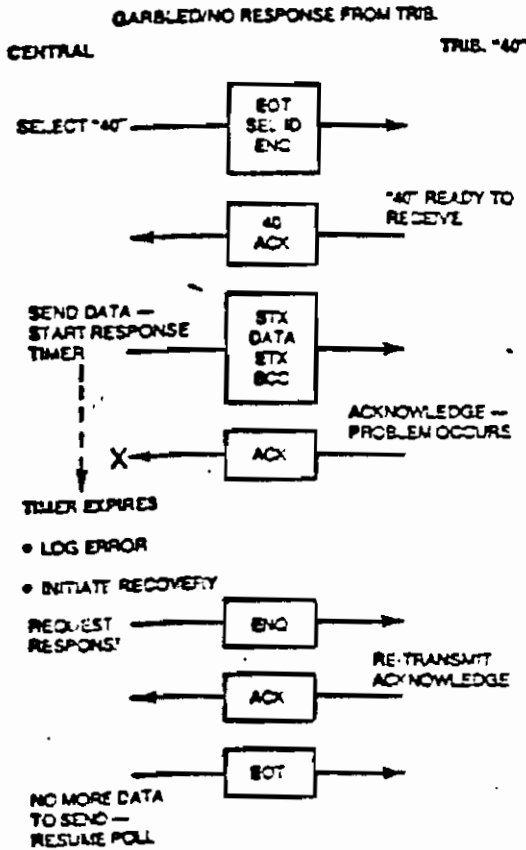
In the example, the tributary has transmitted a data message in response to the poll. Central receives the data message, finds it to be error free, and transmits the positive acknowledgment (ACK). Because of a transmission problem, the tributary is unable to decode or interpret the transmission.

In this situation, the tributary is required to transmit an ENQ, asking Central to re-transmit its response.

Upon receiving the ENQ, Central re-transmits the ACK. Since the ACK is received correctly, the tributary sends an EOT and Central resumes polling.

As described earlier in the lesson, another ENQ would be transmitted by the tributary, if the problem persists. Again, the number of recovery attempts will be limited by the ENQ counter.

NOTES



MESSAGE ABORTS

COURSE CONTENT

• Garbled or No Response from Tributary

The situation described, is the failure of the tributary response to a data message transmitted by Central. If you recall, a failure of the tributary to respond to poll, was described earlier.

In the example, Central has transmitted a select message to the tributary. In response to the select, the tributary transmits ID-ACK, indicating that it is ready to receive data.

Upon receiving the ID-ACK, Central transmits the data message.

The tributary receives the data message, and finding it to be error free, transmits the ACK response. A transmission problem causes the ACK to be undetected by Central.

Since Central was expecting a response to the data message, it would have activated its Response Timer. Since the response goes undetected, the timer will expire. Central then transmits the ENQ, asking for a response from the tributary.

The ENQ instructs the tributary to retransmit its last response. In this case, the ACK is transmitted successfully, so Central transmits an EOT and resumes polling.

If the transmission problem had caused the tributary response to garbled, instead of lost, Central could initiate recovery without waiting for the Response Timer to expire. As soon as the garbled response has been received, Central would transmit the ENQ, to initiate recovery.

Once more, the ENQ Counter will limit the number of recovery attempts.

• Abnormal End of Data Message

There are situations in which Central may wish to abort a data message, that it is currently in the process of transmitting. Since these situations are system dependent, the reasons for the abort are not considered in this course. However, in the event that an abort becomes necessary, the protocol defines how they will be conducted. Central can signal an abort by concluding the data message with either the ENQ or the EOT control

COURSE CONTENT.

• EOT Ends Data Message

In the example, Central has selected the tributary, received the ID-ACK response, and begun transmitting the data message. During the transmission, the need to abort develops, so Central ends the transmission with an EOT.

The EOT at the end of the data message also indicates that Central will not be making another attempt to transmit the message at this time.

Upon receiving the EOT, the tributary will discard the data received, log an error, and wait for another poll or select from Central.

• ENQ Ends Data Message

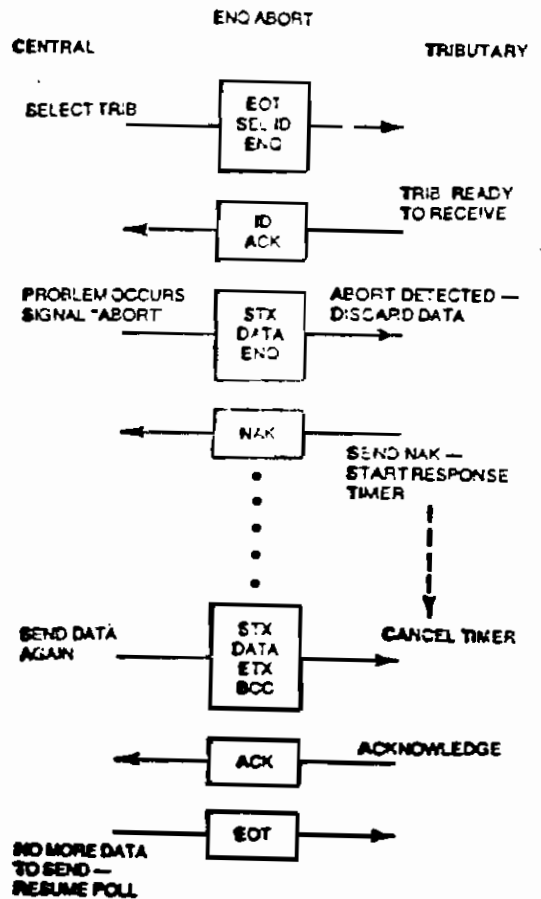
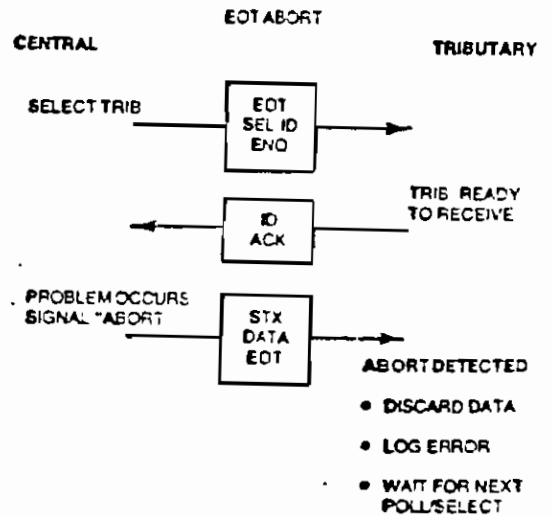
As in the previous example, Central has selected the tributary, and is in the process of transmitting a data message, when it sends the ENQ to signal an abort.

In addition to signaling the abort, the ENQ implies that Central will make another attempt to transmit the message.

Upon receiving the ENQ, the tributary discards the data received, and transmits the negative acknowledgment (NAK). The tributary also activates its Response Timer.

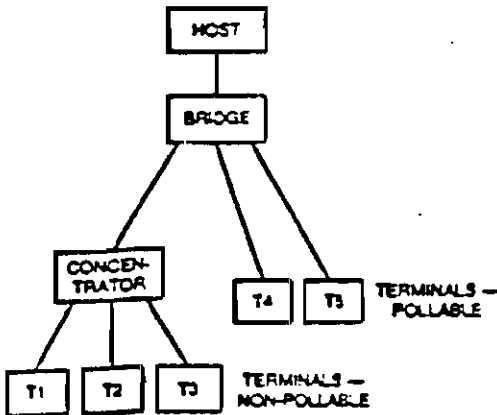
If the timer expires, before another transmission is received from Central, the tributary will log an error and wait for another poll or select from Central.

NOTES

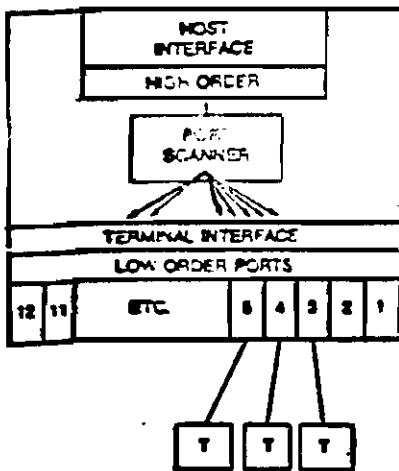


NOTES

FINANCIAL SYSTEM CONFIGURATION



THE CONCENTRATOR



COURSE CONTENT

Financial Configurations And Addressing

It was stated earlier in this lesson, that the ISO Async protocol was employed by NCR financial systems. Since the addressing scheme used by these systems is rather complex, it will be described, although it is beyond the scope of the ISO Async protocol.

The drawing illustrates a circuit configuration that could be found in a financial system. Since it is a multi-point circuit, a bridge is used to tie the various terminals into the host processor. You will notice that some terminals are connected directly into the circuit, while others are connected through a device called a "concentrator". Terminals connected directly into the circuit must be "pollable", while those connected through the concentrator, may be "non-pollable".

• The Concentrator

The concentrator is a pollable device that can connect directly into a multi-point circuit. It functions to interface multiple terminals into a single communication circuit. An added feature is the fact that the terminals need not be of the pollable variety. The concentrator will also serve as a "traffic manager" for data flow to and from its connected terminals.

To understand the addressing scheme of the system, it is necessary to examine the internal structure of the concentrator. On the high order side of the concentrator, is the communication interface to the host processor. On the low order side, multiple ports are present, providing a communication interface to the terminal devices. The financial concentrator provides twelve ports, with the ability to interface to a single terminal on each port.

When a terminal has need to communicate to Central (host), it notifies the concentrator. The next time the concentrator is polled by Central, it will pass the terminal message on. The message sent to Central will contain the identification of the originating terminal. When Central has the reply ready, it will select the concentrator, and send its message. The select message will contain the identification of the terminal to which it is directed. It is important to note, that the concentrator can only service one terminal at a time.

These concepts will be expanded upon later in this lesson.

COURSE CONTENT

NOTES

• Poll/Select ID's

Each pollable device on the communication link will be provided with a unique identification code (ID). This ID is a seven bit character, that is assigned by "strapping" in the tributary units. In some cases, the ID is assigned by the setting of switches, while in other cases, the assignment is made by the installation or removal of "strapping clips".

It is very important to remember that the program at Central will maintain a list of tributary ID's. It is the responsibility of the Field Engineer to make certain that the ID strapped at the terminal matches that stored by the program at Central.

The tributary stations will actually have two unique ID's associated with them. The "Poll ID" is used to address the tributary during polling, while the "Select ID" is used to address the tributary for selection. The only difference in the two ID codes, is bit 5, which serves a specialized function. If bit 5 is on (zero), it identifies the code as a poll ID. If bit 5 is on (one), the code is identified as a select ID. All other bits are the same.

In the example shown, a tributary with a poll ID of "20", would have a select ID of "30".

The accompanying chart lists the valid poll/select codes for this system. However, it is important to note that the chart does not consider the parity bit (bit 8). Since the financial system observes even parity, the ID characters would have to be altered accordingly. For example, a poll ID of "20" would not exist. The actual system poll ID would be "A0". The select ID for this unit would be "30", since the parity is already even. This is important to remember, if you are attempting to analyze the digital readout from a line monitor or data scope.

ID = SEVEN BIT CHARACTER

POLL ID = BIT 5 "OFF" (ZERO)

SELECT ID = BIT 5 "ON" (ONE)

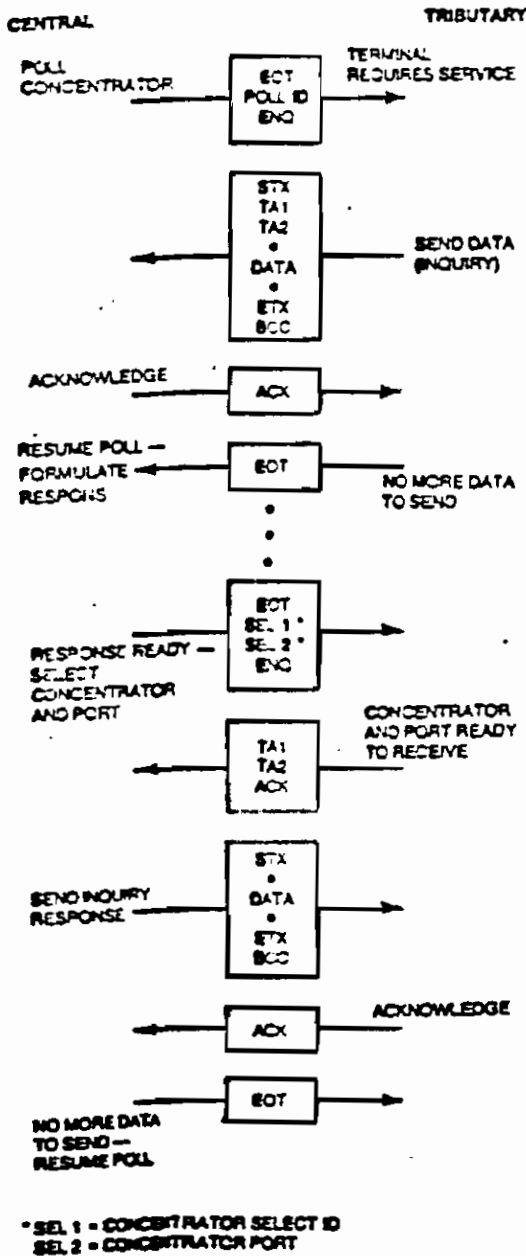
POLL ID = 20 8-84-1
0010 0000

SELECT ID = 30 0011 0000

POLL AND SELECT CODES			
Character Combinations Hex Representation		Bit Strings	
Poll Character	Select Character	Poll Character Bit 7654321	Select Character Bit 7654321
20	30	0101 10	0110010
21	31	0101 11	0110011
22	32	0101 10	0110011
23	33	0101 11	0110011
24	34	0101 10	0110100
25	35	0101 11	0110101
26	36	0101 10	0110110
27	37	0101 11	0110111
28	38	0101 10	0110100
29	39	0101 11	0110101
2A	3A	0101 10	0110110
2B	3B	0101 11	0110111
2C	3C	0101 100	0111100
2D	3D	0101 101	0111101
2E	3E	0101 110	0111110
2F	3F	0101 111	0111111
40	50	1001 1000	10110000
41	51	1001 1001	10110001
42	52	1001 1010	10110010
43	53	1001 1011	10110011
44	54	1001 1100	10110100
45	55	1001 1101	10110101
46	56	1001 1110	10110110
47	57	1001 1111	10110111
48	58	1001 1000	10111000
49	59	1001 1001	10111001
4A	5A	1001 1010	10111010
4B	5B	1001 1011	10111011
4C	5C	1001 1100	10111100
4D	5D	1001 1101	10111101
4E	5E	1001 1110	10111110
4F	5F	1001 1111	10111111
60	70	1100 0000	11100000
61	71	1100 0001	11100001
62	72	1100 0010	11100010
63	73	1100 0011	11100011
64	74	1100 0100	11100100
65	75	1100 0101	11100101
66	76	1100 0110	11100110
67	77	1100 0111	11100111
68	78	1100 1000	11101000
69	79	1100 1001	11101001
6A	7A	1100 1010	11101010
6B	7B	1100 1011	11101011
6C	7C	1100 1100	11101100
6D	7D	1100 1101	11101101
6E	7E	1100 1110	11101110

NOTES

TA1 — CONCENTRATOR
TA2 — CONCENTRATOR PORT



COURSE CONTENT

• Terminal Addresses (TA1/TA2)

The terminal addresses, TA1 and TA2, are a part of the input message format for the NCR financial system. An input message is one that originates at a terminal, and is directed to Central. This additional addressing capability is required to accommodate those terminal devices operating on concentrator ports.

When a concentrator passes a message from a terminal to Central, the message will contain the terminal addresses TA1 and TA2. Specifically, TA1 identifies the concentrator to which the originating terminal is attached, and TA2 identifies the concentrator port to which it is attached.

When Central is ready to transmit a response, it will send a selection message to the concentrator. In addition to identifying the concentrator, the selection message will also identify the desired port.

If ready to accept output from Central, the concentrator will respond with the positive acknowledgment (ACK). Included with the ACK will be the TA1 and TA2, indicating that both the concentrator and the port are ready.

The illustration depicts the sequence of events that would occur.

The values of TA1 and TA2 are normally established by strapping. Again, they must agree with those maintained by the Central program. The value of TA1 is related to the concentrator poll code, but it is not the same as the poll code. The same applies to the TA2, it is related to the concentrator port number, but it is not the same. The specific relationships are not covered in this course, since they may vary from system to system. However, most system manuals will provide a conversion table to identify the relationship.

At this time, there may be some concerns about the free-standing terminals, those that do not connect to a concentrator. Actually, the message formats will be identical. Central expects the TA1 and TA2 to be present in all input messages, so the free-standing terminals must include them. In this case, TA2 is a fixed value, and is effectively unused.

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

UPDATE: We have reviewed this report and found that no changes have taken place since the last update.

IBM introduced Synchronous Data Link Control (SDLC) to permit the exchange of information among the components of a data processing system. Since its introduction in 1973, SDLC has become the primary data link control procedure offered by IBM. It is used for operations within the IBM Systems Network Architecture (SNA) and is gradually replacing a less efficient transmission procedure, IBM Binary Synchronous Communications (BSC). All of IBM's newer equipment is based on the SDLC protocol.

SDLC provides a uniform technique for managing a single communications line. In a multiple-line environment where, for example, several communications lines are connected to a remote concentrator and several regional concentrators feed a central host, overall control of the communications environment requires a higher level of control. Network control is implemented in the software of the concentrators, host computer front ends, and the host computer itself. (See Report C11-491-101, IBM Systems Network Architecture.) SDLC can be used on each communications link, independently (i.e. between each terminal and its concentrator and between each concentrator and the host).

STATIONS

A station is the device located at one end of a communications link. Only one station on an SDLC line is a primary station; all other stations on that line are secondary stations. The primary station initiates all transmissions from secondary stations by inviting or commanding responses from the addressed secondary stations. The primary station can also initiate one-way or interspersed communications between itself and a secondary station. In normal practice, the primary station deals with one secondary station at a time.

The same station can function as either a primary or secondary station in certain situations. For example, a remote processor may function as a primary station when communicating with the terminals and as a secondary station when communicating with the host processor. Procedures exist for requesting that a station return to its primary or secondary status. This capability is normally used for switched network (dial-up) arrangements, but it could be used, with appropriate station programming, to allow alterations in the primary/secondary status of stations connected to a line.

SDLC is a bit-oriented protocol for the data link control of a communications channel. Channel configurations are either multipoint or point-to-point, and may be either switched or non-switched. Transmission may be full- or half-duplex. SDLC provides error detection and recovery procedures for those errors introduced by the communications channel. It permits multi-frame transmission before an acknowledgment is required.

CONFIGURATIONS

Using SDLC, a number of data link configurations are possible. As with most protocols, stations can be configured as either point-to-point or multipoint. SDLC allows for five basic configuration variations: half-duplex, point-to-point, nonswitched; full-duplex, point-to-point, nonswitched; half-duplex, multipoint, nonswitched; full-duplex, multipoint, nonswitched; and half-duplex, point-to-point, switched. Station variations are also possible. For example, the primary station may operate in full-duplex mode while the other stations on the multipoint link operate in half-duplex mode.

SDLC is also capable of loop operation, or "hub polling." In this arrangement, the primary station (loop controller) sends command frames to any or all stations on the loop. The secondary stations decode the address field and either accept the frame or pass the frame down the loop. A loop configuration essentially uses a simplex (one-way) line with the originating and ending points terminated at the primary station. Timing is the same as for half-duplex operation without the need for turnarounds. While it is practical for connecting devices close together, the use of the loop configuration for widely separated geographical points incurs substantial line costs. IBM uses a loop configuration for its banking and retail terminal systems to connect multiple stations at the same location.

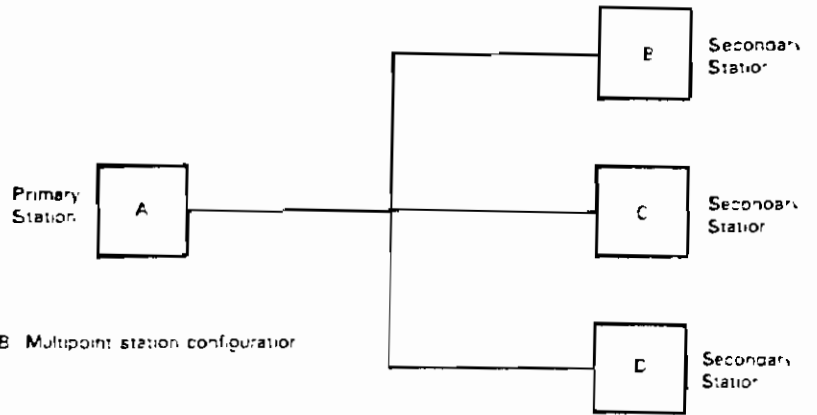
MODES OF OPERATION

An SDLC link can be in one of three transmission states: transient, idle, and active. The *Transient* state occurs when a station is preparing to transmit; it follows the poll (secondary station) and precedes the actual transmission of control information or data. Normally, this is the period between the station signaling the modem with Request-to-Send (RTS) and the modem responding with Clear-to-Send (CTS).

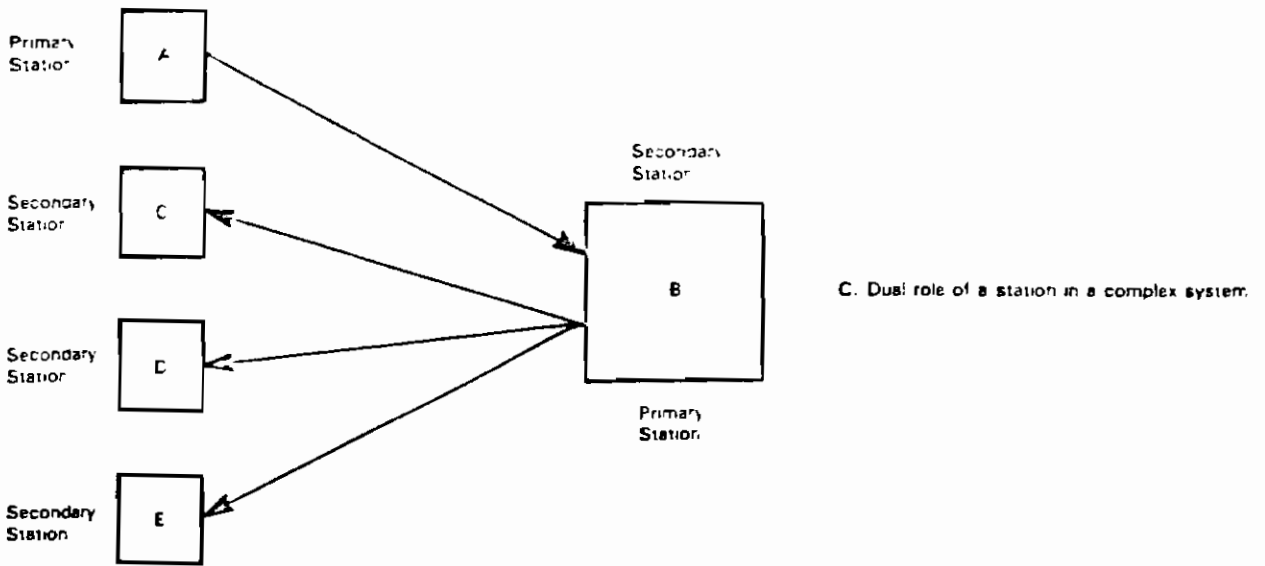
IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)



A Point-to-point station configuration



B Multipoint station configuration



C. Dual role of a station in a complex system.

Figure 1. Station configurations

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

During the *Idle State*, there is no transmission of control information or data; it is identified by a succession of 15 or more consecutive binary 1s. In the *Active State*, control information or data is being transferred.

The primary station is in a permanent command mode. Secondary stations can be in one of three active modes established by the primary station:

- *Normal Response Mode (NRM)*. Responds to poll.
- *Normal Disconnect Mode (NDM)*. Responds to poll with a request to be put on-line or to be initialized; it ignores other commands. A secondary station that receives and accepts a DISC (Disconnect) command assumes NDM. It also assumes NDM when power is turned on when the station is enabled for data link operation, following a transient disabling condition such as a power failure, or when a switched connection is made.
- *Initialization Mode*. Procedures are specified by system console menus.

If the secondary station is disabled and does not respond to a poll or responds with bits that do not result in frames, a time-out procedure is initiated by the primary station to determine the response condition. After a given number of retries, as determined by the procedures for the primary station (typically internal programming), recovery action can be taken. SDLC includes a provision for a transmitting station, either primary or secondary, to abort specific transmission. Recovery is up to the primary station. A further discussion of the time-out procedure appears later in this report.

FRAME STRUCTURE

A specific frame layout is used for all transmissions. As illustrated in Figure 2, the transmission frame consists of FLAG-ADDRESS-CONTROL-INFORMATION-FRAME CHECK SEQUENCE-FLAG. Each field contains either eight bits or a multiple of eight bits. Only the Information field is of variable length. The frame format enables a receiving station to determine the beginning and ending of a transmission, the station address, what actions should be taken, specific information for the receiving station, and whether the frame was received without error. Zero insertion is used to prevent unwanted flags from occurring in any of the other fields. This permits completely transparent data transfer.

The **Flag** field, both beginning and ending, is binary 01111110 (Hex 7E). The Idle state of the communications link is all 1s; the presence of a 0 causes the examination of the following bits to see if it matches the Flag pattern. If so, interpretation of the frame begins.

The **Address** field always contains the identity of the secondary station that is communicating with the primary station. In a poll, the Address field identifies the station being polled; in a response, it identifies the transmitting secondary station. For certain applications, it is common to have special addresses that direct frames to certain stations or to all stations on the link. In such cases, a secondary station may have three address types:

- A *station address*, its own individual address.
- A *group address*, common to several stations or
- A *broadcast address*, acceptable to all stations on the link.

The **Control** field identifies the function of the frame. This field can be in one of three formats, the unnumbered format, the supervisory format, or the information transfer format. These formats are discussed in detail under the heading Control Procedures.

The **Information** field, which is optional, contains control information or data. The interpretation of the Control field determines whether an Information field is present. The Information field may be expanded to accommodate as much information as necessary, as long as it is expanded in eight-bit increments. Both numbered and unnumbered Information fields are possible.

The **Frame Check Sequence** field is used to check the received frame for errors introduced by the channel. It contains the *Cyclic Redundancy Check (CRC)* constant. CRC is computed using the Address, Control, and Information (if present) fields as a continuous bit string. The basic computation is division by the polynomial $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$. The inverted 16-bit remainder is the Frame Check Sequence field. The result of the computation at the receiving end is the constant if there have been no errors in transmission. The computation method also permits detection of missing or added 0 bits at the high-order ends of the bit string.

CONTROL PROCEDURES

The Control (C) field defines one of three frame formats:

- **Information Transfer Format**—The vehicle used for information or data transfer.
- **Supervisory Format**—Used in conjunction with Information Transfer Format to convey ready or busy status and to request retransmission when an error is detected, or when frames are received out of sequence.
- **Unnumbered Format**—Command format for data link management.

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

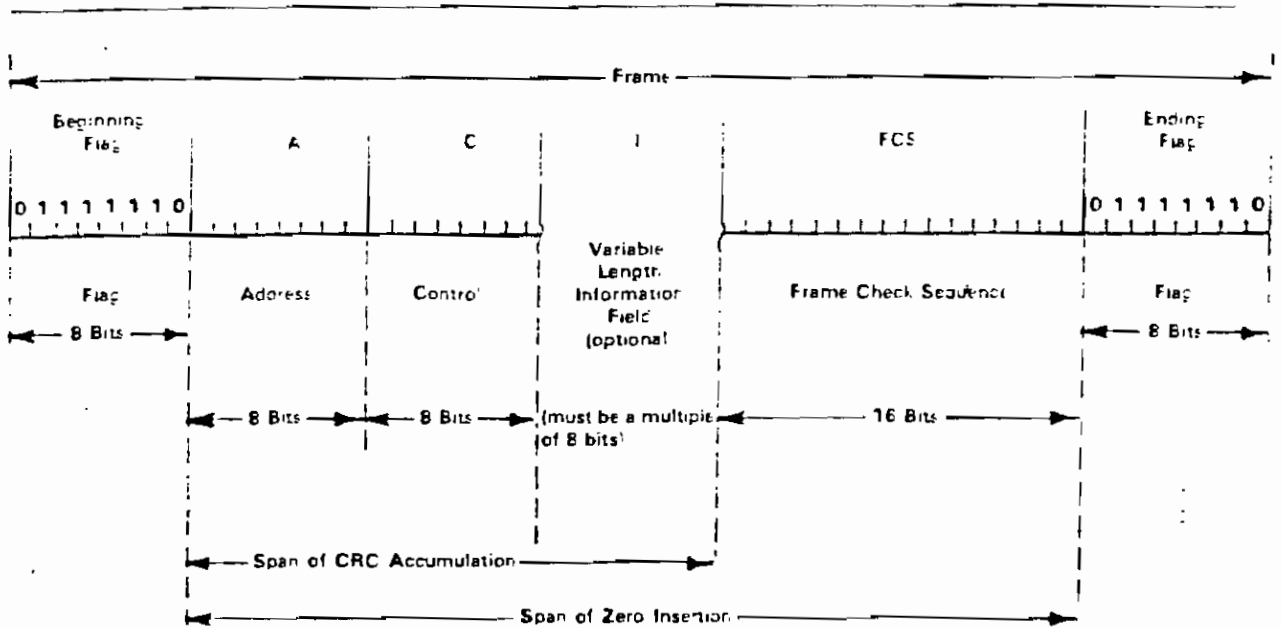


Figure 2 SDLC frame format

The general layout of the Control field formats is shown in Figure 3. Note that codes are conventionally written by IBM with the low order bit on the left reading to the right. IBM transmits the high-order bit first. Conversely, ANSI ADCCP (see Report C07-044-301) transmits the least significant bit of the control field first. SDLC is a bit-oriented procedure; bit transmission order is vital to the understanding of the protocol. The frame is shown with the leading edge of transmission to the left, while individual fields are shown with the leading edge of transmission to the right. Thus the Control field is the third field transmitted (following the Flag and Address fields), and the rightmost bit in Figure 3 is the first bit of the Control field transmitted. In the Control field, the first two bits transmitted identify the format as either Information, Supervisory, or Unnumbered.

All three Control field formats contain a poll/final (P/F) bit. A secondary station receives the P (poll) bit from the primary station. The P bit requires the secondary station to initiate transmission. The F (final) bit is transmitted by the secondary station to the primary station; it is inserted into the last frame to indicate the end of a transmission.

The bit patterns of the commands and responses are summarized in Table 1. Explanations are given in the following paragraphs.

In the Information Transfer Format, the Control Field contains information that tracks the number and sequence of frames sent and received. A station transmitting numbered information frames counts each frame and sends the count with the frame. This count is a sequence number known as N_s . This sequence number is checked at the receiving end for missing or duplicated frames.

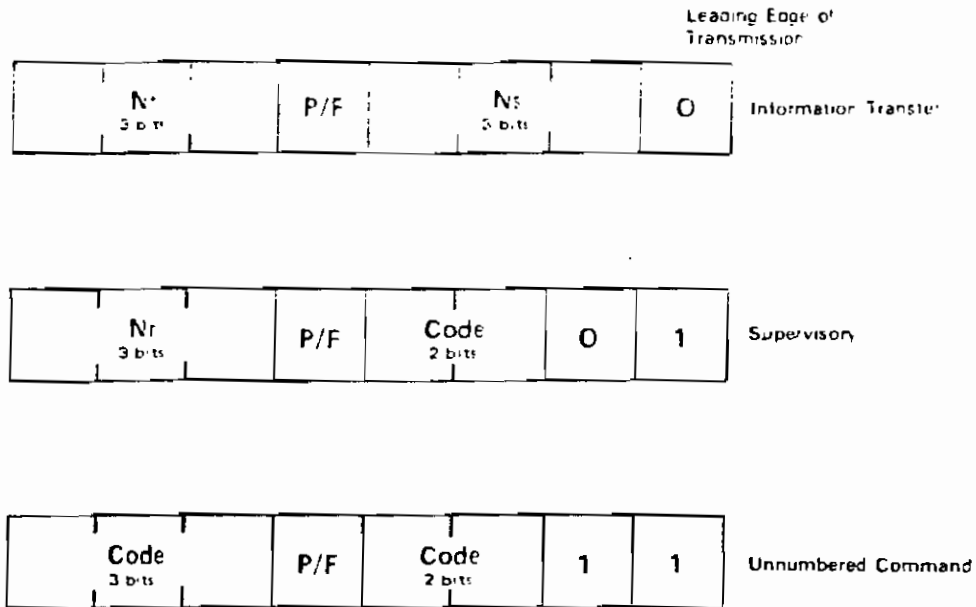
A station receiving numbered information frames accepts each numbered information frame that it receives, checks that it is error free and in sequence and, if so, advances its receive count for each such frame. The receiver count is called N_r . If the received frame is error free, a receiving station's N_r count is the same as the N_s count that it will receive in the next frame; that is, a count of one greater than the N_s count of the last frame received. The receiver confirms accepted numbered information frames by returning its N_r count to the transmitting station.

The N_r count at the receiving station advances when a frame is checked and found to be error free and in sequence; N_r then becomes the count of the "next-expected" frame and should agree with the next incoming N_s count. If the incoming N_s does not agree with N_r , the frame is out of sequence and N_r does not advance. Out-of-sequence frames are not accepted. The receiver does, however, accept the incoming N_r count (for confirmation purposes) if the out-of-sequence frame is otherwise error free.

The counting capacity for N_r and N_s is 128. Up to 127 unconfirmed, numbered information frames may be outstanding (transmitted but not confirmed) at the transmitter. All unconfirmed frames are retained by the transmitter in case it is necessary to retransmit some or all of them if transmission errors or buffering constraints occur. The reported N_r count is the number of the next frame that the receiver expects to receive.

The N_r and N_s counts of both stations are initialized—set to 0—by the primary station. The counts advance as numbered frames are sent and received.

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)



- N_r : Number of correct frames received since last acknowledgement; 7 maximum.
- N_s : Number of frames sent since last acknowledgement; 7 maximum.
- P: Poll bit sent by primary station.
- F: Flag frame sent by secondary station.
- Code: Supervisory and Nonsequence Command control code.

Figure 3. Control field formats

In the Supervisory Format, a code is used to identify any of three supervisory commands/responses: RR, RNR, and REJ. These commands and responses are interspersed with Information frames to supplement traffic control.

Receive Ready (RR) is sent by either the primary or a secondary station. It acknowledges numbered frames through $N_r - 1$ and indicates that the station sending RR is ready to receive.

Receive Not Ready (RNR) is sent by either the primary or a secondary station and indicates a temporary busy condition due to buffering or other internal constraints. To indicate the clearing of an RNR condition, a primary station transmits an I frame with the P bit on, or an RR or REJ frame with the P bit on or off. A secondary station indicates that an RNR condition has been cleared by transmitting an I frame with the F bit on, or an RR or REJ frame with the F bit on or off.

The **Reject (REJ)** command or response is sent by either the primary or a secondary station to request transmission or retransmission of numbered frames. REJ acknowledges that frames through $N_r - 1$ were received without error and requests retransmission of numbered information

frames starting at the N_r contained in the REJ frame. The REJ command or response may be interspersed in the sequence of transmitted frames. The REJ condition is cleared by the receipt of the requested frame or when a mode setting command has been correctly received.

The Unnumbered Format provides the commands and responses for the basic control of information exchanges. There are a total of 14 Unnumbered Information (UI) commands and responses. One command and response pair (Set Initialization Mode and Request for Initialization) uses the same code, but is assigned different names. The interpretation is established according to which station sent the frame (primary or secondary).

The three commands most often used by a primary station are the mode setting commands: SNRM, DISC, and SIM.

The **Set Normal Response Mode (SNRM)** command is used typically in line start-up procedures, when a secondary station has been previously disconnected, either through a UI command or a transient terminal condition, and to recover from a garbled command to which the secondary station has given a Frame Reject (FRMR) response.

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

TABLE 1. SUMMARY OF COMMAND AND RESPONSE CONTROL FIELDS

Field Format	Sent		Acronym	Command	Response	Defining Characteristic	
	Last	First					
	Binary Configuration						
Unnumbered	000	P F	0011	UI	X	X	Unnumbered command or response that carries information.
	000	F	0111	RIM		X	Request initialization mode: initialization needed; expect SIM.
	000	F	0111	SIM	X		Set initialization mode; the using system prescribes the procedure.
	100	P	0011	SNRM	X		Set normal response mode: transmit on command only.
	000	F	1111	DM		X	This station is in disconnect mode.
	010	P	0011	DISC	X		Do not transmit or receive information (disconnected).
	011	F	0011	UA		X	Acknowledgment for unnumbered commands (SNRM, DISC, SIM).
	100	F	0111	FRMR		X	Frame reject: invalid frame received; must receive SNRM, DISC, or SIM.
	111	F	1111	BCN		X	Beacon: signals loss of input.
	110	P F	0111	CFGF	X	X	Configure: contains function descriptor in information field.
	010	F	0011	RC		X	Request disconnect: this station wants to disconnect.
	101	P F	1111	XID	X	X	Exchange station identification: identification in information field.
	001	F	0011	UF	X		Unnumbered poll: response optional if P bit not on.
111	P F	0011	TEST	X	X	Test: pattern in information field.	
Supervisory	Nr	P F	0001	RF	X	X	Ready to receive.
	Nr	P F	0101	RNF	X	X	Not ready to receive.
	Nr	P F	1001	REJ	X	X	Reject: transmit or retransmit starting with frame Nr.
Information	Nr	P F	Ns 0	I	X	X	Sequenced I-frame.

The *Disconnect (DISC)* command terminates other modes while placing the receiving station in disconnected mode.

The *Set Initialization Mode (SIM)* command initiates system procedures to initialize link-level functions. SIM resets the primary and secondary station Nr and Ns counts to zero.

The four most common unnumbered responses from a secondary station are UA, RIM, DM, and FRMR.

Unnumbered Acknowledgment (UA) is the affirmative response to a DISC, SIM, or SNRM command.

Request Initialization Mode (RIM) is sent by the secondary station to notify the primary station that a SIM command is needed. Following a RIM response, a secondary station will only recognize a SIM command.

Disconnect Mode (DM) is the response of a disconnected secondary station to indicate its status.

Frame Reject (FRMR) is the response of a secondary station when it receives an invalid frame. A frame may be invalid if the I field is longer than the receiving station's buffers, if the C field is not implemented by the receiving station, if the C field prohibits a received I field within a frame, or if a sequence error is discovered that cannot be resolved by retransmission. The receiving station responds with FRMR until it receives an acceptable mode setting command: SNRM, DISC, or SIM.

The remaining seven commands/responses, outlined below, are used for special purposes.

Unnumbered Information (UI) is used to transfer commands or responses that use the I field for supplemental

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

TABLE 2. SDLC—BSC COMPARISON

	SDLC	BSC
Capabilities		
Acknowledgments to text	May be combined with data	Separate sequence
Addressing	In every frame	Separate sequence
Block checking	In every frame	Text/header sequences only
Capable of handling long propagation delays	Yes	No
Character-code sensitive	No	Yes
Half- or full-duplex	Both	Half-duplex
Line/mode dependent	No	Yes
Modulo (message) count	128	2
Poling	In every frame	Separate sequence
Susceptible to missed or duplicated blocks	No	Yes
Transparent text	Inherent	Special feature
Topology dependent	No	Yes
Variable-length text	Yes	Yes

information. This frame is not acknowledged and is not counted in sequence checking procedures. Successful transfer can only be checked by subsequent actions or UI transfers.

Exchange Station Identification (XID), whether as a command or response, solicits or returns the identification of the receiving station. A system-defined I field can be included. The principal use of this command is to establish station identities when completing a switched network connection, although it is not restricted to this use.

Unnumbered Poll (UP) permits an uninvited poll with no response required or a command poll with response required. The use of the P bit determines which is intended. (It is a command when the P bit is on and an invitation when the P bit is off.) This command is convenient for loop operations, although it is not restricted to this use.

Test (TEST) as a command requests a response from a secondary station. The response is a TEST frame with the received information field, if any, repeated. If the secondary station has insufficient buffering for the information field, a TEST response with no information field is returned.

Beacon (BCN) is a response that a secondary station in a loop transmits when it detects the loss of communication

at its input. This permits the primary station in the loop to locate the problem and to take appropriate action. As soon as the input resumes normal status (the problem is corrected), the secondary stops transmitting the Beacon response.

Configure (CFGR) is a response that a secondary station in a loop transmits in response to a configure command. The structure of the response is identical to that of the command. If the low-order bit in the information field is 1, it indicates that the configure function has been sent. If it is 0, it indicates that the configure function has been cleared.

Request Disconnect (RD) is transmitted by a secondary station desiring to be disconnected by the DISC command.

TIME-OUTS

The primary station operates time-outs for the purpose of maintaining orderly, continuous operation of a data link and for checking for responses to its commands. The time-outs operated for these purposes are idle detect and nonproductive receive.

Idle detect occurs when the primary station transmits a frame with the P bit on in the C field; a response is

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

expected within a specific period of time. In two-way alternate operation, the data link is usually in the idle state when no transmission is taking place. If the idle state continues beyond the time when a response should have been initiated (for example, when the secondary station does not respond to a frame), the primary station detects the idle condition and initiates recovery action.

The interval allowed before recovery action is initiated should include

- propagation time to the secondary station.
- clear-to-send time at the secondary station DCE
- appropriate time for secondary station processing
- propagation time from the secondary station

With either switched or nonswitched configuration, the minimum time-out includes the processing time at the secondary station. The sum of the other variables may be as great as 850 to 900 milliseconds (for a satellite data link). The time-out is reset when a response is received or being received before the time-out expires.

When bits that do not result in frames are being received, a nonproductive receive condition exists. This condition could be caused by a secondary station malfunction that causes continuous transmission. The primary station provides a time-out when nonproductive receive occurs. The usual time period ranges from 3 to 30 seconds. If the nonproductive receive condition continues after the time-out, the problem normally is not recoverable at the data link level and must be handled by a method above the data link level.

ABORT CONDITIONS

An "abort" is the termination of the transmission of a frame.

The abort pattern, a minimum of seven consecutive binary 1s with no zero insertion, terminates the frame without an FCS field or an ending flag. An abort is sent by the transmitting station. Zero insertion prevents an unintentional abort.

Following the abort, the link may go to the idle state (15 or more contiguous 1s) or may remain in the active state.

Either a primary or secondary station may send an abort. An abort pattern of seven 1s may be followed by a minimum of eight additional 1s (a total of at least 15 contiguous 1s), or it may be followed by a frame. Seven to fourteen 1s constitute an abort; fifteen or more 1s constitute an idle that continues until a binary zero is detected.

ERROR RECOVERY

The methods used to recover from an error condition or data link impasse are Link-Level Recovery and Higher-Level Recovery.

Link-Level Recovery occurs at the data link level. SDLC procedures detect errors that may be recovered by retry or by retransmission. For example:

- A busy station that is temporarily unable to continue to receive, reports its condition to the transmitting station.
- Retransmission is initiated when a received Nr count does not confirm the previously transmitted numbered information frames.
- A receiving station rejects a frame when there is a CRC error, a numbered frame is out of numerical order, an information frame is unaccepted because of a busy condition, the ending flag is not separated from the beginning flag by a multiple of 8 bits, or a frame is less than 32 bits long.
- A poll is usually repeated if a response is not received.
- When an attempt to bring a secondary station on-line fails, the command is repeated.

SDLC does not specify procedures for counting retry or retransmission attempts. Retries and retransmissions may be counted by a system that detects whether the situation is link-level recoverable. Usually, they are counted within the DTE and, at a prespecified number, "n", the situation is reported as unrecoverable at the data link level. Actions that should be retried are attempts to

- Obtain acknowledgment of a command
- Resume communication with a busy station.
- Achieve initial, online status at a secondary station.
- Initiate active communication at a secondary station.

Higher-Level Recovery detects errors at the link level. It applies to the address, control, information, and frame check sequence fields of a frame. Errors that cannot be recovered from at the link level include:

- If a secondary station responds by rejecting a command with which it is not compatible, only an acceptable alternative command can relieve its error condition. Higher level intervention is required to analyze and act upon the status report in the secondary station response.
- If the transmitting station has aborted transmission because of an internal malfunction or an expended retry count, higher level intervention is required to analyze and act upon the situation.
- If a secondary station response to the exchange of station identification contains the wrong identification, intervention from a higher level is required to analyze and act upon the situation.

IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)

The station's decision-making power at a level higher than the data link level determines the type of intervention required. At a terminal, for example, operator intervention may be needed.

ZERO INSERTION

Two basic characteristics of SDLC require the use of a zero insertion technique: 1) the opening and closing Flag field must be unique to properly define the transmitter frame and, 2) the protocol must be transparent to the data bit patterns.

Zero insertion prevents the occurrence of more than five consecutive binary 1s in the Address, Control, Information, and Frame Check Sequence fields. The transmitting station automatically inserts a binary 0 following five binary 1s in every field except a Flag field or when transmitting an abort. The code patterns of the Flag and abort are easily distinguishable. The receiving station automatically discards any 0 following five consecutive 1s. If a 0 does not follow the five 1s, the receiving station checks for a Flag or an abort condition.

SIGNALING MODES

When using modems that do not provide timing, the station (DTE or terminal) must provide its own. IBM uses the NRZI (Non-Return-to-Zero-Inverted) encoding technique to facilitate this. This invert-on-zero transmission coding method provides a signal change any time a binary 0 is received. Strings of 0s provide transitions that can be detected to maintain synchronization with the received data. Strings of 1s cause zero insertion, which again provides transitions for maintaining synchronization. With modems that provide timing signals, NRZI may or may not be used or required. However, if NRZI is used, it must be used by all DCEs on the data link.

SDLC vs BSC

Binary Synchronous Communications (BSC) was developed in the mid-1960s, and was well suited for the major applications of that time: simple remote job entry and batch transmission. However, as networking applications and data communications facilities became more sophisticated, the more powerful SDLC methods gained popularity.

BSC, a simpler protocol than SDLC, is byte oriented, operates in half-duplex only, and requires that each block of data be acknowledged by the receiving station before any further blocks are transmitted. BSC uses the EBCDIC, ASCII, or Six-Bit Transcode and is device dependent, meaning that incompatibilities in the implementation of the protocol may exist between different types of BSC devices.

SDLC is a bit-oriented protocol, permits both half- and full-duplex operation, and can operate with any code. Its frame sequence numbering scheme allows multiple frames (SDLC message units) to be sent before requiring an acknowledgment (buffer storage must be set aside to store the unacknowledged frames). The protocol uses a Module 8 scheme that permits up to seven frames to be sent before requiring an acknowledgment and an optional Module 128 scheme that allows up to 127 frames to be outstanding.

One problem associated with BSC is that of propagation delay. BSC's requirement that every block of data be acknowledged is not propagation delay tolerable. SDLC handles this problem. The fact that the Module 8 (optionally Module 128) allows one acknowledgment frame to confirm up to 7 (127 in some implementations) data frames, coupled with full duplex capability, permits better performance at higher propagation delays and link speeds. □

ANEXO 10

**REGISTROS OFICIALES RELACIONADOS CON LA
TARIFACION DE SERVICIOS DE
TELECOMUNICACIONES**



REGISTRO OFICIAL

ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR

Administración del Sr. Arq. Sixto A. Durán-Ballén C.
Presidente Constitucional de la República

Año II — Suplemento — Quito, Lunes 21 de Marzo de 1994 — N° 403 .

DR. ROBERTO GRANJA MAYA
DIRECTOR

Teléfonos: Dirección: 512-564 — Suscripción Anual S/. 100.000,00
Distribución (Almacén): 583-227 — Impreso en la Editora Nacional
6.000 ejemplares — 24 páginas — Valor S/. 600,00

SUMARIO

Págs.

FUNCION EJECUTIVA

RESOLUCION:

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES:

ST-94-023 Apruébase el Régimen de Tasas y Tarifas para los Servicios de Telecomunicaciones prestados por EMETEL 1

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

ST-94-023

DR. MANUEL CASTRO MURILLO
Superintendente de Telecomunicaciones, Subrogante

Considerando:

— Que mediante Resolución N° ST-94-017 del 9 de marzo de 1994 la Superintendencia de Telecomunicaciones aprobó el "Régimen de Tasas y Tarifas para los Servicios de Telecomunicaciones prestados por EMETEL" en base a la propuesta presentada por EMETEL,

— Que en dicha Resolución se establece, en el Art. 3, que la Superintendencia de Telecomunicaciones dispondrá la publicación en el Registro Oficial del Indicado Régimen de Tasas y Tarifas, luego de que se incorporen en el mismo las modificaciones que constan en la Resolución ST-94-017.

— Que el Directorio de EMETEL, mediante Resolución 94-01-DIR-EMETEL acoge las modificaciones al Régimen de Tasas y Tarifas propuesto por EMETEL y que constan en la Resolución ST-94-017.

— Que el Presidente Ejecutivo de EMETEL, como Secretario del Directorio, remite con oficio 94-95-DIR-

EMETEL del 14 de marzo de 1994, el Régimen de Tasas y Tarifas en el cual se incluyen las modificaciones que constan en la antes mencionada Resolución,

En uso de sus atribuciones.

Resuelve:

Art. 1 Aprobar el "Régimen de Tasas y Tarifas para los Servicios de Telecomunicaciones prestados por EMETEL" que se adjunta a la presente,

Art. 2 Disponer que se publique en el Registro Oficial la presente Resolución así como el Régimen de Tasas y Tarifas mencionado en el Art. 1,

Art. 3 El Régimen de Tasas y Tarifas indicado, entrará en vigencia a la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

Dado en la ciudad de Quito, a 18 de marzo de 1994.

f.) Dr. Manuel Castro Murillo, Superintendente de Telecomunicaciones, Subrogante.

REGIMEN DE TASAS Y TARIFAS PARA LOS
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES
PRESTADOS POR EMETEL
MARZO — 1994

GENERALIDADES

1.— Las tasas y tarifas contenidas en el presente Régimen se aplicarán sin excepción, y de acuerdo al art. 26 de la Ley Especial de Telecomunicaciones tendrán idéntica aplicación para todos los abonados y usuarios de los servicios que presta EMETEL. Los conceptos y términos que

se utilizan en este documento están definidos en el Reglamento de Abonados correspondiente y otros instrumentos de carácter nacional e internacional.

2.— Toda la infraestructura, accesorios y equipos terminales de los servicios de telecomunicaciones abiertos a la correspondencia pública del Ecuador, prestados por EMETEL, son de su propiedad, exceptuándose los equipos terminales adquiridos por el usuario. El uso de estos servicios se sujetará al Reglamento de Abonados al Servicio Telefónico.

3.— Los valores por los diferentes servicios deberán ser cancelados por los abonados y usuarios, íntegramente y al contado en las ventanillas de recaudación de la Empresa, o en los bancos y más lugares debidamente autorizados por EMETEL, en los plazos fijados en el Reglamento de Abonados o en los convenios y contratos celebrados para tal efecto con EMETEL.

A la suscripción del contrato el abonado pagará los derechos de inscripción y cualquier otro adicional que demande la instalación, al contado o a través de las planillas de los seis primeros meses con un interés mensual del 3%; en este último caso deberá pagar junto con la primera cuota el valor total de los impuestos respectivos.

4.— EMETEL, en su calidad de Agente de Retención de Impuestos del Estado, cobrará con cada planilla de servicios o cartas de pago, todos los impuestos determinados por la Ley, los mismos que no se incluyen en los valores señalados en el presente régimen.

5.— Las tarifas de todos los servicios internacionales se ajustarán a la tasa de cambio vigente del dólar de los Estados Unidos de América, o de las monedas internacionales de telecomunicaciones; puesto que están sujetas a los convenios internacionales de prestación de servicios de telecomunicaciones.

6.— Las tarifas de los servicios internacionales que aparecen expresadas en dólares USA en este Régimen, tienen carácter referencial por cuanto la facturación a los usuarios se la realiza en sucres, de acuerdo a la Ley de Régimen Monetario.

EMETEL utilizará la equivalencia dólar - sucre de acuerdo a la regulación vigente de la Junta Monetaria.

7.— EMETEL no hará devoluciones totales o parciales de los derechos de inscripción, instalación y otros valores y tasas que se cobran por una sola vez a excepción de aquellos casos contemplados en el Reglamento de Abonados y cuando por razones técnicas, estos servicios no han podido ser ofrecidos por EMETEL conforme a lo dispuesto en el Art. 56 del Reglamento de Contratación de EMETEL.

8.— Los presupuestos especiales que se indican en el presente Régimen serán determinados por las Gerencias Técnicas Regionales y contemplarán los costos de diseño, mano de obra y otros a utilizarse en la instalación. De tener equipos disponibles, EMETEL podrá alquilarlos, para lo cual las Gerencias Regionales determinarán periódicamente los cánones de arrendamiento que sean necesarios.

9.— Cuando las instalaciones y equipos terminales de propiedad de EMETEL sufran daños causados por el abonado, sea por mal uso o por negligencia en la conservación de las instalaciones bajo su custodia, EMETEL cobrará la reparación.

10.— Para realizar cualquier trámite relativo a los servicios de telecomunicaciones, se debe estar al día en el pago de todos los valores adeudados a EMETEL. Deberá presentarse la última carta o planilla de pago.

11.— Después de que una planilla ha sido declarada en mora por falta de pago y EMETEL ha procedido a desconectar el servicio al abonado, éste pagará el valor íntegro de la planilla más el interés legal por el período de la mora más el valor de una Pensión Básica Mensual correspondiente a su categoría por derechos de reconexión.

12.— Por los servicios que se preste dentro de la red telefónica pública y que sean concedidos con carácter temporal el monto de las garantías se establecerá por medio de presupuestos especiales, y considerará el valor de los equipos que se alquilan y el 100% del valor de los servicios temporales que se contratan.

CAPITULO I

1. SERVICIO TELEFONICO
- 1.1. INSTALACIONES DEL SERVICIO TELEFONICO
- 1.1.1. INSTALACIONES PERMANENTES DEL SERVICIO TELEFONICO
- 1.1.1.1. DERECHO DE INSCRIPCION BASICO (DIB)

a) Instalaciones principales dentro de una Zona Básica Urbana (ZBU)

Los valores que se indican a continuación no incluyen el costo del aparato telefónico, cuyo valor estará determinado por la Presidencia de EMETEL, en el caso de que el usuario lo adquiera a la Empresa. Los equipos terminales para los abonados de la Cuarta Categoría podrán ser suministrados por la Administración o por terceras personas debidamente autorizadas por EMETEL. En cualquier caso el costo del arrendamiento o venta de estos equipos será determinado o autorizado por la Presidencia Ejecutiva de Emotel.

Primera Categoría:	390.000 sucres
Segunda Categoría:	720.000 sucres
Tercera Categoría:	900.000 sucres
Cuarta Categoría:	1'000.000 sucres

Estos valores incluyen el código secreto de acceso privado o el bloqueo inicial al servicio de larga distancia internacional, en las centrales en las que técnicamente sea factible.

Los abonados con centrales PBX pagarán el derecho de inscripción de acuerdo a su categoría por cada una de las líneas.

Los abonados con teléfonos semipúblicos pagarán el derecho de inscripción de acuerdo a la segunda categoría deberán suscribir un contrato de explotación con EMETEL.

Cualquier otro tipo de instalación no contemplada estará sujeta a presupuesto especial.

b) Instalaciones principales en la Zona Periférica Urbana (ZPU) y en la Zona Rural (ZR).

Pagarán el valor de inscripción de la categoría correspondiente, según el numeral 1.1.1.1 literal a) más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluyen materiales y mano de obra.

c) Instalaciones principales para abonados remotos

El derecho de inscripción de los abonados que reciben servicio desde una central que técnicamente no les corresponde (abonados remotos), es la sumatoria del derecho de inscripción básico que corresponde a su categoría más los derechos de inscripción de los elementos que conforman el sistema. Adicionalmente y de acuerdo a su situación geográfica pagarán el presupuesto especial que corresponda. Ver literales a) y b) de este mismo numeral.

1.1.12. PENSION BASICA MENSUAL (PBM)

Las pensiones básicas para todas las zonas son las siguientes:

Primera Categoría:	
Primera Popular:	1.000 sucres
Primera Residencial:	2.000 sucres
Segunda Categoría:	6.000 sucres
Tercera Categoría:	10.000 sucres
Cuarta Categoría:	30.000 sucres

Los teléfonos remotos pagarán por concepto de pensión mensual la que corresponda a su categoría, más la suma de las pensiones básicas de los elementos que constituyen el sistema del abonado.

La pensión básica mensual de cualquier instalación aquí no contemplada, será fijada por EMETEL a través de presupuesto especial.

1.1.13. TRASLADOS

a) Traslados de instalaciones principales dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana.

Por cada línea telefónica con aparato principal, el abonado pagará la cantidad de 40.000 sucres.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial cuando sea técnicamente factible.

b) Traslados de instalaciones principales de ciudad a ciudad en una misma provincia.

Estos traslados se realizarán siempre que técnicamente sea posible. El abonado deberá pagar el valor del traslado de acuerdo al literal a).

c) Traslados de Abonados en Radio Enlace Local

i) Desde un punto en la zona de cobertura de una central hacia otro punto en la zona de cobertura de la misma o de otra central.

Por cada línea telefónica el abonado pagará la cantidad de 40.000 sucres.

ii) Desde la categoría de Abonado en Radio Enlace Local hacia otra categoría que utilice enlaces físicos.

Por cada línea telefónica el abonado pagará la cantidad de 40.000 sucres.

iii) Desde una categoría en la que utilice enlaces físicos, hacia la categoría de Abonado en Radio Enlace Local.

Por cada línea telefónica el abonado pagará la diferencia entre el costo de inscripción de su categoría original y el costo de inscripción de la Cuarta Categoría, y adicionalmente la cantidad de 40.000 sucres.

1.1.14. FACILIDADES ESPECIALES.

Los siguientes servicios se ofrecerán por solicitud expresa del abonado y deberá pagar adicionalmente las tasas y tarifas que se anotan:

a) Aparatos conectados en paralelo a un aparato principal.

EMETEL podrá construir las instalaciones necesarias a fin de conectar en paralelo al aparato principal, un máximo de dos extensiones. No se permitirán aparatos en paralelo fuera de la misma unidad habitacional.

Derechos de Instalación de aparatos en paralelo, que se pagan por una sola vez: 40.000 sucres.

b) Cambio de Número: 20.000 sucres cada vez.

c) Número telefónico reservado sin cambio de número: 4.000 sucres, por cada mes o fracción.

d) Suspensión temporal de servicio.

Si el abonado solicita la suspensión temporal, del servicio, abonará mensualmente a EMETEL, por cada línea, la pensión básica mensual correspondiente más un recargo del 50%.

e) Bloqueo de larga distancia nacional.

El abonado pagará una pensión básica de su categoría por cada solicitud de bloqueo o desbloqueo.

f) Bloqueo de larga distancia internacional.

El abonado pagará una pensión básica de su categoría por cada solicitud de bloqueo o desbloqueo.

g) Cambios de categoría, nombre o de razón social.

De producirse un cambio de categoría de un nivel inferior a otro superior, EMETEL cobrará la diferencia correspondiente a los derechos de inscripción vigentes entre las categorías.

En caso de cambio de nombre o razón social el abonado pagará la tercera parte de los derechos de inscripción de la categoría que le corresponda.

1.1.15. FACILIDADES ADICIONALES

Las facilidades adicionales que pueda proveer la central telefónica se darán a todos los abonados que las soliciten, siempre y cuando exista disponibilidad técnica.

Para estos servicios las tarifas mensuales son:

— Marcación abreviada:	4.000 sucres
— Transferencia de llamadas:	4.000 sucres
— Línea conmutada directa:	4.000 sucres
— Llamadas en espera:	4.000 sucres
— Cambio de código:	4.000 sucres
— Facturación detallada:	4.000 sucres
— Detección del número llamante:	9.600 sucres
por períodos de observación de 7 días.	

Para el código secreto de acceso privado al DDI se cobrará 4.000 sucres por cada cambio.

Las tarifas de otros servicios telefónicos especiales que se vayan añadiendo, se fijan en una pensión básica de la segunda categoría.

1.1.2. INSTALACIONES TEMPORALES DEL SERVICIO TELEFONICO

Los contratos para el suministro de estos Servicios Temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de la instalación. Estos contratos deberán contener una descripción de los valores que por concepto de utilización, depósito de garantías y otros, ocasiona este servicio.

Los derechos de inscripción, la tarifa de utilización temporal y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente y se deberán realizar únicamente si los aparatos son provistos por EMETEL.

A excepción de la Cuarta categoría, las demás tendrán un tratamiento igualitario.

1.1.2.1. DERECHOS DE INSCRIPCION

a) Dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU)

— Instalación principal: 100.000 sucres
 — Depósito de Garantía: por cada aparato: 120.000 sucres

b) Dentro de la Zona Periférica Urbana (ZPU) o Zona Rural (ZR).

— Instalación principal: 200.000 sucres
 — Depósito de Garantía por cada aparato: 120.000 sucres

c) Instalaciones principales para abonados remotos. Pagarán el valor de inscripción según los literales a) ó b) más los derechos de inscripción de los circuitos temporales que constituyan el sistema.

d) Instalaciones principales para Abonados en Radio Enlace Local.

Pagarán la cantidad de 200.000 sucres

— Depósito de Garantía por cada aparato: 1'000.000 de sucres

1.1.2.2. TARIFAS DE UTILIZACION TEMPORAL

Por cada instalación principal se pagarán por adelantado por día o fracción de día las siguientes tarifas:

— Teléfono con acceso local: 6.000 sucres
 — Teléfono con acceso nacional: 40.000 sucres
 — Teléfono con acceso internacional: Se cobrará el valor del consumo medido más un 10% de recargo y un depósito de garantía de 500 dólares por día. Esta garantía puede ser reemplazada por el compromiso por escrito, del abonado titular de una línea telefónica, aceptado por EMETEL, asumiendo el pago del consumo de la línea temporal, o por la presentación de una tarjeta de crédito comercial internacional, también aceptada por EMETEL.

1.2. CONFERENCIAS TELEFONICAS.

Se establece los siguientes horarios de tarifas:

— Para tarifa normal.

El horario de tarifa normal será desde las 7H00 hasta las 19H00 de lunes a viernes.

— Para tarifa reducida

El horario de tarifa reducida será desde las 19H00 hasta las 7H00 del día siguiente, de lunes a viernes; sábados y domingos, todo el día.

La tarifa se aplicará de acuerdo a la hora de comienzo de la comunicación, y será aplicada tanto a las conferencias locales, como a las nacionales e internacionales.

1.2.1 IMPULSO DE TASACION

El Impulso de Tasación o su Unidad de Tiempo equivalente, se facturará de acuerdo a las siguiente escala de consumo:

Categoría	Costo de Impulsos
Primera (300 primeros impulsos)	3,00 sucres
Primera (más de 300 impulsos)	15,00 sucres
Segunda	20,00 sucres
Tercera	25,00 sucres
Cuarta	30,00 sucres

1.2.2. CONFERENCIAS DESDE TELEFONOS DE ABONADOS O CABINAS DE EMETEL

El valor de las conferencias se incluirá en la facturación mensual del abonado que realizó las llamadas, cuando éstas se efectúen desde el teléfono del abonado; o este valor deberá ser cancelado en su totalidad, al contado y en moneda nacional en la oficina de EMETEL desde la que se efectúe la conferencia.

1.2.2.1. CONFERENCIAS TELEFONICAS LOCALES

a) Conferencias Telefónicas Locales Manuales y/o Semiautomáticas.

El número de conferencias locales es ilimitado. Su precio está incluido en la pensión básica mensual.

b) Conferencias Telefónicas Locales Automáticas

i) Con centrales automáticas sin equipo de tasación.

El número de conferencias locales automáticas es ilimitado. Su precio está incluido en la pensión básica mensual.

ii) Con centrales automáticas con equipo de tasación.

El abonado pagará el consumo que establece el equipo de medición, de acuerdo a lo indicado en el numeral 1.2.1.

En el horario de tarifa normal se registrará un impulso o su unidad de tasación equivalente cada tres minutos y en el horario de tarifa reducida un impulso cada seis minutos.

1.2.2.2. CONFERENCIAS TELEFONICAS DE LARGA DISTANCIA NACIONAL (LDN)

a) Conferencias telefónicas de Larga Distancia Nacional manuales y/o semiautomáticas.

Los valores de las conferencias manuales de larga distancia nacional, que se facturan con cargo mínimo de tres minutos, son los que constan en la siguiente Tabla:

CONFERENCIAS MANUALES.

Valores en sucres

i) Dentro de la misma zona de tarificación:

Tarifa Normal		Tarifa Reducida	
3 prim. minutos	minuto adic.	3 prim. minutos	minuto adic.
300	100	150	50

ii) Entre diferentes zonas de tarificación:

Distancia (Km)	Tarifa Normal		Tarifa Reducida	
	3 prim. minutos	minuto adic.	3 prim. minutos	minuto adic.
Hasta 50	360	120	180	60
De más de 50 hasta 150	600	200	300	100
De más de 150 hasta 300	900	300	450	150
Más de 300	1200	400	600	200

b) Conferencias telefónicas de Larga Distancia Nacional Automáticas (LDN).

El valor de una conferencia de larga distancia nacional automática es función de la duración, de la distancia, del horario y del número de impulsos acumulados.

CONFERENCIAS AUTOMÁTICAS

i) Dentro de la misma zona de tarificación

Tarifa Normal	Tarifa Reducida
Impulsos/min.	Impulsos/min.
4,00	2,00

ii) Entre las diferentes zonas de tarificación

Dist. (Km.)	Tarifa Normal		Tarifa Reducida	
	Impulsos/min.	Impulsos/min.	Impulsos/min.	Impulsos/min.
Hasta 50	4,00	2,00	2,00	1,00
de más de 50 hasta 150	7,50	2,50	3,75	1,25
De más de 150 hasta 300	12,00	3,00	6,00	2,00
Más de 300	15,00	3,50	7,50	2,50

2.2.2. CONFERENCIAS TELEFONICAS DE LARGA DISTANCIA INTERNACIONAL (LDI)

a) Conferencias Telefónicas de Larga Distancia Internacional Manuales

Estas conferencias se tarifican con un costo mínimo de tres minutos.

Se tramitarán conferencias de cobro revertido (COLLECT) con los países de destino con los cuales existan acuerdos de explotación de este servicio.

En las llamadas de persona a persona y de cobro revertido se cobrará un minuto adicional.

A las llamadas canceladas con cargo se les aplicará una tarifa equivalente al 20% del costo del minuto de tráfico en la relación y horario correspondiente.

Se consideran llamadas canceladas con cargo a las siguientes:

— Llamadas de persona a persona en donde no se encuentra la persona solicitada.

— Llamadas de persona a persona en que el abonado solicitante reciba cualquier informe acerca del abonado solicitado (Ej.: ya no trabaja ahí, está de vacaciones, no está registrado en el hotel, etc.)

b) Conferencias Telefónicas de Larga Distancia Internacional Automáticas (DDI)

El valor de estas conferencias es función de la duración, del horario y de los convenios y demás instrumentos internacionales.

El período mínimo de tasación es de un minuto.

La tasación se efectúa en forma automática y de acuerdo a las tarifas internacionales del siguiente Cuadro.

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEFONICO INTERNACIONAL

Expresadas en dólares USA por minuto.
Servicio de Teléfono a Teléfono y DDI.

	Horario de	
	Tarifa Normal	Tarifa Reducida
GRUPO DE TARIFA 1:	1,40	1,15
GRUPO DE TARIFA 2:	2,20	1,80
GRUPO DE TARIFA 3:	2,70	2,20
GRUPO DE TARIFA 4:	3,20	2,70
GRUPO DE TARIFA 5:	9,90	9,60

- GRUPO DE TARIFA 1: Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela
- GRUPO DE TARIFA 2: Resto de América
- GRUPO DE TARIFA 3: Europa y Japón
- GRUPO DE TARIFA 4: Resto del Mundo
- GRUPO DE TARIFA 5: Estación Móvil Marítima

TARIFAS PARA EL SERVICIO FRONTERIZO
Expresadas en dólares USA/min.

COLOMBIA:	Normal y Reducida	
	Normal	Reducida
De zona fronteriza a zona fronteriza	0,70	0,35
De zona fronteriza a zona internacional	0,80	0,40
Tirolán — Ipiales y localidades de frontera	0,80	0,40

PERU:

De zona fronteriza a zona fronteriza	0.20
De zona fronteriza a zona internacional	0.80

c) Acceso a base (s) de datos utilizando el sistema telefónico conmutado internacional.

Tarifa 1,25 US. Dólares/min.

Se aplicará esta tarifa para un tiempo de utilización por mes de 5 horas. El exceso sobre este tiempo se tarificará de acuerdo al literal b) de este numeral.

Este servicio se suministrará exclusivamente a entidades del sector público, universidades y escuelas técnicas, que sean abonados al servicio telefónico con discado directo internacional (DDI) que cumplan los requisitos siguientes:

— Presentar solicitud escrita a EMETEL haciendo conocer su número telefónico local, base de datos a acceder y el número o números telefónicos de acceso a la base de datos.

— Presentar una certificación de la entidad u organización propietaria de la base de datos que indique la autorización de acceso.

En todos los casos, las pruebas para el acceso a la base (s) de datos y más aspectos técnicos serán de responsabilidad del abonado.

d) Descuentos por alto tráfico internacional

Previo solicitud de EMETEL, debidamente justificada, la Superintendencia de Telecomunicaciones podrá aprobar descuentos especiales a los usuarios que tengan un oficio telefónico internacional saliente

12.3. CONFERENCIAS TELEFONICAS DESDE TELEFONOS PUBLICOS.

12.3.1. CONFERENCIAS LOCALES.

Se tarificarán a razón de 100 sucres por cada tres minutos de conferencia.

12.3.2. CONFERENCIAS DE LARGA DISTANCIA NACIONAL.

Se tarificarán en base al valor de 400 sucres por minuto de conferencia en el grado de tasa más alto. Para los grados de tasa inferiores, el valor básico de 400 sucres servirá para conferencias con duraciones mayores a un minuto programadas de acuerdo a la siguiente tabla:

Distancia (Km)	Duración	
Hasta 50	4 Min.	400 sucres
De más de 50 hasta 150	3 Min.	400 sucres
De más de 150 hasta 300	2 1/2 Min.	400 sucres
Más de 300	1 Min.	400 sucres

CAPITULO II

2. SERVICIO TELEX.

2.1. INSTALACIONES DEL SERVICIO TELEX

2.1.1. INSTALACIONES PERMANENTES DEL SERVICIO TELEX

2.1.1.1. DERECHOS DE INSCRIPCION DE TELEX (DIT)

a) Instalaciones principales dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU)

Por línea télex 60.000 Sucres

Este valor no incluye el costo de arrendamiento del terminal télex.

b) Instalaciones principales en la Zona Periférica Urbana (ZPU) y en la Zona Rural (ZR).

Pagará el valor de inscripción según el numeral 2.1.1.1. literal a) más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluye materiales y mano de obra.

2.1.1.2. PENSION BASICA MENSUAL DE TELEX (PBT)

Por línea télex 3.000 sucres.

Los abonados remotos pagarán por concepto de pensión básica mensual adicionalmente a la PBT las pensiones básicas de los elementos que constituyen el sistema.

2.1.1.3. TRASLADOS

a) Traslado de instalaciones principales dentro de la misma Zona Básica Urbana. (ZBU).

El abonado pagará: 3.000 sucres

Otros traslados requeridos por el abonado se cobrarán de acuerdo a presupuesto especial.

b) Traslado de instalaciones principales de una ciudad a otra.

Estos traslados se realizarán siempre que técnicamente sea posible, en cuyo caso el abonado pagará el valor del traslado de acuerdo al numeral 2.1.1.3. literal a).

2.1.1.4. FACILIDADES ESPECIALES

Todos los siguientes servicios se ofrecerán a solicitud expresa del abonado, y deberá pagar adicionalmente las tasas y tarifas que se anotan.

- a) Cambio de número: 1.000 sucres cada vez
- b) Cambio de indicativo: 1.000 sucres cada vez
- c) Suspensión temporal de servicio:

Si el abonado solicita la suspensión temporal del servicio, deberá abonar mensualmente a EMETEL, por cada línea, 3.000 sucres adicional por concepto de protección de la línea.

d) Recepción de mensajes Télex en las cabinas de EMETEL.

El usuario deberá inscribirse en el Registro Especial de EMETEL para este servicio.

EMETEL le comunicará telefónicamente a fin de que el usuario pase a retirarlo de la oficina correspondiente.

La tarifa es de 40.000 sucres por mes o fracción de mes

2.1.2 . INSTALACIONES TEMPORALES

Los contratos para el suministro de estos servicios temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de instalación.

Los derechos de inscripción y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

El abonado deberá rendir una garantía en forma de Póliza de Seguro por el valor del equipo a arrendarse.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente.

2.1.2.1. DERECHOS DE INSCRIPCIÓN TEMPORAL

Por línea télex 60.000 sucres.

2.1.2.2. TARIFA DE UTILIZACIÓN TEMPORAL

Por cada instalación principal se pagará por día o fracción de día 60.000 sucres.

2.2. CONFERENCIAS TELEX

El valor de las conferencias télex nacionales se obtienen en función de la distancia y de su duración.

El valor de las conferencias télex internacionales se cobra en función de los acuerdos con las Administraciones de destino.

Las conferencias Télex se facturan por períodos de tiempo de un minuto y la conferencia más corta será facturada con un minuto mínimo.

2.2.1 CONFERENCIAS TELEX DESDE TERMINAL DE ABONADO.

2.2.1.1 CONFERENCIAS TELEX NACIONALES.

Distancia (km.)	Tarifa (sucres por min.)
Hasta 50	16
Desde 51 hasta 150	20
Desde 151 hasta 300	24
Más de 300	28

Nota: Para el sistema de tasación por impulsos se debe aplicar la tarifa de 2,00 sucres por impulso.

2.2.1.2 CONFERENCIAS TELEX INTERNACIONALES

La tasación se efectúa en forma automática y de acuerdo a las tarifas internacionales del siguiente cuadro.

El valor de estas conferencias es función de la duración, de los convenios y demás instrumentos internacionales.

El período mínimo de tasación es de un minuto.

	Dólares/min.
GRUPO DE TARIFA 1:	1.00
GRUPO DE TARIFA 2:	1.50
GRUPO DE TARIFA 3:	1.70
GRUPO DE TARIFA 4:	2.00
GRUPO DE TARIFA 5:	7.00

GRUPO DE TARIFA 1: Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela

GRUPO DE TARIFA 2: Resto de América

GRUPO DE TARIFA 3: Europa, y Japón

GRUPO DE TARIFA 4: Resto de Mundo

GRUPO DE TARIFA 5: Estación Móvil Marítima

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEX FRONTERIZO

	Expresadas en dolares USA/min.
De zona fronteriza a zona fronteriza.	0.20
De zona fronteriza a zona internacional.	0.40
Tucán — Ipiales y localidades de frontera.	0.01

NOTA: Servicio semiautomático y manual con tasación mínima de 3 minutos.

2.2.2. CONFERENCIAS TELEX DESDE CABINAS DE EMETEL

Se cobrará por cada mensaje el valor de las tarifas de conferencias télex descritas en el numeral 2.2.1, y con una duración mínima de tres minutos.

CAPITULO III

3. SERVICIO TELEGRAFICO

3.1. TELEGRAFIA NACIONAL

Se cobrará las siguientes tarifas:

3.1.1. TELEGRAMA ORDINARIO

Se facturará con un mínimo de 7 palabras y a razón de 20,00 sucres por palabra tasable.

3.1.2. TELEGRAMA URGENTE

Se facturará con un minuto de 7 palabras y a razón de 40,00 sucres por palabra tasable.

3.1.3. TELEGRAMA CON CONFIRMACION DE ENTREGA.

Este servicio está disponible solo en territorio nacional.

Se facturará además de la tarifa del telegrama original según los numerales 3.1.1 ó 3.1.2 una tasa igual a la de un telegrama ordinario de 7 palabras para el mismo destino y por la misma ruta.

3.2. SERVICIOS ESPECIALES DE TELEGRAFIA

3.2.1. TELEFONOGRAMAS.

Se cobrará una tasa adicional equivalente al valor de un telegrama ordinario nacional de 7 palabras por cada telegrama.

3.2.2. ENTREGA DE TELEGRAMAS POR TELEFONO.

Los textos de telegramas recibidos en las oficinas de EMETEL para atención al público pueden ser transmitidos por teléfono al destinatario.

Si por pedido del destinatario, además de la entrega por teléfono se entrega un texto del telegrama por mensajero, se cobrará al destinatario, por cada telegrama, una tasa adicional equivalente al valor de un telegrama ordinario nacional de 15 palabras.

3.2.3 TELEGRAMAS CON RESPUESTA PAGADA

Este servicio está disponible solo en territorio nacional. El expedidor de este tipo de telegramas pagará por anticipado, además del valor de su telegrama, el valor del telegrama que envíe su correspondiente.

La oficina de destino entregará al destinatario un bono por el valor indicado en el telegrama original. Este bono dará derecho, en los límites de su valor, a expedir un telegrama a cualquier destino.

El bono solo podrá ser utilizado dentro de los tres meses siguientes a la fecha de su emisión.

Cuando el precio de un telegrama pagado con un bono excede el valor del mismo, el exceso deberá ser pagado por el expedidor que lo utilice.

3.3. TELEGRAFIA INTERNACIONAL

El valor de estas conferencias es función del número de palabras y de los convenios y demás instrumentos internacionales.

La tasación se efectúa de acuerdo a las tarifas internacionales del siguiente cuadro expresadas en U.S. Dólares por palabra.

3.1.1 TELEGRAMA ORDINARIO	Tarifa
	Dólares—(USA)/PAL.
GRUPO DE TARIFA 1:	0.12
GRUPO DE TARIFA 2:	0.15
GRUPO DE TARIFA 3:	0.20
GRUPO DE TARIFA 4:	0.25

GRUPO DE TARIFA 1: Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela

GRUPO DE TARIFA 2: Resto de América

GRUPO DE TARIFA 3: Europa y Japón

GRUPO DE TARIFA 4: Resto del Mundo

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEGRAFICO DE MENSAJES FRONTERIZO
Expresadas en dólares USA/PAL.

De zona fronteriza a zona fronteriza.	0,03
De zona fronteriza a zona internacional.	0,00
Tulcán — Ipiales y localidades de frontera.	0,01

3.2.2. TELEGRAMA URGENTE

Estos telegramas se facturarán al doble del valor de un telegrama ordinario.

CAPITULO IV

4. NUEVOS SERVICIOS

4.1 SERVICIO DE TELEFONIA MOVIL

4.1.1 INSTALACION DEL SERVICIO DE TELEFONIA MOVIL

4.1.1.1 DERECHO DE INSCRIPCION BASICO

El derecho de inscripción correspondiente al primer año será de: 1'120.000 sucres.

La renovación del contrato, para cada año a partir del segundo año, será de: 560.000 sucres.

El terminal de abonado y cualquier otro tipo de instalación no contemplada estará sujeto a presupuesto especial.

4.1.1.2. PENSION MENSUAL.

El abonado pagará la cantidad: 48.000 sucres.

4.1.1.3. TRASLADOS.

Pagarán de acuerdo a los siguientes casos:

4.1.1.3.1 DE UNA ESTACION MOVIL A UNA FIJA 12.000 sucres.

4.1.1.3.2 DE UNA ESTACION MOVIL A OTRA: 120.000 sucres.

4.1.1.3.3. El traslado de un teléfono fijo a una estación móvil es un cambio de categoría y por lo tanto el abonado pagará la diferencia por derecho de inscripción entre su categoría y la de telefonía móvil vigente a la fecha.

4.1.2. CONFERENCIAS.

Para llamadas locales y nacionales en el sistema móvil, se cobrará 400 sucres por minuto en el aire (llamadas tanto salientes como entrantes).

Para llamadas internacionales salientes, se aplicará lo dispuesto en el numeral 1.2.2.3. b).

Estas tarifas son válidas para el servicio de Telefonía Móvil que actualmente presta EMETEL.

El servicio de telefonía móvil celular se regirá por las tarifas que se establezcan para este servicio.

4.2 SERVICIO FACSIMIL

4.2.1 SERVICIO TELEFAX

Los valores que se indican a continuación no incluyen la entrega al usuario por parte de EMETEL del equipo terminal facsimil, el mismo que será adquirido por el usuario del servicio, responsabilizándose el mismo del mantenimiento así como la adquisición del material necesario para el envío y recepción de documentos.

a) Derechos de inscripción.

Igual valor que se aplica para el servicio telefónico.

b) Pensión básica mensual.

Igual valor que se aplica para el servicio telefónico.

c) Tarifas por tráfico.

Se aplicarán las tarifas vigentes del servicio telefónico según sea local, nacional o internacional.

4.2.2. SERVICIO BUROFAX

Los valores indicados a continuación no incluyen la tarifa por hoja de transmisión, la cual no será tarifada.

4.2.2.1 BUROFAX NACIONAL

El costo total del servicio indicado a continuación será cobrado al usuario remitente, en consecuencia, el usuario receptor no deberá abonar cantidad alguna por retirar su documentación de las oficinas de EMETEL.

a) Tarifa por cargo operativo (utilización de las oficinas públicas), no incluye mensajería.

Por página formato INEN A4s/ 500 sucres.

b) Tarifa por tráfico

Por cada página formato INEN A4 una tarifa de 2 minutos por la utilización de la red pública nacional. Esta tarifa corresponderá a las tarifas vigentes del servicio telefónico manual nacional en horario normal.

4.2.2.2 BUROFAX INTERNACIONAL

a) Tarifa por aspectos operativos locales

— Para tráfico saliente:
5% de la tarifa vigente de tráfico telefónico.

— para tráfico entrante:
Por página formato INEN A4.

Independiente del origen s/ 600 sucres

b) Tarifa por tráfico.

— Para tráfico saliente;

Por cada página formato INEN A4 una tarifa de 2 minutos de comunicación telefónica automática internacional en horario normal.

— Para tráfico entrante.

La tarifa será pagada en el país de origen.

— Costos adicionales.

Estos costos, de existir, serán acordados con los países del otro extremo y se referirán básicamente a cargos que esos países recaben para la prestación del servicio.

4.2.3 SERVICIO BUROFAX — TELEFAX

4.2.3.1 BUROFAX — TELEFAX NACIONAL

a) Tarifa por cargo operativo (utilización de las oficinas públicas y sus equipos).

Por página formato INEN A4s/ 500 sucres

b) Tarifa por tráfico.

Por cada página formato INEN A4 una tarifa de 2 minutos por la utilización de la red pública nacional. Esta tarifa corresponderá a las tarifas vigentes del servicio telefónico manual nacional en horario normal.

4.2.3.2 BUROFAX — TELEFAX INTERNACIONAL

a) Tarifa por cargo operativo (utilización de las oficinas públicas y sus equipos).

5% de la tarifa vigente de tráfico telefónico.

b) Tarifa por tráfico.

Por cada página formato INEN A4 una tarifa de 2 minutos de comunicación telefónica automática internacional en horario normal.

Si se establece la comunicación con el punto de destino pero por falta de compatibilidad entre los equipos terminales no se puede transmitir los documentos, se facturará un tiempo de ocupación por tráfico igual al 20% de un minuto de comunicación en la relación internacional.

4.2.4 SERVICIO TELEFAX — BUROFAX

a) Tarifa por cargo operativo (utilización de las oficinas públicas y sus equipos), no se incluye mensajería.

Por página formato INEN A4

Independiente del origen.....s/ 500 sucres.

CAPITULO V

5. SERVICIO DE ARRENDAMIENTO DE CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO Y DE TIPO TELEGRAFICO.

5.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO.

5.1.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO PERMANENTES.

5.1.1.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO PERMANENTES LOCALES.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo.

Por cada extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana, el abonado pagará: 200.000 sucres

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales.

Por un extremo ubicado en la Zona Periférica Urbana (XPU) o en la Zona Rural (ZR), el abonado pagará además de lo indicado, un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluyen materiales y mano de obra.

b) Pensión Mensual.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar la suma de 50.000 sucres mensuales.

Para el caso de circuitos locales entre terminales de abonados ubicados en distintas centrales, se cobrará por cada paso de central, a partir de la segunda, la cantidad de 20.000 sucres adicionales.

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana, el abonado deberá pagar la suma de 40.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales, si procede.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea procedente.

3.1.1.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO PERMANENTES NACIONALES.

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional, y será de 200.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción de cada uno de los circuitos locales.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y se facturará de acuerdo a la siguiente tabla:

DISTANCIA (KM.)	PENSION MENSUAL
Hasta 50	720.000 sucres
De más de 50 hasta 150	1'200.000 sucres
De más de 150 hasta 300	1'800.000 sucres
Más de 300	2'400.000 sucres

En estos valores, se incluye el costo del servicio local.

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana, el abonado deberá pagar la suma de 40.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales si procede.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea necesario.

3.1.1.3. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO PERMANENTES INTERNACIONALES.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las

pensiones mensuales que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos telefónicos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción de la porción ecuatoriana del enlace y será de 1'000.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción del circuito local.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y es equivalente al valor de 3.000 minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino.

En este valor se incluye el costo del servicio local.

Se excluyen de las tarifas anteriores, a los circuitos de tipo telefónico permanentes en la relación Ecuador-Colombia, para los cuales la Pensión mensual tendrá los siguientes valores:

Zona Internacional a Zona Internacional:	1.500 U.S. Dól/mes
Zona Fronteriza a Zona Internacional:	1.500 U.S. Dól/mes
Zona Fronteriza a Zona Fronteriza:	600 U.S. Dól/mes
Localidades de Frontera:	400 U.S. Dól/mes

3.1.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO TEMPORALES.

Los contratos para el suministro de servicios temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de instalación.

Los derechos de inscripción y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente.

Los servicios solicitados por Administraciones o empresas privadas de explotación reconocida, de servicios de telecomunicaciones del exterior, se sujetarán a los procedimientos establecidos en base a las regulaciones internacionales a de mutuo acuerdo.

5.1.2.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO TEMPORALES LOCALES

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito.

Por un extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana, el abonado pagará la suma de 60.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 6.000 sucres adicionales si procede.

Por un extremo ubicado en la Zona Peri-urbana Urbana (ZPU) o en la Zona Rural (ZR), el abonado pagará la suma de 120.000 sucres.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar la suma de 3.000 sucres diarios.

5.1.2.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO TEMPORALES NACIONALES.

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción de cada uno de los circuitos locales.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa de utilización diaria para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y se facturará de acuerdo al siguiente cuadro:

DISTANCIA (Km.)	TARIFA DIARIA
Hasta 50	35.000 sucres
De más de 50 hasta 150	55.000 sucres
De más de 150 hasta 300	80.000 sucres
Más de 300	110.000 sucres

En estos valores se incluye el costo del servicio local.

5.1.2.3. CIRCUITOS DE TIPO TELEFONICO TEMPORALES INTERNACIONALES.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las tarifas fijas que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país. No están incluidas en esta definición, las líneas locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo ecuatoriano y su valor es de 200.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción del circuito local.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa diaria para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y es equivalente al valor de 200 minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino.

5.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO.

5.2.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO PERMANENTES.

5.2.1.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO PERMANENTES LOCALES.

Se aplicará lo previsto para los circuitos de tipo telefónico permanentes locales.

5.2.1.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO PERMANENTES NACIONALES.

No se incluyen los circuitos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional y será de 60.000 sucres.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y de la velocidad de transmisión:

Distancia (Km.)	PENSION MENSUAL EN SUCRES				
	Velocidad (Baudios)				
	50	75	100	150	200
Hasta 50	30.000	45.000	60.000	75.000	90.000
De más de 50 hasta 150	50.00	75.000	100.000	125.000	150.000
De más de 150 hasta 300	75.000	110.000	150.000	190.000	225.000
Más de 300	100.000	150.000	200.000	250.000	300.000

Para los miembros de la Asociación de Prensa Extranjera en el Ecuador, y para canales de 50 ó 75 baudios, la pensión mensual tendrá una rebaja del 50 por ciento.

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana, el abonado deberá pagar la suma de 40.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales si procede.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea necesario.

5.2.1.3. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO PERMANENTES INTERNACIONALES.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las pensiones mensuales que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telegráficos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo ecuatoriano y su valor es de 500.000 sucres.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino.

Pensión Mensual en Dólares - USA
Velocidad (Baudios)

	50	75	100	150	200
Grupo de Tarifa 1:	500	750	1.000	1.250	1.500
Grupo de Tarifa 2:	660	1.000	1.350	1.700	2.000
Grupo de Tarifa 3:	800	1.200	1.600	2.000	2.400
Grupo de Tarifa 4:	1.100	1.650	2.200	2.750	3.300

Grupo de Tarifa 1:	Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela				
Grupo de Tarifa 2:	Resto de América				
Grupo de Tarifa 3:	Europa y Japón				
Grupo de Tarifa 4:	Resto del Mundo				

Para los miembros de la Asociación de Prensa Extranjera en el Ecuador, y para canales de 50 ó 75 baudios, la pensión mensual tendrá una rebaja del 50 por ciento.

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Pásica Urbana o desde otras zonas a la Zona Básica \$0.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales si procede.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea procedente.

5.2.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO TEMPORALES.

Los contratos para el suministro de estos servicios temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de instalación.

Los derechos de inscripción y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente.

5.2.2.1. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO TEMPORALES LOCALES

Se aplicará lo previsto para los circuitos de tipo telefónico temporales locales.

5.2.2.2. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO TEMPORALES NACIONALES.

No se incluyen los circuitos telegráficos locales, ni los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional y su valor será de 30.000 sucres.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa de utilización diaria para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y de la velocidad de transmisión:

Tarifa de Utilización Diaria en sucres
Velocidad (Baudios)

Distancia (Km)	Velocidad (Baudios)				
	50	75	100	150	200
Hasta 50	1.500	2.250	3.000	3.750	4.500
De más de 50 hasta 150	2.500	3.750	5.000	6.250	7.500
De más de 150 hasta 300	3.500	5.250	7.000	8.750	10.500
Más de 300	4.500	6.750	9.000	11.250	13.500

5.2.2.3. CIRCUITOS DE TIPO TELEGRAFICO TEMPORALES INTERNACIONALES.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las tarifas diarias que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos telegráficos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telegráficos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo ecuatoriano y su valor será de 300.000 sucres

b) Tarifa de Utilización Diaria

La tarifa diaria para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino.

Tarifa diaria en dólares — USA
Velocidad (Paudios)

	50	75	100	150	200
GRUPO DE TARIFA 1:	20	30	40	50	60
GRUPO DE TARIFA 2:	30	45	60	75	90
GRUPO DE TARIFA 3:	40	60	80	100	120
GRUPO DE TARIFA 4:	50	75	100	125	150

GRUPO DE TARIFA 1: Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela

GRUPO DE TARIFA 2: Resto de América
GRUPO DE TARIFA 3: Europa y el Japón
GRUPO DE TARIFA 4: Resto del mundo

5.3. CIRCUITOS PARA TRANSMISION DE DATOS

5.3.1. CIRCUITOS PERMANENTES PARA TRANSMISION DE DATOS

5.3.1.1. CIRCUITOS PERMANENTES LOCALES PARA TRANSMISION DE DATOS

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo

Por cada extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU), Zona Periférica Urbana (ZPU) o Zona Rural (ZR), el abonado pagará 200.000 sucres más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del abonado desde el punto de distribución más cercano que disponga EMETEL. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Pensión Mensual.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar los siguientes valores dependiendo de la velocidad contratada:

Velocidad (Kbps)	Pensión Mensual (Sucres)
24	15.000
48	30.000
96	60.000
192	180.000

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

c) Derechos de Traslado

Por el traslado de cada extremo desde su ubicación inicial a otro punto ubicado dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU), Zona Periférica Urbana (ZPU) o Zona

Rural (ZR), el abonado pagará 100.000 sucres más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del abonado desde el punto de distribución más cercano que disponga EMETEL.

5.3.1.2. CIRCUITOS PERMANENTES NACIONALES PARA TRANSMISION DE DATOS.

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional, y será de 200.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción y el presupuesto especial de cada uno de los circuitos locales. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y se facturará de acuerdo a la siguiente tabla:

PENSION MENSUAL (sucres)
Velocidad (Kbps)

Distancia (Km)	24	48	96	64
Hasta 50	180.000	360.000	720.000	2'160.000
De más de 50 hasta 150	300.000	600.000	1'200.000	3'600.000
De más de 150 hasta 300	450.000	900.000	1'800.000	5'400.000
Más de 300	600.000	1'200.000	2'400.000	7'200.000

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

En estos valores, se incluye el costo del servicio local.

c) Derechos de Traslado

Por el traslado de cada extremo desde su ubicación inicial a otro punto ubicado dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU), Zona Periférica Urbana (ZPU) o Zona Rural (ZR) el abonado pagará 100.000 sucres más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del abonado desde el punto de distribución más cercano que disponga EMETEL.

5.3.1.3. CIRCUITOS PERMANENTES INTERNACIONALES PARA TRANSMISION DE DATOS

Arrendamiento de circuitos utilizando la infraestructura de la red pública de EMETEL.

Bajo esta modalidad la empresa podrá suministrar enlaces digitales utilizando las facilidades de su propia red.

pública sean estos satelitales, cables submarinos, microonda digital terrestre, fibra óptica u otros.

Estos servicios son para uso privado y sus usuarios no podrán conectarse en ninguno de los extremos a redes públicas de telecomunicaciones.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las pensiones mensuales que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes, y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición los circuitos telefónicos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

Las tarifas para esta modalidad son las indicadas a continuación:

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción de la penión ecuatoriana del enlace y será de 1'000 000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción y el presupuesto especial del circuito local. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y de la velocidad de transmisión, y es equivalente al valor de los minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino indicados en la siguiente tabla:

Velocidad (Kbps)	2,4	4,8	9,6	64
Minutos equivalentes	250	500	1.000	3.000

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

En este valor se incluye el costo del servicio local.

5.3.2. CIRCUITOS TEMPORALES PARA TRANSMISION DE DATOS

Los contratos para el suministro de servicios temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de instalación.

Los derechos de inscripción y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente.

Los servicios solicitados por Administraciones o empresas privadas de explotación reconocida, de servicios de telecomunicaciones del exterior, se sujetarán a los procedimientos establecidos en base a las regulaciones internacionales o de mutuo acuerdo.

5.3.2.1. CIRCUITOS TEMPORALES LOCALES PARA TRANSMISION DE DATOS

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo.

Por cada extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana (ZBU), Zona Periférica Urbana (ZPU) o Zona Rural (ZR), el abonado pagará 60.000 sucres más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del abonado desde el punto de distribución más cercano que disponga EMETEL. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Tarifa Diaria.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar los siguientes valores dependiendo de la velocidad contratada:

VELOCIDAD (Kbps)	TARIFA DIARIA (Sucres)
2,4	3.000,00
4,8	6.000,00
9,6	12.000,00
64,0	36.000,00

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

5.3.2.2. CIRCUITOS TEMPORALES NACIONALES PARA TRANSMISION DE DATOS

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional, y será de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción y el presupuesto especial de cada uno de los circuitos locales. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Tarifa Diaria.

La tarifa diaria por cada extremo para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y de la velocidad de transmisión, y se facturará de acuerdo a la siguiente tabla:

TARIFA DIARIA (sucres)
Velocidad (Kbps)

Distancia (Km)	2,4	4,8	9,6	64
Hasta 50	9.000	17.500	35.000	105.000
De más de 50 hasta 150	15.000	27.500	55.000	165.000
De más de 150 hasta 300	20.000	40.000	80.000	240.000
Más de 300	27.500	55.000	110.000	330.000

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

En estos valores, se incluye el costo del servicio local.

5.3.2.3. CIRCUITOS TEMPORALES INTERNACIONALES PARA TRANSMISION DE DATOS

Las tarifas indicadas a continuación serán aplicables únicamente a los enlaces suministrados bajo las modalidades mencionadas en los literales b) y c) del numeral 5.3.1.3. del presente Régimen. La modalidad indicada en el literal a) del mismo numeral no se suministrará bajo régimen temporal.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las tarifas diarias que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL.

Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país. No están incluidas en esta definición, las líneas locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo ecuatoriano y su valor es de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción del circuito local. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa de utilización diaria para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y de la velocidad de transmisión, y es equivalente al valor de los minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino indicados en la siguiente tabla:

Velocidad (Kbps)	2,4	4,8	9,6	64
Minutos equivalentes	25	50	100	300

Para trenes de 2 Mbps se cobrará el equivalente a 20 circuitos de 64 Kbps.

En estos valores, se incluye el costo del servicio local.

5.4 CIRCUITOS PARA SERVICIOS DE REDES PRIVADAS VIA SATELITE

Son servicios suministrados a través de las facilidades satelitales de INTELSAT concebidos para suministrar comunicaciones por redes privadas a empresas y organizaciones nacionales e internacionales. Estos servicios podrá suministrarlos EMETEL distribuyendo las señales a partir de un telepuerto administrado o autorizado por EMETEL, o por gestión directa de los usuarios que, previa la suscripción del correspondiente contrato con EMETEL, podrán instalar, operar y mantener sus propios equipos de tierra para el enlace satelital correspondiente. En cualquiera de los dos casos los servicios a prestarse podrán ser: servicios IBS, servicios INTELNET (VSAT) y cualquier otro servicio cuyas características técnicas y operacionales permitan asimilarlo a uno de los dos anteriores.

Estos servicios son para uso privado y sus usuarios no podrán conectarse en ninguno de los extremos a redes públicas de telecomunicaciones.

Para los casos en que los usuarios instalen sus propios equipos y antenas, la prestación del servicio estará sujeta a la previa autorización de la concesión por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las administraciones de telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las pensiones mensuales que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL en el caso de enlaces internacionales, o a la mitad del enlace, en el caso de enlaces nacionales. Los costos adicionales de los países correspondientes, y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos telefónicos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

5.4.1. SERVICIO IBS

Es el servicio que se presta con portadoras completamente digitales para todas las aplicaciones de comunicaciones empresariales por redes privadas.

5.4.1.1. Servicio a través de un telepuerto administrado por EMETEL.

a) Derechos de inscripción

Se cobrará el derecho de inscripción de la porción ecuatoriana del enlace, para el caso de conexiones internacionales, o de cada extremo para el caso de enlaces nacio-

nales, y será el equivalente de 500,00 US. dólares, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción y el presupuesto especial del circuito local. En este presupuesto especial se incluirá también el valor del arrendamiento o venta de los equipos terminales que eventualmente disponga y requiera el usuario para el funcionamiento de su circuito privado.

b) Pensión mensual

La pensión mensual para este tipo de circuitos se compondrá de un valor fijo equivalente a 3.500,00 dólares por cada medio enlace, y un valor variable equivalente a US. dólares 800,00 por cada 64 Kbps o fracción.

5.4.1.2. Servicio a través de un telepuerto autorizado por EMETEL

En este caso las tarifas a aplicarse serán las que consten en el contrato de autorización, las que en todo caso serán compatibles con las tarifas indicadas en el numeral 5.4.1.1.

5.4.1.3. Servicio a través de equipamiento del segmento terrestre instalado y operado por los usuarios.

Se cobrará el derecho de inscripción y la tarifa del extremo ecuatoriano en función de la velocidad, de acuerdo al siguiente cuadro:

Velocidad Kbps	Costo de Inscripción en US. Dólares	Tarifa Mensual en US. Dólares
64	200	0.2TSE
128	400	0.2TSE
256	790	0.2TSE
512	1500	0.2TSE
1544	2950	0.2TSE
2048	3930	0.2TSE

TSE: El valor que cobra el propietario del satélite por la utilización de su segmento espacial.

Las tarifas no incluyen el valor del TSE, el que será pagado al propietario del satélite de acuerdo con lo que se establezca en el contrato de concesión de autorización.

Las tarifas para estaciones que utilicen el segmento espacial de INTELSAT, no incluyen los valores que cobre la Superintendencia de Telecomunicaciones por la autorización y operación de las estaciones terrenas.

5.4.2. SERVICIO INTELNET (VSAT)

Ofrece a los usuarios la oportunidad de diseñar redes especializadas con un mínimo de restricciones técnicas y operacionales. Puede ser utilizado para una gran variedad de aplicaciones interactivas, de radiodifusión y de recopilación de datos.

a) Derecho de inscripción

Se cobrará el derecho de inscripción de acuerdo a los siguientes casos:

i) Cuando la red completa incluida la estación maestra se encuentre en territorio nacional el valor será de

200,00 US. dólares por cada estación, incluida la estación maestra y hasta un total de 5 estaciones; a partir de la sexta estación, 100,00 US. dólares por cada estación adicional.

La tarifa antes indicada será aplicable en el caso en que la estación maestra sea instalada y operada por el usuario. Si la estación maestra es instalada y operada por EMETEL, el usuario no pagará la cuota de inscripción correspondiente a esta estación.

ii) Cuando la estación maestra se encuentre en un país diferente al Ecuador, se cobrará por cada estación terminal en nuestro país la cantidad de 200,00 US. dólares.

iii) Cuando la estación maestra se encuentre en territorio nacional y una o más estaciones terminales se encuentren fuera del país, la inscripción será la misma indicada en i) para las estaciones instaladas en el Ecuador.

La tarifa antes indicada será aplicable en el caso en que la estación maestra sea instalada y operada por el usuario. Si la estación maestra es instalada y operada por EMETEL, el usuario no pagará la cuota de inscripción correspondiente a esta estación.

b) Pensión mensual

La pensión mensual deberá considerar los siguientes casos:

i) Cuando la red completa incluida la estación maestra se encuentre en territorio nacional; en este caso, la pensión mensual deberá ser igual al valor del segmento satelital más un 20% de recargo por la estación maestra, un 5% del valor del segmento satelital por cada una de las 10 primeras estaciones y luego un 3% por cada estación adicional.

La tarifa antes indicada será aplicable en el caso en que la estación maestra sea instalada y operada por el usuario. Si la estación maestra es instalada y operada por EMETEL, el usuario pagará, además de esta tarifa, la cantidad de 3.500,00 US. dólares mensuales por el uso de la estación maestra.

ii) Cuando la estación maestra se encuentre en un país diferente al Ecuador: por cada estación terminal en nuestro país se cobrará una cantidad equivalente a 200,00 US. dólares. En esta tarifa no se incluye el costo del segmento satelital que será pagado por el usuario al administrador de la estación maestra.

iii) Cuando la estación maestra se encuentre en territorio nacional y una o más estaciones terminales se encuentren fuera del país, la pensión mensual será la misma indicada en el numeral i) para las estaciones instaladas en el Ecuador. Las estaciones pertenecientes a estos sistemas, y que operen en el exterior estarán sujetas a las tarifas vigentes en esos países.

Si bien los valores están estipulados en US. dólares las facturas para cobrarse en Ecuador serán remitidas en sucres de acuerdo al tipo de cambio del mercado de intervención del Banco Central vigente a la fecha de emisión de la planilla.

CAPITULO VI

6. SERVICIO DE ARRENDAMIENTO DE CIRCUITOS PARA EL TRANSPORTE DE RADIODIFUSION SONORA Y TELEVISION.

6.1. CIRCUITOS PARA RADIODIFUSION SONORA

6.1.1. CIRCUITOS PERMANENTES PARA RADIODIFUSION SONORA.

6.1.1.1. CIRCUITOS PERMANENTES LOCALES PARA RADIODIFUSION SONORA (4 hilos)

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo.

Por cada extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana, el abonado pagará: 100.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales.

Por un extremo ubicado en la Zona Periférica Urbana (ZPU) o en la Zona Rural (ZR), el abonado pagará además de lo indicado, un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluyen materiales y mano de obra

b) Pensión Mensual.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar la suma de 20.000 sucres mensuales.

Para el caso de circuitos locales entre terminales de abonados ubicados en distintas centrales, se cobrará por cada paso de central, a partir de la segunda, la cantidad de 20.000 sucres adicionales.

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana, el abonado deberá pagar la suma de 40.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 20.000 sucres adicionales, si procede.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea procedente.

6.1.1.2. CIRCUITOS PERMANENTES NACIONALES PARA RADIODIFUSION SONORA.

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional, y será de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse los derechos de inscripción de cada uno de los circuitos locales.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y se facturará de acuerdo a la siguiente tabla:

Distancia (Km)	Pensión Mensual
Hasta 50	240.000 sucres
De más de 50 hasta 150	480.000 sucres
De más de 150 hasta 300	720.000 sucres
Más de 300	960.000 sucres

En estos valores se incluye el costo del servicio local

c) Derechos de Traslado.

Por el traslado de cada extremo dentro de la misma Zona Básica Urbana o desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana, el abonado deberá pagar la suma de 40.000 sucres.

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado la cantidad de 20.000 sucres adicionales si procede

Para los otros casos de traslados requeridos por el abonado, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial, cuando sea necesario.

6.1.1.3. CIRCUITOS PERMANENTES INTERNACIONALES PARA RADIODIFUSION SONORA.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las pensiones mensuales que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos telefónicos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos telefónicos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo extranjero y su valor será de 1.000.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción del circuito local.

b) Pensión Mensual.

La pensión mensual para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y es equivalente al valor de 3.000 minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino.

En este valor se incluye el costo del circuito local.

6.1.2. CIRCUITOS TEMPORALES PARA RADIODIFUSION SONORA.

Los contratos para el suministro de servicios temporales, se deben suscribir por lo menos dos días hábiles antes de la fecha de instalación.

Los derechos de inscripción y cualquier costo adicional por concepto de instalación, deberán ser cancelados previos a la suscripción del contrato.

Los depósitos de garantía deben efectuarse previos a la suscripción del contrato y su devolución se realizará luego de efectuar la liquidación correspondiente.

Los servicios solicitados por Administraciones o empresas privadas de explotación reconocida, de servicios de telecomunicaciones del exterior, se sujetarán a los procedimientos establecidos en base a las regulaciones internacionales o de mutuo acuerdo.

6.1.2.1. CIRCUITOS TEMPORALES LOCALES PARA RADIODIFUSION SONORA (4 hilos)

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo.

Por un extremo ubicado dentro de la Zona Básica Urbana, el abonado pagará la suma de 100.000 sucres.

Por cada paso de central, a partir del segundo, se cobrará la cantidad de 10.000 sucres adicionales si procede.

Por un extremo ubicado en la Zona Periférica Urbana (ZPU) o en la Zona Rural (ZR), el abonado pagará la suma de 200.000 sucres.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

Por cada extremo ubicado dentro del área de una central, el abonado deberá pagar la suma de 2.000 sucres diarios.

Para el caso de circuitos locales entre terminales de abonado ubicados en distintas áreas de central, se cobrará diariamente por cada paso de central la cantidad de 2.000 sucres.

6.1.2.2. CIRCUITOS TEMPORALES NACIONALES PARA RADIODIFUSION SONORA.

No se incluyen los circuitos telefónicos locales, los equipos terminales y los equipos especiales, los mismos que se cobrarán de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo del circuito nacional y será de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción de cada uno de los circuitos locales.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa de utilización diaria para este tipo de circuitos depende de la distancia entre los extremos y se facturará de acuerdo a la siguiente tabla:

Distancia (Km)	Tarifa Diaria
Hasta 50	30.000 sucres
De más de 50 hasta 150	30.000 sucres
De más de 150 hasta 300	30.000 sucres
Más de 300	40.000 sucres

En estos valores se incluye el costo del servicio local.

6.1.2.3. CIRCUITOS TEMPORALES INTERNACIONALES PARA RADIODIFUSION SONORA.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación y las tarifas diarias que a continuación se mencionan solamente se refieren al tramo correspondiente a EMETEL. Los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

No están incluidos en esta definición, los circuitos locales ni los equipos terminales y/o especiales por los cuales se cobrará de acuerdo a lo establecido en el presente Régimen.

Están incluidos los circuitos nacionales en el Ecuador.

a) Derechos de Inscripción.

Se cobrará el derecho de inscripción del extremo ecuatoriano y será de 100.000 sucres, valor al que deberá sumarse el derecho de inscripción del circuito local.

b) Tarifa de Utilización Diaria.

La tarifa diaria para este tipo de circuitos depende de la situación geográfica del punto de destino y es equivalente al valor de 400 minutos de comunicación telefónica internacional entre el Ecuador y el punto de destino.

Para el caso de transmisiones de duración menor a un día se aplicarán las siguientes tarifas:

Países del Grupo Andino

Se aplicará la misma tarifa de horario normal del servicio telefónico, con un tiempo mínimo de 10 minutos.

Otros países

— Primeros 10 minutos, el equivalente en sucres a 40,00 dólares USA.

— Cada minuto adicional, el equivalente en sucres a 2,50 dólares USA.

6.2. CIRCUITOS PARA TELEVISION.

6.2.1. CIRCUITOS NACIONALES PARA TELEVISION.

Utilización temporal del enlace de micro-ondas.

- a) Derechos de Inscripción: 160.000 sucres
- b) Tarifa por minuto por cada 50 Km. o fracción: 240 sucres

6.2.2. CIRCUITOS INTERNACIONALES PARA TELEVISION.

6.2.2.1. TRANSMISION O RECEPCION DE VIDEO Y AUDIO ASOCIADO, CON UN SOLO SALTO SATELITAL O VIA MICROONDA.

a) Tarifa Básica

Países del Grupo Andino

— Primeros 10 minutos, el equivalente en sucres a 300,00 dólares USA.

— Cada minuto adicional, el equivalente en sucres a 12,00 dólares USA.

Otros países

— Primeros 10 minutos, el equivalente en sucres a 400,00 Dólares USA.

— Cada minuto adicional, el equivalente en sucres a 15,00 Dólares USA.

b) Tarifa para transmisión en multi-destino.

Para transmisión en multidestino se aplicará la tarifa indicada en el literal a) y adicionalmente se cobrarán 100,00 Dólares USA por cada país receptor. El costo total de la transmisión será prorrateado entre todos los países receptores.

d) Para noticieros del mismo origen, para series de programas periódicos, culturales, artísticos y deportivos de fracción igual y del mismo país de origen, se aplicará la siguiente tarifa especial:

Número de programas	Porcentaje de Tarifa Básica (%)
1 — 4	100
5 — 10	90
11 — 50	80
51 ó más	50

El respectivo contrato establecerá el número de programas a transmitirse o recibirse. Los contratos tendrán una duración máxima de un año.

e) Para el caso en que EMETEL distribuya directamente una misma señal a varios canales de televisión, el costo total de la recepción será prorrateado entre todos los canales receptores.

6.2.2.2. TRANSMISION O RECEPCION DE CANAL DE COMENTARIOS DE RADIODIFUSION SONORA O DE COORDINACION DE TELEVISION.

a) Tarifa Básica.

Países del Grupo Andino

Se aplicará la misma tarifa de horario normal del servicio telefónico, con un tiempo mínimo de 10 minutos.

Otros países:

— Primeros 10 minutos, el equivalente en sucres a 40,00 Dólares USA.

— Cada minuto adicional el equivalente en sucres a 2,50 Dólares USA.

b) La tarifa especial mencionada en el numeral 6.2.2.1 literal a) también es aplicable para este caso.

6.2.2.3. CARGOS POR CANCELACION.

a) En caso de cancelaciones notificadas a EMETEL con anterioridad a 4 horas o menos para el inicio de la transmisión, el usuario deberá cancelar la totalidad del costo, por la transmisión que debía efectuar.

b) En caso de cancelaciones notificadas a EMETEL con más de cuatro horas y hasta veinticuatro horas antes de la hora prevista para el comienzo de la transmisión, el usuario pagará la tarifa total establecida para los 10 primeros minutos y el 20% de cada minuto reservado, en exceso de los 10 primeros minutos.

c) En caso de cancelaciones notificadas a EMETEL con más de veinticuatro horas antes de la hora prevista para el comienzo de la transmisión, el usuario pagará una tarifa equivalente al 25% por el tiempo total reservado con un mínimo de 10 minutos.

d) En caso de que una programación termine antes del periodo del tiempo confirmado, el usuario pagará el cargo completo por el tiempo usado, con un mínimo de 10 minutos, y un cargo equivalente al 25% por el resto del tiempo confirmado y no usado.

CAPITULO VII

7. TASAS Y DERECHOS DE REDES INTERNAS DE EDIFICIOS Y URBANIZACIONES

7.1. REVISION Y APROBACION DE ESTUDIOS

La revisión y aprobación de los estudios de las redes internas de edificios y urbanizaciones por parte de EMETEL se realizará de la siguiente manera:

— Para los proyectos de redes internas que contemplen 5, 6, 7, 8, 9 o 10 líneas EMETEL constará que el proyecto cumpla con las normas técnicas y demás especificaciones de EMETEL.

— Para los proyectos de redes internas que contemplen 11 líneas o más, EMETEL exigirá la presentación de planos y de la memoria técnica referente a la distribución telefónica interna, que deberán haber sido realizados y firmados por Ingenieros afiliados a uno de los Colegios de Ingenieros o Electrónicos del Ecuador, a fin de que sean aprobados por cada Gerencia Técnica regional de EMETEL. Cuando se trate de remodelación de construcciones que requieran de 11 o más líneas telefónicas, se seguirá el mismo procedimiento que para la aprobación de los planos telefónicos.

7.1.1. CLASIFICACION DE LOS DISFOS PARA: EDIFICIOS, CONJUNTOS DE EDIFICIOS, CONDOMINIOS Y URBANIZACIONES.

a) Se consideran como Edificios aquellos edificios que requieren de una sola acometida telefónica de 5 líneas o más.

b) Se consideran como Conjuntos de Edificios aquellos que están formados por varias edificaciones que requieran una acometida común, de 5 líneas como mínimo.

c) Se consideran como Condominios a los que están formados por varias viviendas: unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares que requieran una acometida común, de 5 líneas como mínimo.

d) Se consideran como Urbanizaciones a las áreas de terreno divididas en manzanas y/o lotes cuyas necesidades sean de 5 líneas telefónicas o más.

Las Urbanizaciones y lotizaciones se clasificarán según establece la Ley de Régimen Municipal y sus respectivas Ordenanzas Municipales.

Los desarrollos habitacionales públicos y destinados a vivienda popular, calificados por A 10-13-

nal de la Vivienda como de interés social, soamente deben cumplir con lo estipulado en los Art. 39 y 40 literal a) del Reglamento de Abonados, y se sujetarán a las especificaciones y normas técnicas que dicte EMETEL, a través de las Gerencias Regionales para estos casos.

7.2. FISCALIZACION Y RECEPCIONES DE OBRAS

Las obras de redes telefónicas en edificios, conjuntos de edificios, condominios, urbanizaciones y lotizaciones que son ejecutadas según los Artículos 38 y 40 del Reglamento de Abonados del servicio telefónico, obligatoriamente serán fiscalizadas y recibidas por las Gerencias Técnicas Regionales de la EMETEL, de acuerdo a los procedimientos establecidos para el efecto.

7.3. TASAS DE ACOMETIDAS TELEFONICAS

Las acometidas telefónicas posibilitan la conexión de los edificios, conjuntos de edificios, condominios urbanizaciones y lotizaciones a la red de cables telefónicos de la EMETEL.

La conexión física se hace mediante cables multipares que interconectan los puntos terminales de redes telefónicas de los edificios y urbanizaciones con los puntos de conexión de la red de cables telefónicos de EMETEL.

Las acometidas telefónicas están constituidas básicamente por las canalizaciones telefónicas (tuberías y cámaras de empalmes) y los cables multipares con sus correspondientes terminales. Otros accesorios como herrajes, empalmes, serán proporcionados e instalados por la EMETEL.

Todos los costos que demande la construcción de la acometida telefónica serán pagados por el constructor o, en su defecto, por los dueños mediante el sistema de prorrato. Para efectos de costos de las acometidas telefónicas se considerarán:

7.3.1. ACOMETIDAS A EDIFICIOS

El trayecto se define de la siguiente manera:

Desde la cámara de empalmes frente al edificio hasta el armario de distribución de la red de EMETEL. En caso de no existir disponibilidad en el armario más cercano, los costos adicionales de acometida son por cuenta de EMETEL.

7.3.2. ACOMETIDA A CONJUNTOS DE EDIFICIOS Y CONDOMINIOS.

El trayecto se define de la siguiente manera:

Desde la cámara de empalme frente al edificio donde convergen las acometidas de uno de los restaurantes, oficinas o viviendas del conjunto, hasta el armario de distribución de la red de EMETEL. En caso de no existir disponibilidad en el armario más cercano, los costos adicionales de acometida son por cuenta de EMETEL.

7.3.3. ACOMETIDA A URBANIZACIONES

El trayecto se define de la siguiente manera:

Desde la cámara de empalme construida en el límite de la urbanización y donde convergen los cables de la red interna, hasta el armario más cercano de distribución de la red de EMETEL. En caso de no existir disponibilidad en el armario más cercano, los costos adicionales de acometida son por cuenta de EMETEL.

7.4. VALOR DE LAS TASAS Y DERECHOS

Para la revisión y aprobación de los estudios, para la fiscalización y recepción de obras, y para la construcción de las acometidas, el abonado pagará los valores establecidos de acuerdo a presupuestos especiales.

DISPOSICIONES GENERALES

1. Los costos para transmisión y recepción de televisión, vía satélite son considerados para todo el territorio nacional.

2. De las tarifas especiales para noticieros, solo podrán hacer uso las personas naturales o jurídicas, que hayan recibido una concesión de frecuencia o frecuencias por parte del Organismo correspondiente.

3. No podrán hacer uso de la tarifa especial, aquellos usuarios, que hayan solicitado exclusividad para las programaciones de televisión o radiodifusión.

4. Cuando un usuario se ha acogido a la tarifa especial no podrá efectuar cambios de aumento o disminución del número de programas contratados, ni fecha de los mismos.

5. Toda solicitud de transmisión o recepción de los servicios de televisión internacional, deberá estar acompañada del 10% del valor del costo de la tarifa, de acuerdo con el tiempo para el que se solicita. El mismo que será considerado como anticipo al costo total del programa realizado.

6. En caso de que el solicitante desista de realizar el programa dentro del tiempo indicado en este reglamento, estos valores no le serán reembolsados.

7. La Comisión Ejecutiva de EMETEL resolverá en el caso de que exista duda para la aplicación del presente régimen de tasas y tarifas.

8. La Superintendencia de Telecomunicaciones expedirá el Reglamento Técnico que contenga los Objetivos de Calidad y Eficiencia de los Servicios de Telecomunicaciones para cada uno de los próximos tres años. Estos objetivos serán cumplidos por EMETEL en los plazos que constarán en dicho Reglamento. La Superintendencia velará por el cumplimiento de estas disposiciones.

Será requisito indispensable para aprobar reajustes tarifarios posteriores, que EMETEL haya cumplido con los objetivos indicados en los plazos establecidos.

Quedan derogados todos los Acuerdos y Regímenes Tarifarios que se opongan, dictados con anterioridad al presente.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

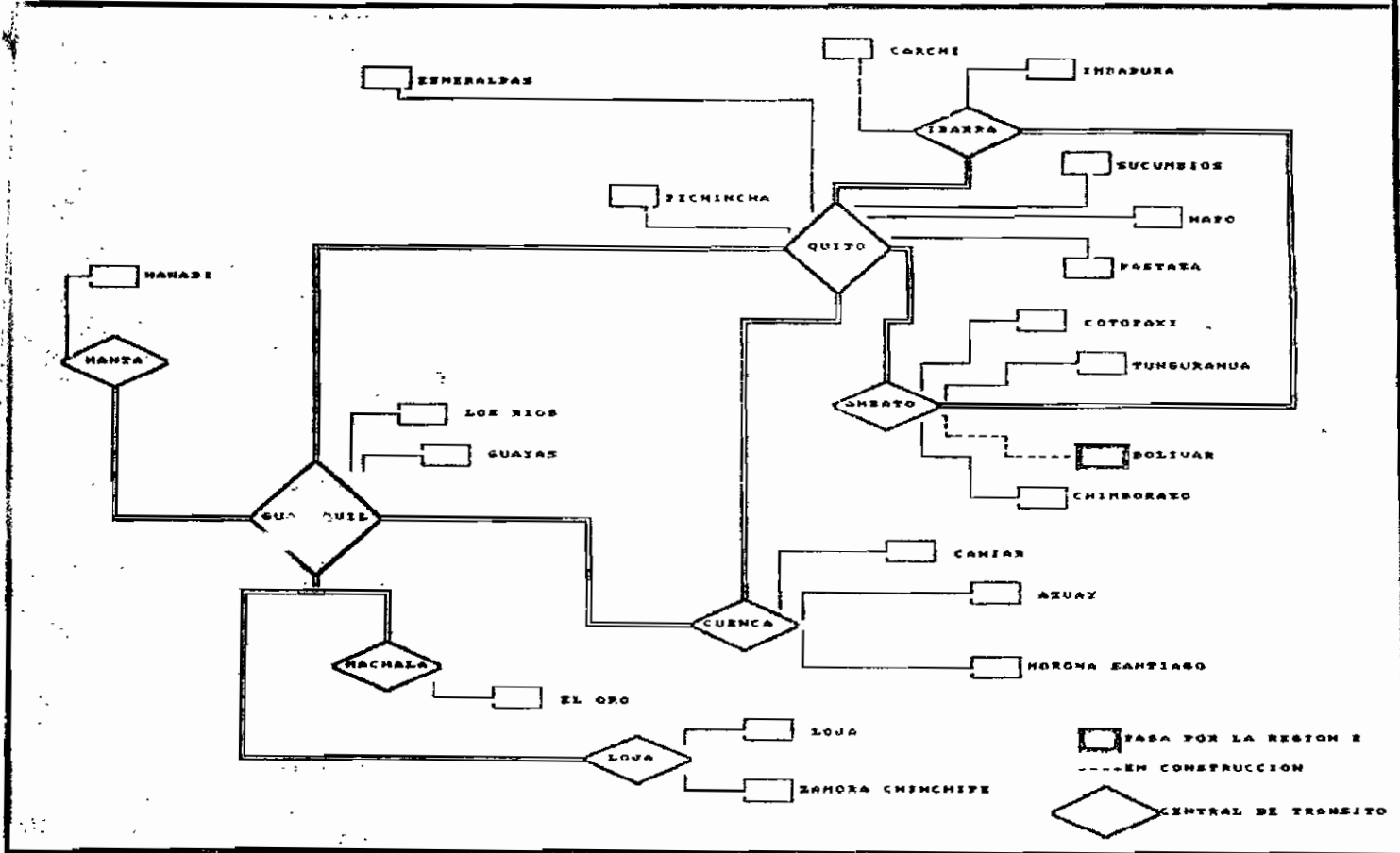
1. Los teléfonos monederos de un sucre (S/. 1,00) actualmente en servicio, continuarán manteniendo esta tarifa hasta tanto sean modificados sus mecanismos o reemplazados totalmente.

2. Los abonados al servicio télex y usuarios de circuitos telegráficos punto a punto nacionales e internacionales que a la fecha de expedición del presente Régimen Tarifario, se hallen utilizando el servicio con equipos terminales de propiedad de EMETEL, pagarán el canon de arrendamiento que fijará anualmente el Presidente Ejecutivo de EMETEL.

3. Los contratos de servicio telefónico celebrados con fecha anterior a la vigencia del presente régimen, no tendrán reajuste alguno en el rubro derechos de inscripción.

4. El presente Régimen Tarifario entrará en vigencia a la fecha de su promulgación en el Registro Oficial.

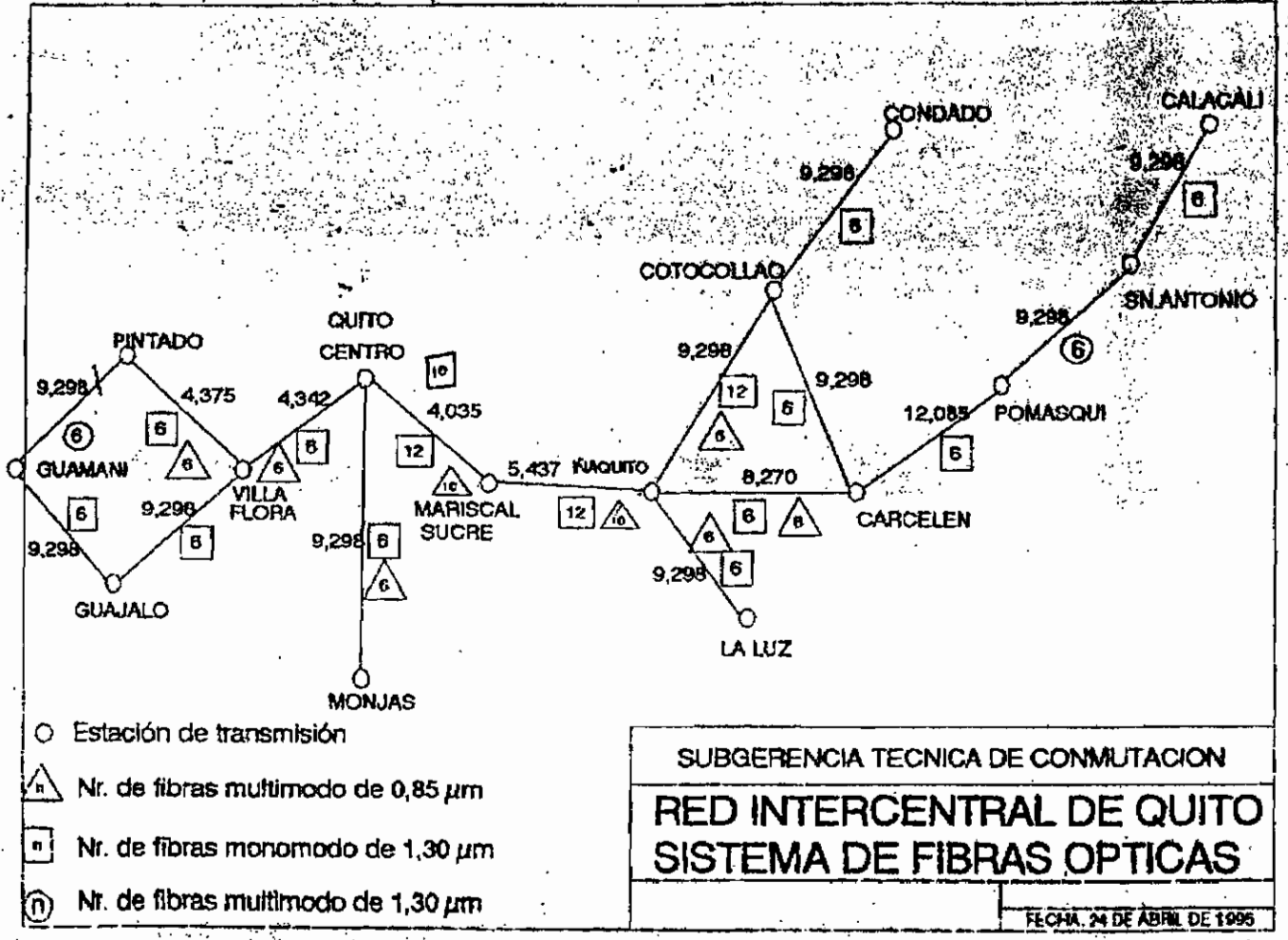
EMPRESA ESTATAL DE TELECOMUNICACIONES "EMETEL R-1"
 DIVISION DE MANTENIMIENTO DE TRANSMISION
 ENRUTAMIENTOS PROVINCIALES ENTRE TERMINALES DE R1 Y R2



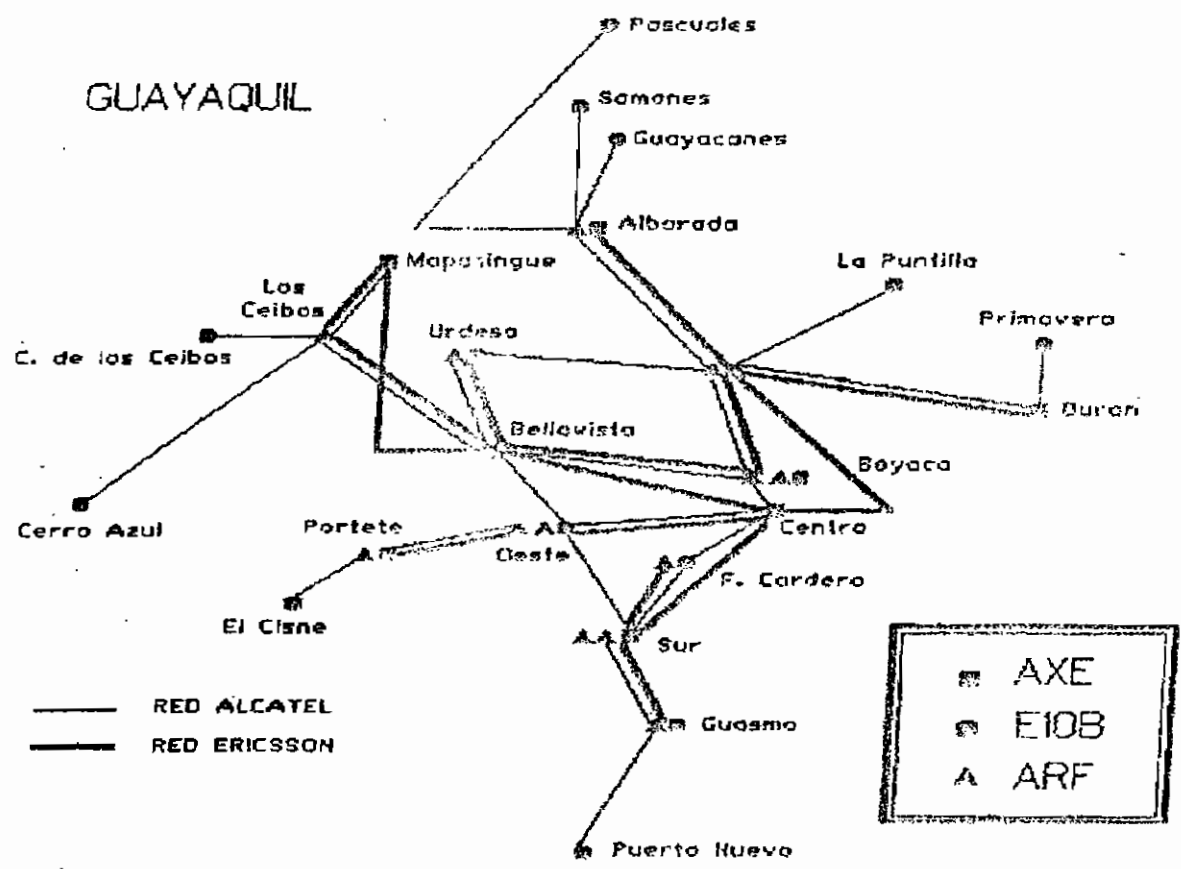
VAE

GRAF I 12

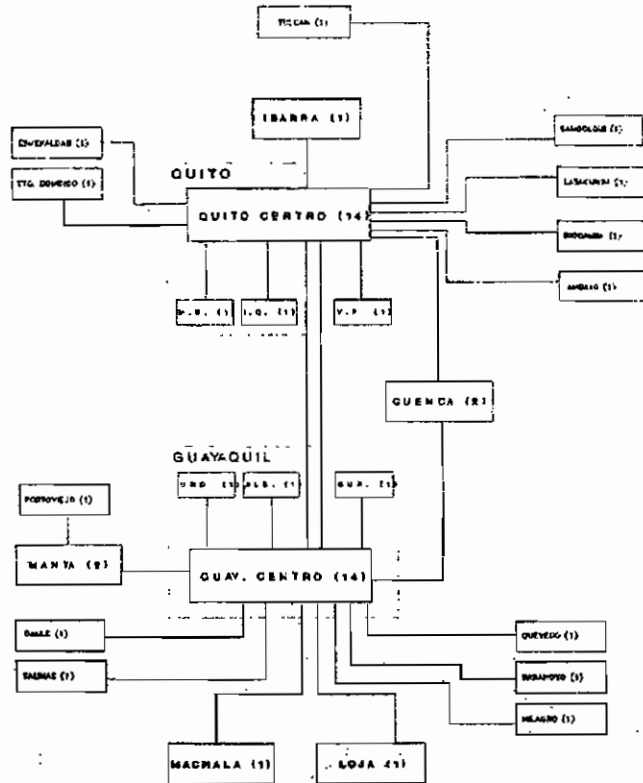
A11-1



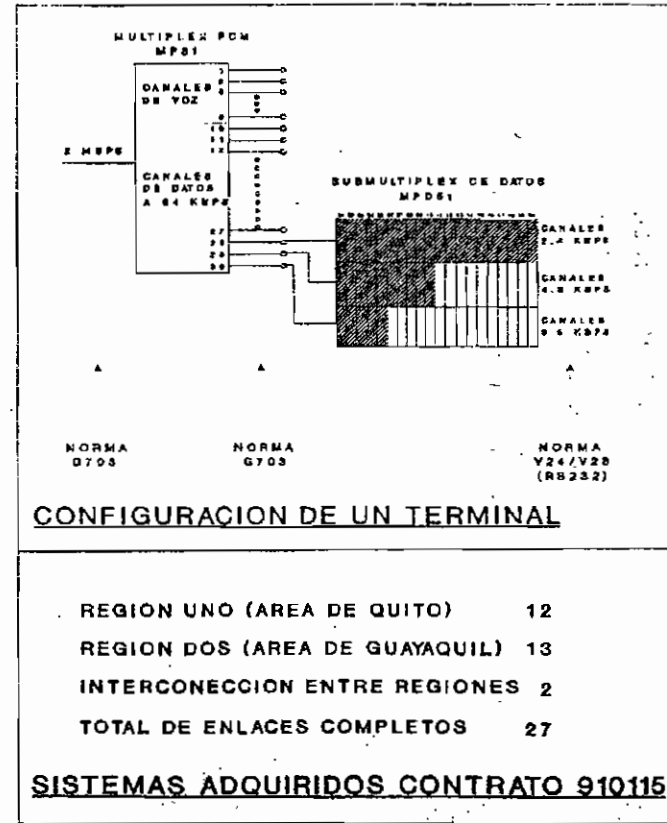
GUAYAQUIL



RED DE CIRCUITOS DIGITALES PUNTO A PUNTO



CONFIGURACION DE LA RED



CONFIGURACION DE UN TERMINAL

REGION UNO (AREA DE QUITO)	12
REGION DOS (AREA DE GUAYAQUIL)	13
INTERCONEXION ENTRE REGIONES	2
TOTAL DE ENLACES COMPLETOS	27

SISTEMAS ADQUIRIDOS CONTRATO 910115

SNO/DON/MAY-94

BIBLIOGRAFIA

1. ELIAS M. AWAD, "Introducción de los computadores en los negocios", Madrid-España, 1979.
2. MOTOROLA UNIVERSITY PRESS, "The Basics Book of Information Networking", Massachusetts-USA, 1992.
3. HEWLETT PACKARD, "X.25: The PSN Connection, An explanation of recommendation X.25", Francia, 1985.
4. UYLESS BLACK, "The X Series Recommendations, Protocols for Data Communications Networks", N.Y.-USA, 1991.
5. MOTOROLA UNIVERSITY PRESS, "The Basics Book of X.25 Packet Switching", Massachusetts-USA, 1992.
6. UYLESS BLACK, "Data Communications and Distributed Networks", New Jersey, 1987.
7. ANDREW TANENBAUM, "Computer Networks", New Jersey-USA, 1988.
8. IBM, "AIX/V3 X.25 Communications Cookbook", Austin-USA, 1991.
9. NCR, "Data Communication System Concepts", Dayton-USA, 1983.
10. MOTOROLA, "6500 Series SNA/SDLC Operator's Guide", Mansfield-USA, 1992.
11. MOTOROLA, "6015 INP Operator's Guide", Mansfield-USA, 1987.
12. WALTER TETSCHNER, "Voice Processing", Boston-USA, 1992.
13. UYLESS BLACK, "Data Networks, Concepts, Theory, and Practice", New Jersey, 1989.
14. DATA COMMUNICATION INTERNATIONAL, "Voice Compression: When Less is More", Junio-1991.
15. DATA COMMUNICATION INTERNATIONAL, "A Low-Cost Switch for Data and Voice", Abril-1993.
16. IEEE, "IEEE Communications Magazine", Febrero-1985.
17. ACT, "SDM-HDLC Voice Packetizer User Manual", California-USA, 1990.
18. MOTOROLA ISG, "IXP 650/660 X.25 Processor", Mansfield-USA, 1991.
19. DATAPRO RESEARCH CORPORATION, "IBM Synchronous Data Link Control (SDLC)", Marzo-1988.
20. CYLINK, "AirLink L-Band Multipoint Modem Installer's Guide", California-USA, 1994.

21. SATELLITE TECHNOLOGY MANAGEMENT INC., "X.Start System Description Manual". California-USA, 1993.
22. MOTOROLA UNIVERSITY PRESS, "The Basics Book of ISDN". Massachusetts-USA, 1992.
23. DATA COMMUNICATION INTERNATIONAL, "SMDS, A Data Service for the Nineties", Octubre-1993.
24. MOTOROLA, "6290 Technical Reference", Massachusetts-USA, 1989.
25. RECOMENDACIONES DEL CCITT.