



Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Facultad de Ingeniería en Electricidad  
y Computación



**RED MAN PARA APLICACIONES DEL BANCO  
DEL PICHINCHA**

**Estructura del enlace SDLC sobre Frame Relay  
usando fibra óptica**



**Trabajo de Graduación**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

*ESPECIALIZACION:*

**ELECTRONICA**



**PRESENTADO POR:**

**Jorge Francisco Chong Chang  
Freddy Roberto Velasco Valero  
Yadira Lorena Zambrano Manrique**



**GUAYAQUIL ECUADOR**

**1999**

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que con su grano de arena hicieron posible este trabajo. Especialmente al Ing. Diego Torres, Ing. Milton Díaz, Ing. Wilmer González, Ing. Freddy González, Ing. Carlos Pérez, Ana. Alberto Escalante, Arq. Salomé Zambrano, Sr. Xavier Zambrano por su solícita y pertinente colaboración.

Mención especial la tiene el Ing. Luis Mariño, profesor del tópico de graduación, cuyas luces y guía permitieron el adecuado encaminamiento del mismo.

A nuestros familiares, que sin su indiscutible apoyo la culminación de nuestra carrera de estudio no sería una realidad.



---

**ING. ARMANDO ALTAMIRANO**  
Presidente del Tribunal



---

**ING. LUIS MARIÑO**  
Director del Tópico



---

**ING. WASHINGTON MEDINA**  
Miembro del Tribunal



---

**ING. BORIS RAMOS**  
Miembro del Tribunal

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL."

**Yadira Lorena Zambrano Manrique**

  
**Jorge Francisco Chong Chang**

**Freddy Roberto Velasco Valero**





## **DEDICATORIA**

Al terminar con escritos rotos y números partidos, dedico mi lucha al Todopoderoso dueño del universo; a mis amores de siempre; a mis padres bien queridos; a mis familiares y cercanos; a los amigos siempre benevolentes; a todos y al mundo. Porque sin el aire que respiro, el esfuerzo realizado y compartido, no tendría sentido.

Lorena

Dedico este trabajo a mis padres y a mis amigos quienes me animaron a conseguir el Poder de Trabajo necesario para terminarlo.

Jorge

A Dios, a mis padres y a mi familia en general.

Freddy

## **RESUMEN**

El objetivo principal del proyecto es el de comunicar diferentes puntos a través de un backbone TDM y usar el protocolo FRAME RELAY para maximizar la transmisión de datos manejados en un ambiente SDLC.

Buscamos y analizamos la relación entre equipos crosconectores que manejan interfaces ópticas y eléctricas con agregados de 64, 128 y 2 Mbps para manejar enlaces FRAME RELAY con igual ancho de banda que tiene particular aplicación si lo relacionamos con la etapa de transporte del modelo OSI.

Ya en la capa de enlace, se usa el protocolo FRAME RELAY arriba mencionado para coger las tramas y paquetes que vienen de las capas superiores.

Así mismo, se analizó la interacción de los diferentes equipos, sus ventajas y desventajas, cómo cada uno de los equipos tienen una finalidad específica que ayuda a un mejor uso de los recursos poseídos.

Para enlazar los puntos se usó enlaces de fibra óptica que es uno de los medios de transmisión más utilizado en la actualidad, ya que permite el manejo de anchos de banda del orden de los Giga bytes.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE MAPAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
I. EL MEDIO DE ENLACE FÍSICO Y EL MODELO OSI APLICADO AL DISEÑO	
1.1. Modelo OSI de transmisión	20
1.2. Medios de transmisión	22
1.2.1. Cable coaxial	23
1.2.2. Fibra óptica	24
1.2.3. Par de cobre	29
1.3. Comparación de fibra óptica y cable de cobre	32
II. PROTOCOLOS UTILIZADOS EN LA TRANSMISIÓN EN NUESTRO DISEÑO. SDLC Y FRAME RELAY	
2.1. Arquitectura SNA	34
2.1.1. Estructura física de una red SNA	34
2.1.1.1. Tipo de nodos	34
2.1.1.2. Conexión de rutas	36
2.1.1.3. Dominios y subáreas	37
2.1.2. La estructura lógica del SNA	37
2.1.2.1. Unidades direccionables de red (NAUS)	37

2.1.2.2. Sesiones	39
2.1.2.3. Direccionamiento SNA	39
2.1.3. Estructura funcional del SNA	40
2.1.4. Descripción de las dos primeras capas de transmisión	42
2.1.4.1. Capa 1: Control físico	43
2.1.4.1.1. Interface V.24	44
2.1.4.2. Capa 2: Control de enlace de datos	45
2.1.4.2.1. SDLC	46
2.1.4.2.2. Formato del bloque o frame	47
2.1.4.2.3. Sincronización y código de línea	48
2.1.4.2.4. Detección de errores	48
2.1.4.2.5. Campo de dirección	49
2.1.4.2.6. Campo de control	50
2.1.4.2.7. Modos de operación	51
2.1.4.2.8. Control de flujo	52
2.1.4.2.9. Comandos y respuesta en frames no numerados	52
2.1.4.2.10. Ejemplos de la operación SDLC	54
2.1.5. Interacción de las diferentes capas en la formación de mensajes	57
2.2. Arquitectura del protocolo FRAME RELAY	59
2.2.1. Plano de control (Plano C)	60
2.2.2. Plano de usuario (Plano U)	60
2.2.3. Tipos de acceso a una red FRAME RELAY	61
2.2.4. Conexión de FRAME RELAY	62
2.2.5. Transferencia de datos de usuario	62
2.2.6. Control de congestión	65
2.2.7. Control de velocidad de tráfico	67
2.3. Encapsulamiento de SDLC en FRAME RELAY	69
2.3.1. Conmutación de paquetes Y X.25	69
2.3.2.1. HDLC y LAPB	70
2.3.2.2. Implementación a nivel de paquetes	71
2.3.2.3. Encapsulamiento de SNA en X.25	75

### III. DISEÑO DE LA RED

3.1. Fundamentos constitutivos del enlace	77
3.1.1. Estructura presente	77
3.1.2. Requerimientos del diseño	78
3.2. Topología del diseño	80
3.3. Trazado de rutas físicas	84
3.3.1. Requerimiento de potencia del enlace de fibra	84
3.3.2. Requerimiento de velocidad de bit máxima	93
3.4. Redundancia física y lógica	94
3.4.1. Ruta principal de funcionamiento	94
3.4.2. Redundancia lógica de la red	97

### IV. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Composición física del nodo	102
4.1.1. PFU-A y PFU-B	103
4.2. Estructura de trama y multitrama	104
4.2.1. La estructura de la trama a 2048 Kbps	104
4.3. MUX / DEMUX	106
4.4. Multiplexación y demultiplexación de tramas a 2048Kbps	108
4.5. Interacción entre módulos e interfaces	113
4.5.1. Máscara del reloj de salida a 2048 Khz	114
4.6. La unidad de crosconexión (SXU)	115
4.6.1. El bus de crosconexión	116
4.6.2. Ubicación del bus de crosconexión	117
4.6.2.1. Puertos pares	117
4.6.2.2. Puertos impares	118
4.6.3. Manejo de señales en el procedimiento de crosconexión	118
4.6.3.1. Canal a 64 kbps. conexión en el canal XB	118
4.6.3.2. Conexión con canales XB de 8 Kbps	120
4.6.3.3. Conexión con canales XD a 0.5 Kbps	120



4.6.4. Unidad de crosconexión	120
4.6.4.1. Matriz de crosconexión 0	121
4.6.4.2. Matriz de crosconexión 1	122
4.6.4.3. Unidad de control	122
4.6.5. Cálculo de la capacidad de crosconexión	123
4.6.6. Especificaciones técnicas de la unidad de crosconexión	123
4.6.6.1. Interface de entrada del reloj externo	123
4.6.6.2. Parámetros de jitter en el nodo	124
4.7. La unidad GMH	126
4.7.1. Interfaces ópticas utilizadas en la unidad GMH	127
4.7.2. Buffers de las tramas	129
4.8. Unidad de interface de datos VCM	131
4.9. Ruteador 6560 MPROUTER PRO de MOTOROLA	132
4.9.1. Componentes del hardware	132
4.9.1.1. La tarjeta madre (motherboard)	133
4.9.1.2. Uso general de la memoria	136
4.9.1.3. Tarjetas de expansión usadas en el proyecto	138
4.9.1.3.1. Tarjeta serial de datos	138
4.9.1.3.2. Tarjeta serial de datos2	139
4.10. Opciones FRAME RELAY y SNA en los ruteadores 6560	140
4.10.1. Enrutamiento de la llamada entre dos nodos	140
4.10.2. Las interfaces FRAME RELAY	142
4.10.2.1. Estaciones tipo ANNEX G	144
4.10.2.2. Estaciones tipo BYPASS	144
4.10.3. Control de congestión en el MP6560	144
4.10.3.1. Control de congestión para los puertos FRI	145
4.10.3.2. Parámetros de configuración de control de congestión (opción DTE)	146
4.10.3.3. Control de congestión explícita	146
4.10.3.3.1. Control de congestión normal	146
4.10.3.3.2. Deshabilitar el control de congestión	147
4.10.3.3.3. Control de congestión CONG	148
4.10.3.3.4. Control de congestión límite	148

4.10.3.3.5. Control de congestión implícito	148
4.10.4. Opciones SNA en el MP6560	148
4.10.4.1. Ruteo de la llamada desde un puerto SDLC remoto	150

## V. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

5.1. Funcionamiento y componentes de la base de datos	153
5.2. VPN: Virtual private network	155
5.3. Workstation	156
5.4. Node manager	158
5.5. Network editor (NWED)	160
5.5.1. Representación de la red	161
5.5.2. Herramientas del Network Editor	162
5.6. Router	163
5.7. Pruebas de circuitos	167
5.7.1. Recursos de la prueba de circuitos	168
5.8. Sistema de manejo de fallas	169
5.9. Performance Management System	170
5.9.1. Facilidades de manejo de calidad	170
5.10. Recovery Management System	171

## VI. CONSTITUCIÓN LÓGICA DE LA RED

6.1. Instalación de multiplexores	173
6.1.1. Instalación del equipo de monitoreo de la red	173
6.1.1.1. Instalación de la base de datos	173
6.1.2. Configuración y planeación de la red	174
6.1.3. Instalación física de la red	175
6.1.4. Configuración lógica de la red	176
6.1.4.1. Configuración del nodo	176
6.1.4.2. Configuración de troncales	178
6.1.4.3. Configuración de circuitos	179
6.2. Configuración de los nodos Motorola	180



6.3. Configuración FRAME RELAY para los nodos Motorola	184
6.4. Configuración SDLC para routers Motorola	188
6.5. Instalación y configuración de módems	190
VII. MANTENIMIENTO DEL ENLACE	
7.1. Introducción	192
7.2. Mantenimiento de equipos	192
7.3. Mantenimiento de ruteadores	196
7.4. Mantenimiento de rutas	202
VIII. COSTOS	
8.1. Costos de equipos	205
8.1.1. Cotización del crosconector	206
8.1.2. Cotización del MP Router 6560	207
8.1.3. Cotización del módem Motorola V3400	207
8.1.4. Cotización de un servidor	208
8.1.5. Cotización de una Workstation	208
8.1.6. Cotización de una impresora	209
8.2. Costos de los medios de transmisión	210
8.2.1. Cotización del cable de fibra óptica	210
8.2.2. Cotización del Par de Cobre	211
8.2.3. Cotización del cable de datos de dos hilos	211
8.3. Costos de Instalaciones	212
8.3.1. Cotización de la Instalación de los Equipos	212
8.3.2- Cotización de la Instalación de la Fibra Optica	213
8.4. Resumen de Costos	214
CONCLUSIONES	216
APÉNDICES	217
MAPAS	229
BIBLIOGRAFÍA	240

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIG. 2.1.- Tipos de Nodos en una Red SNA	35
FIG. 2.2.- Dominio y subáreas en una red SNA	37
FIG. 2.3.- Sesiones SSCP	39
FIG. 2.4.- Enlaces de Datos entre Nodos SNA	42
FIG. 2.5.- La interface Física	43
FIG. 2.6.- Fases temporales de transmisión para V.24	45
FIG. 2.7.- Enlaces SDLC	46
FIG. 2.8.- Estructura de un Frame SDLC	47
FIG. 2.9.- Codificación NRZI	48
FIG. 2.10.- Area cubierta por el FCS	49
FIG. 2.11.- Estructura del Campo de Control	50
FIG. 2.12.- Ejemplo de uso de los números de secuencia	51
FIG. 2.13.- Ejemplo de intercambio de frames SDLC	54
FIG. 2.14.- Ejemplo de una condición de ocupado	56
FIG. 2.15.- Formación de mensajes SNA	58
FIG. 2.16.- Planos de Usuario y Control	59
FIG. 2.17.- Modos de acceso a Frame Relay	61
FIG. 2.18.- Formato del frame en Frame Relay	63
FIG. 2.19.- Campo de Dirección- 2 octetos (por defecto)	63
FIG. 2.20.- Campo de Dirección- 3 octetos	64
FIG. 2.21.- Campo de Dirección- 4 octetos	64
FIG. 2.22.- Notificación de Congestión	66
FIG. 2.23.- Relaciones entre los parámetros de Congestión	68
FIG. 2.24.- Estaciones combinadas	70
FIG. 2.25.- Canales Lógicos y enlaces Virtuales	72
FIG. 2.26.- Cabecera del paquete X.25	72
FIG. 2.27.- Establecimiento de un enlace virtual	74

FIG. 2.28.- SNA sobre una red de paquetes	75
FIG. 3.1.- Diagrama principal de la red	83
FIG. 3.2.- Enlace de Fibra Optica	84
FIG. 3.3.- Esquematzación de un tendido de cable de Fibra Optica	87
FIG. 3.4.- Enrrutamiento principal de la red	95
FIG. 3.5.- Redundancia física de la red	96
FIG. 3.6.- Prioridades en la tabla de rutas	98
FIG. 3.7.- Vista a los mnemónicos SDLC en el router	99
FIG. 3.8.- Camino lógico principal	101
FIG. 4.1.- Nodo Básico	102
FIG. 4.2.- Chequeo del CRC	109
FIG. 4.3.- Chequeo del CRC en Multitrama	111
FIG. 4.4.- Transmisión del reloj a 2048 Kbps	114
FIG. 4.5.- Máscara del reloj a 2048 Kbps	114
FIG. 4.6.- Interconexión de los diferentes buses del croconector	116
FIG. 4.7.- Trama a 125us y el Time Slot	117
FIG. 4.8.- Diferentes buses de datos en la croconexión	119
FIG. 4.9.- Tolerancia del Jitter al reloj externo	125
FIG. 4.10.- Función de transferencia del Jitter	125
FIG. 4.11.- 6560 MPRouter PRO	132
FIG. 4.12.- Componente del panel frontal y posterior del 6560	133
FIG. 4.13.- Esquema de la tarjeta Madre	134
FIG. 4.14.- Tarjeta de memoria FLASH SIMM	134
FIG. 4.15.- SIMM CMEM	135
FIG. 4.16.- Uso general de la memoria	137
FIG. 4.17.- Tarjeta SDB	138
FIG. 4.18.- Tarjeta SDB2	139
FIG. 4.19.- Ruteo de la llamada	140
FIG. 4.20.- Establecimiento de un circuito virtual	141
FIG. 4.21.- Procesamiento de la llamada entrante	142
FIG. 4.22.- Ejemplo de conexión de múltiples sucursales a una matriz	143
FIG. 4.23.- Annex G en el Ruteador 6560	144
FIG. 4.24.- Configuración de los ruteadores como HPAD y TPAD	149

FIG. 4.25.- Operación del QLLC	150
FIG. 4.26.- Ejemplo de conexión de varios PU 2.0 a un PU 4	151
FIG. 4.27.- Proceso de llamada para un puerto SDLC remoto	152
FIG. 5.1.- Interconexión Base de Datos y Red	154
FIG. 5.2.- Estructura de la red de manejo multiusuario	156
FIG. 5.3.- Pantalla principal de la Workstation	157
FIG. 5.4.- Ventana del Node Manager	158
FIG. 5.5.- Topología del circuito punto a punto	165
FIG. 5.6.- Circuito Swap	166
FIG. 5.7.- Circuito punto multipunto	167
FIG. 6.1.- Pantalla principal de acceso al nodo	175
FIG. 6.2.- Pantalla del Network Editor	178
FIG. 6.3.- Troncales de enlace	179
FIG. 6.4.- Parámetros principales del router	181
FIG. 6.5.- Parámetros del router	182
FIG. 6.6.- Parámetros principales del router	183
FIG. 6.7.- Parámetros principales del router	184
FIG. 6.8.- Parámetros del puerto FRI	186
FIG. 6.9.- Parámetros del puerto FRI	187
FIG. 6.10.- Parámetros del puerto FRI	188
FIG. 6.11.- Parámetros del puerto SDLC	189
FIG. 6.12.- Estación del puerto SDLC	190
FIG. 7.1.- Pantalla principal del Fault Management	193
FIG. 7.2.- Locación del Nodo	194
FIG. 7.3.- Alarmas Observadas	195
FIG. 7.4.- Pantalla principal de control de los ruteadores	197
FIG. 7.5.- Pantalla principal de status / statistics del router	198
FIG. 7.6.- Pantalla del Network Services del Router	199
FIG. 7.7.- SVCs formados	199
FIG. 7.8.- Estadísticas del puerto SDLC	200
FIG. 7.9.- Estadísticas de la estación SDLC. Primera pantalla	201
FIG. 7.10.- Estadísticas de la estación SDLC. Segunda pantalla	202



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1.1.- Características de los cables de acuerdo a su categoría	30
TABLA 1.2.- Atenuación de los distintos tipos de cables a diferentes frecuencias	32
TABLA 2.1.- Descripción de los símbolos usados en la figura 2.1	35
TABLA 2.2.- Estructura de la capa SNA	41
TABLA 2.3.- Técnicas para control de Congestión en Frame Relay	66
TABLA 2.4.- La variante HDLC LAPB	71
TABLA 2.5.- Tipos de paquetes y sus códigos	73
TABLA 2.6.- Comandos y respuestas QLLC y SDLC	76
TABLA 3.1.- Nodos usados en el diseño	80
TABLA 3.2.- Especificaciones técnicas del OTE a 2848 Kbps	85
TABLA 3.3.- Característica de la fibra	86
TABLA 4.1.- Características principales de la interfaz de reloj	124
TABLA 4.2.- Parámetros de Jitter permitidos	124
TABLA 4.3.- Módulos de la GMH	126
TABLA 4.4.- Conectores para las interfaces de la GMH	127
TABLA 4.5.- Características de potencia de los módulos de la GMH	128
TABLA 4.6.- Chequeo del CRC	129
TABLA 4.7.- Características de los buffers de las tramas	130
TABLA 4.8.- Retardo en la interfaz GMH	130
TABLA 4.9.- Módulos de interfaz que pueden usarse	131
TABLA 4.10.- Números de ranuras y números de puertos	135
TABLA 4.11.- Uso de los puertos seriales	136
TABLA 5.1.- Herramientas de Administración	161
TABLA 8.1.- Cotización del Midi Node de 8 slots	206
TABLA 8.2.- Cotización del MP Router 6560	207
TABLA 8.3.- Cotización del Modem Motorola	207

TABLA 8.4.- Cotización de un Servidor	208
TABLA 8.5.- Cotización de una Estación de Trabajo	208
TABLA 8.6.- Cotización de una Impresora	209
TABLA 8.7.- Cotización del cable de Fibra Optica	210
TABLA 8.8.- Cotización del Par de Cobre	211
TABLA 8.9.- Cotización del cable de datos	211
TABLA 8.10.- Cotización de la Instalación de los Equipos	212
TABLA 8.11.- Cotización de la Instalación de la Fibra Optica	213
TABLA 8.12.- Costos finales de instalación con Redundancia Fisica	214

## ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
MAPA 1.- Tendido de la fibra óptica. Sector Norte.	230
MAPA 2.- Tendido de la fibra óptica. Sector Norte.	231
MAPA 3.- Tendido de la fibra óptica. Sector Urdesa	232
MAPA 4.- Tendido de la fibra óptica. Sector Estero Salado.	233
MAPA 5.- Tendido de la fibra óptica. Sector Norte.	234
MAPA 6.- Tendido de la fibra óptica. Sector Aeropuerto.	235
MAPA 7.- Tendido de la fibra óptica. Sector Kennedy.	236
MAPA 8.- Tendido de la fibra óptica. Sector Centro.	237
MAPA 9.- Tendido de la fibra óptica. Sector Sur.	238
MAPA 10.- Tendido de la fibra óptica. Sector Sur.	239



## INTRODUCCIÓN

Basados en la necesidad de contar con un sistema de comunicaciones propio de una compañía, concibiendo redes privadas de enlace en la que los propietarios la manejen adecuadamente, observamos la necesidad de implementar redes de acceso para las diferentes agencias.

El objetivo principal del diseño que estamos presentando es la elaboración de un enlace de fibra óptica para comunicar los diferentes puntos del banco. Este sistema tiene proyección para ser aplicado no sólo con una plataforma SDLC, sino también, con las configuraciones adecuadas, manejar otro tipo de aplicaciones, tales como TCP/IP encapsulándolas en FRAME RELAY. Como veremos más adelante, el diseño es sumamente práctico, sencillo y con la tendencia que cualquier institución cuya finalidad sea la de comunicarse rápidamente pueda aplicarlo.

Notando que el país debe dejar el monopolio estatal en el campo de las telecomunicaciones concebimos el concepto de una nube de comunicaciones FRAME RELAY que permite manejar dinámicamente las aplicaciones de otros protocolos cuyos headers añaden retardo a la red. Al hacer uso de las ventajas de este protocolo de red de área amplia logramos adicionalmente aprovechar los recursos que la nueva tecnología ofrece y mostrar la interacción de equipos y software.

## **CAPITULO 1**

### **EL MEDIO DEL ENLACE FISICO Y EL MODELO OSI APLICADO AL DISEÑO**

#### **1.1. MODELO OSI DE TRANSMISION**

Las 7 capas del modelo OSI y sus funciones principales son:

- **Capa Fisica**

Transmisión de flujo de bits a través del medio. No existe estructura alguna. Maneja voltajes y pulsos eléctricos. Especifica cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión.

- **Capa Enlace de Datos**

Estructura el flujo de bits bajo un formato predefinido llamado trama. Para formar una trama, el nivel de enlace agrega una secuencia especial de bits al principio y al final del flujo inicial de datos.

Transfiere tramas de una forma confiable libre de errores (utiliza reconocimientos y retransmisión de tramas).

Provee control de flujo. Utiliza la técnica de "piggybacking".

- **Capa de Red (Nivel de paquetes)**

Divide los mensajes de la capa de transporte en paquetes y los ensambla al final.

Utiliza el nivel de enlace para el envío de paquetes: un paquete es encapsulado en una trama.

Enrutamiento de paquetes.

Envía los paquetes de nodo a nodo usando ya sea un circuito virtual o datagramas.

Control de Congestión.

#### • **Capa de Transporte**

Establece conexiones punto a punto sin errores para el envío de mensajes. Permite multiplexar una conexión punto a punto entre diferentes procesos del usuario (puntos extremos de una conexión).

Provee la función de difusión de mensajes (broadcast) a múltiples destinos.

Control de Flujo.

#### • **Capa de Sesión**

Permite a usuarios en diferentes máquinas establecer una sesión. Una sesión puede ser usada para efectuar un login a un sistema de tiempo compartido remoto, para transferir un archivo entre 2 máquinas, etc.

Controla el diálogo (quién habla, cuándo, cuánto tiempo, half duplex o full duplex).  
Función de sincronización.

#### • **Capa de Presentación**

Establece una sintaxis y semántica de la información transmitida.

Se define la estructura de los datos a transmitir (ej.: define los campos de un registro).

Nombre, dirección, teléfono, etc).

Define el código a usar para representar una cadena de caracteres (ASCII, EBCDIC, etc).

Compresión de datos.

Criptografía.

#### • **Capa de Aplicación.**

Transferencia de archivos (ftp).

Login remoto (rlogin, telnet).

Correo electrónico (mail).

Acceso a bases de datos, etc.

## **1.2. MEDIOS DE TRANSMISION**

El medio de transmisión, es probablemente la parte más crítica en el diseño de una red, especialmente cuando se trata de redes locales. Mientras que el conjunto de protocolos a utilizar suele estar determinado de antemano por factores externos, y permite por tanto poco margen de maniobra, en el medio físico de transmisión se dan generalmente varias posibilidades razonables.

Además las inversiones que se hacen en infraestructura suelen ser la parte más importante de la red y la más difícil de modificar más adelante. Por otro lado, este es un campo que evoluciona con mucha rapidez, y lo que hoy puede parecer adecuado quizá no lo sea dentro de dos años; para tomar una decisión acertada es necesario



hacer una estimación objetiva de las necesidades actuales y futuras, y una valoración adecuada de las tecnologías disponibles tomando en cuenta su relación costo/prestaciones.

Ahora profundizaremos en los diversos medios de transmisión utilizados actualmente.

### **1.2.1. CABLE COAXIAL**

El cable coaxial es otro medio de transmisión común. Tiene mejor apantallamiento que el par trenzado de cualquier tipo y categoría, por lo que puede llegar a distancias y velocidades mayores.

En transmisión de datos suelen usarse dos tipos de cable coaxial: el de 50 y el de 75 ohmios. El de 50 se utiliza en transmisión digital y se suele denominar cable coaxial de banda base; el cable de 75 ohmios se utiliza en transmisión analógica y se denomina cable coaxial de banda ancha; el término banda ancha tiene su origen en la transmisión telefónica, donde se utiliza para indicar cualquier canal con una anchura mayor de 4 KHz. El cable de 50 ohmios se utiliza en redes locales antiguas; el de 75 se emplea sobre todo en las redes de televisión por cable.

Un cable coaxial está formado por un núcleo de cobre rodeado de un material aislante; el aislante está cubierto por una pantalla de material conductor, que según el tipo de cable y su calidad puede estar formada por una o dos mallas de cobre, un papel de aluminio, o ambos. Este material de pantalla está recubierto a su vez por otra capa de material aislante.

Por su construcción el cable coaxial tiene una alta inmunidad frente al ruido, y puede llegar a tener anchos de banda considerables. En distancias de hasta 1 Km es factible llegar a velocidades de 1 ó 2 Gbps. El cable coaxial debe manipularse con cuidado ya que por ejemplo un golpe o doblez excesivo pueden producir una deformación en la malla que reduzca el alcance del cable.

### 1.2.2. FIBRA ÓPTICA

Recordemos que tanto el teorema de Nyquist como la ley de Shannon-Hartley establecen que la capacidad de un canal viene limitada por su ancho de banda, que a su vez está limitada por la frecuencia de la señal portadora. Así pues, si queremos aumentar la capacidad deberemos subir la frecuencia portadora; siguiendo por este camino llegamos a la luz visible. Sólo necesitamos tres elementos: un emisor, un medio de transmisión, y un detector. El emisor transmite un bit por baudio, es decir, tiene dos estados posibles: un pulso de luz representa un 1 y la ausencia de pulso un 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultrafina (de unas pocas micras de diámetro).

El detector genera un pulso eléctrico cuando recibe luz. La transmisión por fibra óptica siempre es simplex; para conseguir comunicación full-duplex es necesario instalar dos fibras, una para cada sentido.

Para conseguir que la luz que sale del emisor sea "capturada" por la fibra hasta su destino y no se pierda por difusión hacia el exterior se aprovecha una propiedad de las ondas conocida como reflexión, consistente en que cuando una onda pasa de un medio a otro es parcialmente reflejada hacia el primero (como si se tratara de un espejo); la proporción en que la onda se refleja depende de los índices de refracción de ambos medios (una propiedad física característica de cada material relacionada con la velocidad de la luz en ese medio) y del ángulo de incidencia, a mayor ángulo mayor reflexión (el ángulo se mide referido a una línea perpendicular a la superficie de separación de ambos medios); cuando la luz pasa de un medio con mayor índice de refracción a uno con menor índice existe un ángulo de incidencia, conocido como ángulo límite, por encima del cual la luz se refleja totalmente. Así, si el rayo de luz incide de forma suficientemente longitudinal en la fibra como para no superar el ángulo límite "rebotará" y quedará "atrapado" en la fibra, pudiendo así viajar grandes distancias sin apenas pérdidas. Si la fibra fuera un simple hilo de vidrio la superficie exterior actuaría como superficie de reflexión, aprovechando que el aire tiene un menor



índice de refracción que el vidrio, pero esto requeriría tener controlado el entorno exterior para asegurar que la fibra siempre está rodeada de aire, lo cual es casi imposible; en su lugar lo que se hace es utilizar dos fibras concéntricas, la interior con un índice de refracción mayor transporta la luz, y la exterior actúa como "jaula" para evitar que ésta escape.

Existen básicamente dos sistemas de transmisión de datos por fibras ópticas: los que utilizan LEDs (Light-Emitting Diode) y los que utilizan diodos láser. En los sistemas que utilizan LEDs la transmisión de un pulso de luz (equivalente a un bit) genera múltiples rayos de luz, pues se trata de luz normal no coherente; se dice que cada uno de estos rayos tiene un modo y a la fibra que se utiliza para transmitir luz de emisores LED se la denomina fibra multimodo. Las fibras se especifican indicando el diámetro de la fibra interior y exterior; las fibras multimodo típicas son de 50/100 y 62,5/125 micras (que significa diámetro interior de 62.5 micras y exterior de 125 micras).

Los diodos láser emiten luz coherente, hay un único rayo y la fibra se comporta como un guía-ondas; la luz se propaga a través de ella sin dispersión; la fibra utilizada para luz láser se llama fibra monomodo. Las fibras monomodo se utilizan para transmitir a grandes velocidades y/o a grandes distancias. La fibra interior (la que transmite la luz) en una fibra monomodo es de un diámetro muy pequeño, de 8 a 10 micras (del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la luz que transmite); una fibra monomodo típica es la de 8,1/125 micras.

Para la transmisión de luz por fibras ópticas se utilizan tres rangos de frecuencias, aquellos en los que las fibras muestran menor absorción (mayor "transparencia"). Son bandas situadas alrededor de 0,85, 1,30 y 1,55 micras, y se encuentran por tanto en la zona infrarroja del espectro (la parte visible está entre 0,4 y 0,7 micras); se conocen como primera, segunda y tercera ventana, respectivamente. La primera ventana tiene mayor atenuación y es poco utilizada. La segunda ventana, que tiene una anchura de 18 THz (THz = 1 TeraHertzio = 1000 GHz =  $10^{12}$  Hz), es la que más se utiliza. La tercera ventana tiene una anchura de 12,5 THz y es la que presenta menor atenuación y se utiliza en fibra monomodo cuando se quiere cubrir una gran distancia sin repetidores. Suponiendo una eficiencia de 1 bps/Hz la segunda y tercera ventanas



suministrarían un ancho de banda de 30 Tbps. El pico a 1,4 micras que separa ambas ventanas se debe a la presencia de cantidades residuales de agua en el vidrio. Es de esperar que la continua mejora de las técnicas de fabricación de fibras ópticas amplíe estas ventanas con lo que en el futuro se dispondrá de un ancho de banda aún mayor.

Para el mejor aprovechamiento, las fibras ópticas de largo alcance actualmente se utilizan varias longitudes de onda por fibra en cada una de estas ventanas, mediante lo que se conoce como multiplexación por división en longitud de onda de banda ancha (wideband WDM, Wavelength Division Multiplexing). Se espera que la WDM en banda estrecha permita extraer aún más capacidad de una sola fibra, pudiendo llegar a compartir una misma fibra varias empresas portadoras, cada una con uno o varios haces transportando la información a diferentes frecuencias. En una experiencia hecha en 1996 Fujitsu consiguió transmitir 55 canales (haces) independientes por una fibra monomodo a una distancia de 150 Km utilizando tercera ventana y 2 repetidores intermedios; cada canal tenía una anchura de 0,6 nm (equivalente a 75 GHz) y transportaba una señal de 20 Gbps, con lo que la capacidad total de la fibra era de 1,1 Tbps. Para poder utilizar WDM de banda estrecha el emisor debe ajustarse con mucha precisión, los amplificadores han de actuar sobre todo el rango de longitudes de onda de la manera más lineal posible, y en el lado receptor se ha de descomponer la señal en los canales originales, también de forma muy precisa.

Para la interconexión de fibras ópticas se utilizan tres sistemas: conectores, empalmes y soldaduras. Los conectores ofrecen máxima versatilidad pues pueden ser manipulados a voluntad por cualquier persona; sin embargo introducen una pérdida de la señal de un 10.

En una comunicación por fibra óptica el emisor transmite con una potencia constante y el receptor tiene una sensibilidad mínima para captar la señal de manera fiable. Dicha potencia y sensibilidad suelen medirse en una unidad llamada dBm, que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Potencia (dBm)} = 10 \log (P)$$

donde  $P$  es la potencia en milivatios. Así, un emisor con una potencia de 1 milivatio equivale a 0 dBm, con un microvatio a -30 dBm, y así sucesivamente.

Un emisor LED tiene una potencia típica entre -10 y -25 dBm, y uno láser entre 0 a -13 dBm. Por otro lado, la sensibilidad (potencia mínima que un receptor debe recibir para poder detectar la señal sin errores) es de -20 a -35 dBm en detectores LEDs y de -20 a -45 dBm en láser.

Cuando una señal viaja por una fibra se produce una atenuación debido a los empalmes y conectores, y a la absorción de la luz por la fibra; por ejemplo en la segunda ventana la pérdida es de aproximadamente 1 dB/Km en fibras multimodo y de 0,4 dB/Km en fibras monomodo. Al valor así obtenido se debe añadir 1,5 dB debido a otros factores como pérdidas por empalme y conectores. Con estos datos y sabiendo la longitud de fibra y el número de conectores y empalmes es posible calcular la pérdida de señal que se producirá en un trayecto determinado; si conocemos la potencia del emisor y la sensibilidad del receptor podremos calcular la distancia máxima a la que la señal llegará de manera fiable.

Por ejemplo, si utilizamos fibra multimodo, emisores LED de -15 dBm de potencia, y receptores de sensibilidad mínima de -25 dBm y tenemos dos parejas de conectores en el trayecto (0,5 dB cada una) podremos resistir una pérdida de 7,5 dB en la fibra, equivalente a una distancia de 7,5 Km. Conviene mencionar que esta sería la distancia máxima teórica; en la práctica se suele añadir un factor de seguridad a estos cálculos reduciendo los valores al menos en un 30%.

Cuando se transmite un pulso por una fibra multimodo los rayos se reflejan múltiples veces antes de llegar a su destino, con ángulos diversos (todos por encima del ángulo límite, pues de lo contrario se perderían) lo cual hace que la longitud del trayecto seguido por los rayos que forman el pulso no sea exactamente igual para todos ellos; esto produce un ensanchamiento del pulso recibido, conocido como dispersión, que limita la velocidad de transferencia, ya que el emisor no puede enviar los pulsos con la rapidez que en principio podría; la dispersión es función de dos factores: el ancho de banda y la longitud de la fibra, y se calcula como el producto de ambas magnitudes,

así por ejemplo una fibra de 2 Km que transmita a 155 Mbps (equivalente a 155 MHz) tendrá una dispersión de 310 MHz Km. Con las fibras, emisores y receptores actuales la dispersión máxima tolerable es de 500 MHz Km; por ejemplo, si se transmite con fibras multimodo a 622 Mbps (que es la velocidad máxima que suele utilizarse con este tipo de fibras) la distancia máxima que puede utilizarse viene limitada a 800 metros por el efecto de dispersión. A 155 Mbps esta distancia es de 3,2 Km, y a 100 Mbps de 5 Km. Es fácil comprender por que en distancias grandes se utiliza fibra monomodo.

Actualmente se esta trabajando en el desarrollo de pulsos con una forma especial de manera que los efectos de dispersión se cancelen mutuamente. Estos pulsos se llaman solitones.

A menudo los fabricantes dan cifras orientativas del alcance de sus equipos, como por ejemplo que la distancia máxima en fibra multimodo es de 2 Km o en monomodo de 15 a 30 Km. Estos valores suelen ser muy conservadores y no dar problemas, pero en casos que haya muchos conectores o empalmes, o que queramos superar las distancias que da el fabricante, deberemos proceder a hacer los cálculos detallados para asegurarnos que no superamos la atenuación máxima recomendable; para los cálculos deberemos conocer la potencia del emisor y la sensibilidad del receptor.

En redes locales, donde las distancias son pequeñas, se suele utilizar emisores LED y fibras multimodo, ya que son mas baratos que los láser, tienen una vida mas larga, son menos sensibles a los cambios de temperatura y son mas seguros. En cambio las compañías telefónicas, que normalmente necesitan largas distancias y altas velocidades, utilizan casi exclusivamente emisores láser y fibras monomodo.



### 1.2.3. PAR DE COBRE

Este es el medio de transmisión más común, consistente en un par de hilos de cobre aislados, de alrededor de 1 milímetro de diámetro. Un cable suele llevar varios hilos (típicamente 4 u 8) que normalmente están doblados dos a dos formando una doble (o cuádruple) hélice, como una molécula de ADN, por lo que se le suele denominar cable de pares trenzados (twisted pair). Esto se hace para minimizar la interferencia eléctrica que pueden recibir de fuentes próximas, como por ejemplo los pares vecinos, y la que pueden emitir al exterior. Los cables pueden o no estar apantallados.

El sistema telefónico se basa en el uso de este tipo de cable, tanto para la transmisión digital como analógica. El ancho de banda depende de múltiples factores: el grosor del cable, la distancia, el tipo de aislamiento, la densidad de vueltas o grado de trenzado, etc. Pueden llegar a transmitir con capacidades del orden de Mbps a varios kilómetros. Hoy en día todos los sistemas de red local pueden emplear este tipo de cable, que es junto con la fibra óptica el más utilizado. Debido a sus características es de esperar que siga siendo popular durante bastantes años.

Existen varios tipos de cables de pares trenzados que difieren fundamentalmente en la frecuencia máxima a la que pueden trabajar, que a su vez viene determinada principalmente por la densidad de vueltas y por el tipo de material aislante que recubre los pares. Estos tipos se conocen como categorías y son las siguientes:

Categoría	Frecuencia máxima (MHz)	Usos	Vueltas/metro
1	No se especifica	Telefonía, datos a corta distancia y baja velocidad	0
2	1	LANs de baja velocidad (1 Mbps)	0
3	16	LANs hasta 10 Mbps	10-16
4	20	LANs hasta 16 Mbps	16-26
5	100	LANs hasta 100 Mbps, ATM 1555 Mbps	26-33

**TABLA 1.1.- Características de los cables de acuerdo a su categoría**

Actualmente en instalaciones de datos nuevas se utiliza casi exclusivamente cable categoría 5 ya que el costo es sólo ligeramente mayor y sus prestaciones son muy superiores (tégase en cuenta que en el costo total de una instalación el cable es sólo una parte). Conviene mencionar que la clasificación en categorías, además de aplicarse a un cable aislado se aplica a instalaciones ya hechas; a menudo sucede que una instalación hecha con cable categoría 5 no puede funcionar a 100 MHz debido a que el operador no ha puesto suficiente cuidado en la instalación: errores comunes son por ejemplo destrenzar una longitud excesiva en los conectores, apretar demasiado las bridas o doblar excesivamente el cable. A veces una instalación hecha con cable categoría 5 es utilizada inicialmente con redes de 10 Mbps y funciona perfectamente, pero deja de funcionar cuando más tarde se utiliza el mismo cableado para montar una red de 100 Mbps, que explota realmente al límite las posibilidades del cableado instalado.

Además de la categoría los cables difieren también por el tipo de apantallamiento. El más habitual en redes locales no lleva apantallamiento de ningún tipo más allá del que proporciona el hecho de tener los pares trenzados; este se conoce como cable UTP (Unshielded Twisted Pair). Existe también cable en el que los pares llevan una pantalla de hilos de cobre formando una malla, llamado STP (Shielded Twisted Pair); este cable es bastante voluminoso debido a la pantalla, lo cual lo encarece y aumenta el costo de instalación, por lo que existe una variante más barata en la que la pantalla esta formada por papel de aluminio en vez de por malla de cobre, con lo que se consigue reducir considerablemente el precio y el diámetro (parámetro que determina en buena medida el costo de instalación); a este cable se le conoce como FTP (Foil Twisted Pair) o también ScTP (Screened Twisted Pair).

Existe una fuerte polémica sobre si es mejor utilizar en redes locales el cable sin apantallar (UTP) o apantallado (STP o FTP). En grandes distancias se usa mas el cable apantallado ya que tiene menor atenuación. Según los equipos de transmisión que se utilicen, la velocidad que puede obtenerse de un par trenzado puede variar considerablemente, desde unos pocos Kbps hasta varios Mbps.

La característica principal de un cable desde el punto de vista de transmisión de datos es su atenuación. La atenuación se produce por la pérdida de energía radiada al ambiente, por lo que cuanto más apantallado está un cable menor es esta; el cable UTP de categoría más alta tiene menor atenuación, ya que el mayor número de vueltas le da un mayor apantallamiento, y menor atenuación tiene el cable STP o el cable coaxial. Por otro lado la atenuación depende de la frecuencia de la señal transmitida, a mayor frecuencia, mayor atenuación cualquiera que sea el tipo de cable. La siguiente tabla muestra a título de ejemplo la atenuación de varios tipos de cable a diferentes frecuencias:

Frecuencia (MHz)	UTP Categoría 3	UTP Categoría 5	STP
1	2,6	2,0	1,1
4	5,6	4,1	2,2
16	13,1	8,2	4,4
25		10,4	6,2
100		22,0	21,4

**TABLA 1.2.- Atenuación (en dB/100m) de distintos tipos de cable a diferentes frecuencias**

Cabría pensar en la posibilidad de utilizar un cable por encima de la frecuencia a la que está especificado; por ejemplo el cable categoría 3 podría transportar una señal a 100 MHz sin más que poner amplificadores cada cierto tramo (o repetidores si la señal se transmite de forma digital).

Independientemente del costo que esto supondría, no es posible transmitir una señal con una atenuación muy fuerte, ya que la cantidad de energía electromagnética emitida al ambiente infringiría las normativas relativas a interferencia del espectro radioeléctrico.



### 1.3. COMPARACIÓN DE FIBRA ÓPTICA Y CABLE DE COBRE

A menudo en el diseño del cableado de una red local es necesario elegir entre fibra óptica o cable de cobre, ya que la mayoría de los sistemas de red local admiten el uso de ambos medios. En la mayoría de los casos las únicas opciones que vale la pena considerar son el cableado de cobre UTP categoría 5 y la fibra óptica multimodo 62,5/125 (salvo que por distancia tuviéramos que usar fibra monomodo); el cable de cobre permite llegar a 155 Mbps hasta 100m y la fibra a 622 Mbps hasta 800 m, o 155 Mbps hasta 3 Km. Así pues, si la distancia a cubrir es superior a 100 metros es preciso usar fibra. Además se recomienda utilizar fibra cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

El cableado une edificios diferentes; en este caso el uso de cable de cobre podría causar problemas debido a posibles diferencias de potencial entre las tierras de los edificios que podrían provocar corrientes inducidas en el cable.

Se prevé pasar a velocidades superiores a 155 Mbps más adelante; si la distancia es superior a 500-800 metros se debería además considerar la posibilidad de instalar fibra monomodo.

Se desea máxima seguridad en la red (el cobre es más fácil de interceptar que la fibra). Se atraviesan atmósferas que pueden resultar corrosivos para los metales Se sospecha que puede haber problemas de interferencia eléctrica por proximidad de motores, luces fluorescentes, o equipos de alta tensión (por ejemplo, equipos de laboratorio).

Cuando no se requiere fibra es recomendable utilizar cobre, ya que es más barato el material, la instalación y las interfaces de conexión de los equipos; además es más fácil realizar modificaciones en los paneles de conexión, empalmes, etc.

No obstante al diseñar una nueva instalación es importante prever futuras modificaciones ampliaciones que se puedan producir y que requieran el uso de un cableado diferente.



En general en una instalación grande se utiliza fibra para los tendidos principales (uniones entre edificios y probablemente distribución por plantas dentro del edificio) y cobre para la distribución de red a los despachos.

## **CAPITULO 2**

### **PROTOCOLOS UTILIZADOS EN LA TRANSMISION EN NUESTRO DISEÑO. SDLC Y FRAME RELAY**

#### **2.1. ARQUITECTURA SNA**

SNA (System Network Architecture) o Arquitectura de Sistemas de Red, que fue propuesta por IBM, es una descripción completa de las estructuras lógicas, formatos, protocolos y secuencias de operaciones usadas para transmitir unidades de información a través de un sistema de comunicaciones. Presenta una estructura jerárquica, donde las funciones centrales corren en un sistema llamado Host (anfitrión). Para SNA existe una distinción entre la estructura física, lógica y funcional de la red. La estructura física determina el tipo de nodos, los enlaces de comunicaciones entre nodos interconectados directamente y la tecnología usada para transmitir mensajes de nodo a nodo a través de la red. La estructura lógica implica los componentes distribuidos sobre la red que pueden comunicarse entre los nodos. La estructura funcional describe protocolos y su orden jerárquico y funciones.

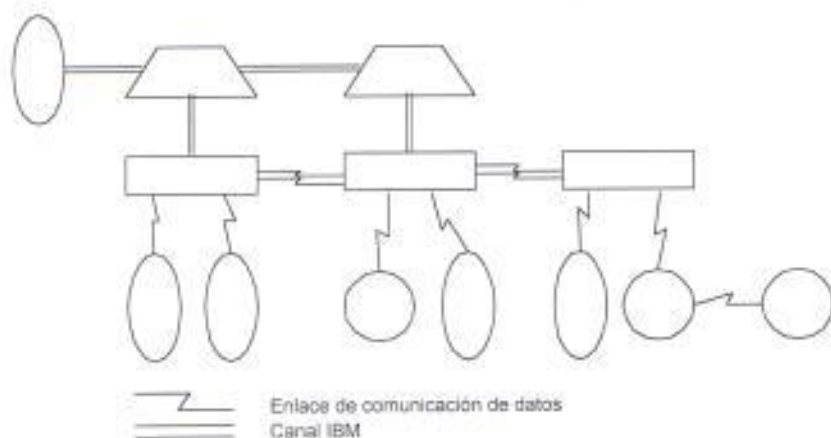
#### **2.1.1. ESTRUCTURA FÍSICA DE UNA RED SNA**

##### **2.1.1.1 TIPO DE NODOS**

SNA clasifica los sistemas unidos a la red de acuerdo con un esquema jerárquico:

- Nodos Subárea
  - Nodos Subárea Host (tipo 5)
  - Nodos Subárea Controladores de Comunicaciones (CUCNs) (tipo 4)

- Nodos Periféricos
  - Nodos Controladores de Racimo (CCNs) (tipos 2.0 y 2.1)
  - Nodos Terminales (TNs) (tipo 1)



**FIG. 2.1.- Tipos de Nodos en una Red SNA**

Tipo de Nodo	Descripción	Símbolo
5	Nodo subárea tipo Host	
4	Nodo Controlador de Comunicaciones	
2.1	Nodo Periférico	
2.0	Nodo Periférico	

**TABLA 2.1.- Descripción de los símbolos usados en la figura 2.1**

Los Nodos Host (tipo 5) a menudo llamados Mainframes son sistemas de procesamiento de datos en general que llevan a cabo las funciones centrales en una red SNA. Manejan sistemas operativos complejos que son responsables de la administración del CPU (Unidad Central de Proceso) y la memoria virtual. Para las

operaciones de entrada y salida, los sistemas Host utilizan los llamados Métodos de Acceso, los cuales son usados para operaciones I/O en el medio secundario de almacenamiento y en los periféricos de comunicaciones. Para el acceso a telecomunicaciones existe en SNA el VTAM o Método de Acceso Virtual de Telecomunicaciones.

Los controladores de comunicaciones (tipo 4) llamados también FEP (Front End Processors) implementan la interface entre el sistema Host y la red. Los controladores de Racimo (tipos 2.0 o 2.1) sirven como nodos periféricos en SNA para la conexión de dispositivos terminales. Existen sistemas Subhost, como el AS/400 (nodo tipo 2.1) que, por una parte opera su propia subred en donde toma algunas de las funciones de un nodo tipo 4/5 y por otra parte sólo tiene la funcionalidad de un nodo periférico. Los nodos tipo 2.1 pueden ser interconectados sin la intervención de un sistema Host. Finalmente los nodos terminales (tipo 1) son usados como dispositivos terminales y tienen funciones limitadas en una red SNA (impresoras, despliegue de video).

#### **2.1.1.2. CONEXIÓN DE RUTAS**

Como las redes SNA fueron originalmente concebidas como WANs, distinguen entre enlaces locales y remotos. Los Canales IBM /370 implementan enlaces locales y son usados para unir a Sistemas Host y Controladores de Comunicaciones; y a Sistemas Host y Controladores de Racimo locales. Los enlaces remotos son implementados por SDLC (Control de Enlace de Datos Sincrónico); si se utilizan redes públicas de datos se pueden usar protocolos como X.25 y QLLC (Qualified Logical Link Control). Los enlaces remotos son usados como rutas de comunicación entre Controladores de Comunicación y Controladores de Racimo; y entre nodos tipo 2.1. Otra tecnología empleada para enlazar nodos es la Token Ring para redes de área local.

### 2.1.1.3. DOMINIOS Y SUBÁREAS

Una subárea consiste de un nodo subárea tipo 4 o tipo 5 junto a los nodos periféricos asignados a dichos nodos subárea. Todos los recursos manejados por un sistema Host forman su dominio.

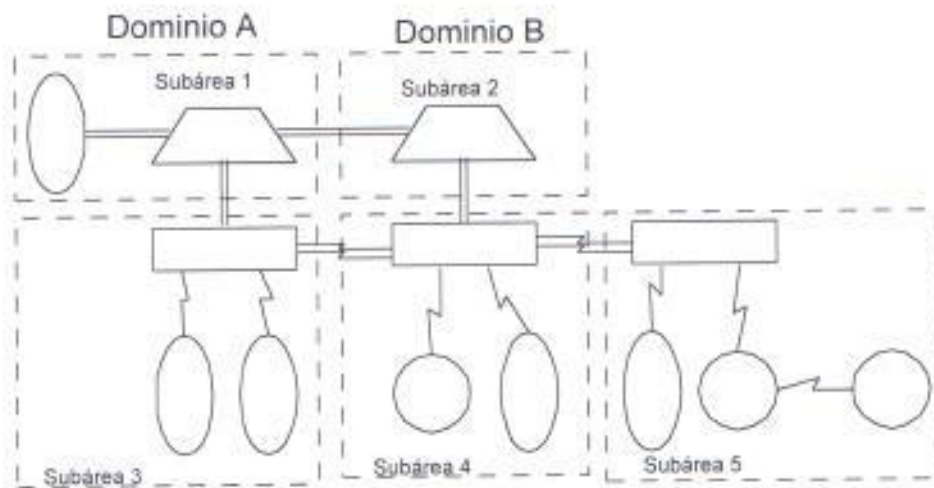


FIG. 2.2.- Dominios y Subáreas en una red SNA

### 2.1.2. LA ESTRUCTURA LÓGICA DEL SNA

#### 2.1.2.1. UNIDADES DIRECCIONABLES DE RED (NAUS)

NAUs son las unidades que originan flujos de datos o los puntos de destino de tales flujos. Existen 3 diferentes tipos de NAUs:

##### 1. Puntos de Control (CPs)

- SSCP (System Services Control Point)

Administración y Control de la red para un dominio

Establecimiento y liberación de enlaces físicos y lógicos dentro de un dominio



### Administración del dominio

Detección y recuperación de errores del sistema dentro del dominio

El SSCP es un conjunto de componentes SNA que actúa como el cerebro de control de toda la red o una parte de ella (dominio). Interactúa con los operadores de red, de quienes recibe comando y a quienes envía respuesta.

- PUCP (Physical Unit Control Point)
  - Sus funciones son un subconjunto de las del SSCP
- PNCP (Peripheral Node Control Point)
  - Función alternativa del SSCP en nodos tipo 2.1
  - Sus funciones son un subconjunto de las del SSCP

### 2. Unidades Físicas (PUs)

Monitoreo de enlaces SNA

Establecimiento y liberación de rutas y enlaces SNA

Soporte para el SSCP en la administración de la red

La unidad física representa las propiedades físicas que tiene el nodo respecto a la red. Una unidad física no es un dispositivo físico, sino que es un conjunto de componentes SNA que provee servicios usados para controlar enlaces, terminales, controladores y procesadores en la red. Cada procesador, controlador o terminal tiene una unidad física que es la representación de ese dispositivo en la red.

### 3. Unidades Lógicas (LUs)

Interfaces de red SNA para el usuario final

Control de las actividades del usuario final

Envío y Recepción de los datos del usuario final

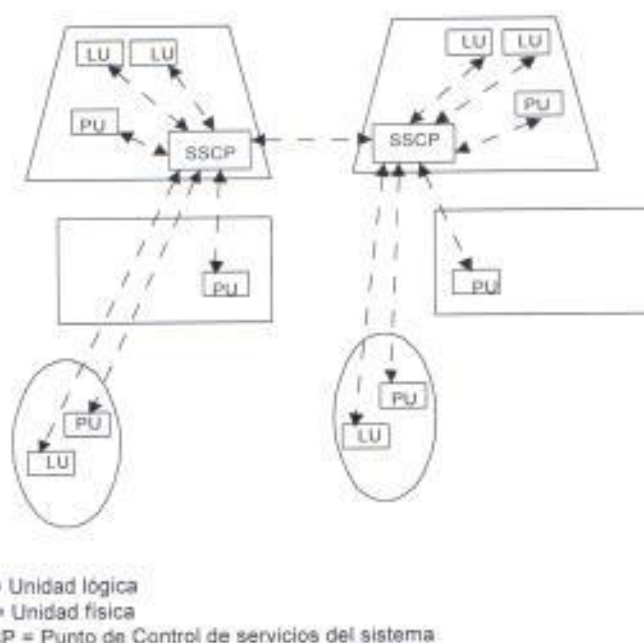
Establecimiento y liberación de los enlaces lógicos

La unidad lógica es una pieza de software (programa o microcódigo) que permite que un usuario se conecte a la red para usar sus servicios y envíe y reciba datos por la red. Cada usuario está representado por una LU en SNA, y una LU puede representar a varios usuarios.

### 2.1.2.2. SESIONES

Una sesión es un enlace lógico por un periodo de tiempo entre dos NAUs para el intercambio de mensajes. Las siguientes sesiones son posibles entre NAUs:

- SSCP-SSCP: Coordinación de enlaces entre dominios
- SSCP-PU: Administración, supervisión y control de nodos de red
- SSCP-LU: Administración, supervisión y control de los usuarios finales de red
- LU-LU: Supervisión y control de la comunicación entre usuarios finales



**FIG. 2.3.- Sesiones SSCP**

### 2.1.2.3. DIRECCIONAMIENTO SNA

Los objetos que se pueden direccionar en una red SNA son los NAUs y los enlaces. Siempre se identifica al objeto que origina los datos y al objeto de destino mediante las direcciones. SNA incluye los siguientes tipos de direcciones:

- Direcciones de Red
- Direcciones Locales o Índices de Sesión
- Nombres de Red

Las direcciones de Red son usadas para la identificación única de un objeto direccionable en una red SNA. Las direcciones son usadas en mensajes desde un nodo subárea a otro nodo subárea. Una dirección de red consiste de los siguientes dos componentes:

- Dirección de la Subárea: Identifica la subárea de una red SNA
- Dirección del Elemento: Identifica el objeto dentro de la subárea en cuestión

La dirección Local es usada dentro de una subárea para enlaces entre nodos subárea (o sea entre un host y un controlador de comunicaciones; y entre un controlador de Racimos y un terminal). La conversión de direcciones de red y direcciones locales se lleva a cabo mediante un elemento lógico llamado Funciones de Frontera en un controlador de comunicaciones. Finalmente los Nombres de red son identificadores simbólicos que se dan para los NAUs y los enlaces.

### **2.1.3. ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL SNA**

Para la estructura funcional del SNA se especifican 7 capas o niveles. Cada capa realiza funciones que sirven a la capa inmediatamente superior. La capa de Control Físico es responsable por la transmisión física entre dos nodos. La capa de Control de Enlace de Datos es responsable de la detección y corrección de errores; control del enlace entre dos o más nodos. El Control de Encaminamiento realiza lo siguiente:

- Combina varios enlaces SNA entre nodos en un Grupo de Transmisión (TG)

- De acuerdo a las propiedades del enlace SNA, puede dividir los mensajes lógicos en segmentos individuales o combinar varios mensajes lógicos en una unidad de transporte.
- Define pares de rutas físicas unidireccionales (rutas explícitas y rutas reversas explícitas) a través de una red SNA, desde nodos subárea a nodos subárea.
- Controla el procedimiento de multiplexación dentro de los grupos de transmisión.
- Crea rutas de mensajes lógicos a través de la red (rutas virtuales) disponibles a la capa inmediatamente superior.
- Administra las trayectorias entre nodos subárea y nodos periféricos (extensión de ruta).

El Control de Transmisión usa las rutas virtuales y las extensiones de rutas y asigna los caminos a las sesiones entre NAUs. Se encarga del establecimiento de las sesiones; administra las sesiones activas y controla los conjuntos de datos dentro de las sesiones. El Control de Flujo de Datos es responsable por la sincronización en el flujo de mensajes dentro de una sesión. Los Servicios de Presentación se encargan de la sintaxis de los datos. Los Servicios de Transacción sirven al usuario final. La TABLA 2.2 muestra las 7 capas para la arquitectura SNA.

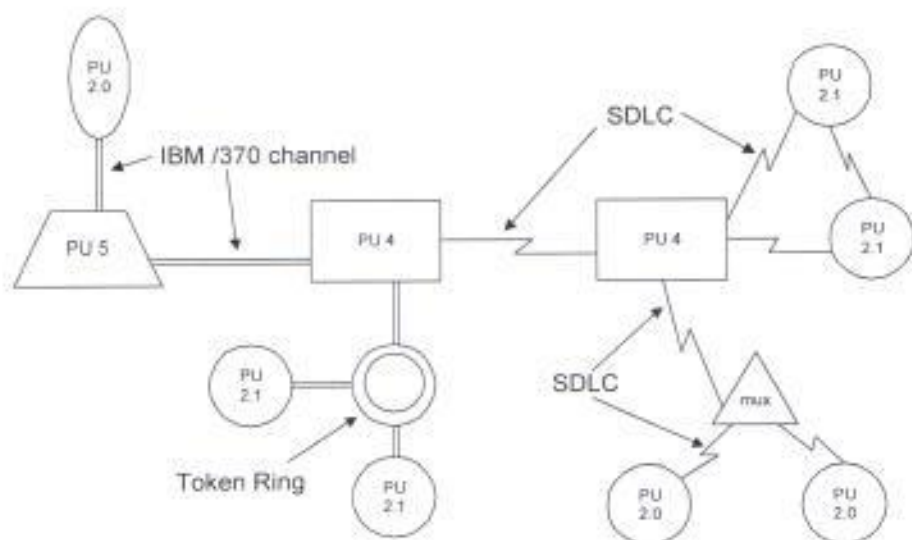
Capa	Función
Servicios de Transacción	Intercambio de documentos, Servicios de distribución SNA
Servicios de Presentación	Formato para distinto tipo de medios, Compartimiento de recursos
Control de Flujo de Datos	Sincronización flujo de datos, Combinación de mensajes
Control de Transmisión	Establecimiento y administración de sesión
Control de Encaminamiento	Conmutación de mensajes sobre rutas Desde una fuente hasta un destino, Ruteo
Control de Enlace de Datos	Transmisión de datos entre nodos, Reducción de errores de transmisión
Control Físico	Enlace físico entre dos nodos

**TABLA 2.2.- Estructura de Capas de SNA**



#### 2.1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS DOS PRIMERAS CAPAS DE TRANSMISIÓN

- Control Físico
- Control de Enlace de Datos



**FIG. 2.4.- Enlaces de datos entre nodos SNA**

El Control Físico (PHY) es responsable de la conexión física entre dos nodos. Las reglas se aplican a la interface entre DTE (Data Terminal Equipment) y DCE (Data Circuit-Terminating Equipment). El Control de Enlace de Datos (DLC) actúa sobre el enlace de comunicaciones entre dos nodos (usualmente de DTE a DTE). En la FIGURA se ilustra un ejemplo de configuraciones. El Control de Encaminamiento, es responsable del camino de nodo a nodo así como de toda la trayectoria de la información desde el nodo fuente hasta el nodo destino. En esta capa hay dos protocolos: Control de Encaminamiento de Subárea (PC) y Control de Encaminamiento Periférico (pc) que son usados dependiendo si el enlace es entre dos nodos subárea o entre un nodo periférico y un nodo subárea. La trayectoria entre un nodo subárea



fuente hacia un nodo subárea destino es llamada Ruta (route), el término Ruta Explícita (explicit route) se refiere al camino físico y el término Ruta Virtual (virtual route) se refiere al camino lógico. El término Extensión de Ruta significa un camino desde o hacia un nodo periférico.

#### 2.1.4.1. CAPA 1: CONTROL FÍSICO

La capa de control Físico especifica los detalles de la interface necesaria para la transmisión física. La tarea del protocolo de control físico es la de controlar y supervisar el flujo de datos en la interface. Para redes de área extensa existen interfaces como V.24, V.35 y X.21. Para la transmisión local en redes SNA existe el canal IBM System /370. Los principios de las interfaces se muestran en la figura 2.5.

Del lado del DTE, el DCE es manejado por señales de control. Este puede responder a las señales de control, con señales de indicación; este proceso se denomina "Hardware Handshake". Las señales de datos son usadas para la transferencia de unidades de información (bits) desde el DTE al DCE y viceversa. Se necesita además un elemento de sincronización o señal de reloj que sirve para encontrar el centro del patrón de bits. El circuito de retorno sirve como referencia eléctrica de las otras señales.



**FIG. 2.5.- La interface física**

### 2.1.4.1.1. INTERFACE V.24

V.24 es la interface más común; equivale a los estándares RS 232 y DIN 66020. V.28 y el ISO 2110 especifican algunas propiedades de la interface V.24, que incluyen:

- Propiedades mecánicas tales como la estructura del conector, el pin-out, la velocidad.
- Propiedades eléctricas que especifican el tipo de transmisión y las características de la portadora de datos.
- Propiedades funcionales que especifican las funciones de las señales de datos, control, señalización, reloj y circuitos de tierra, así como su comportamiento en el tiempo.

En la figura 2.6 se muestra el proceso que debe seguirse para transmitir datos. Por ejemplo para conexión conmutada usando la red telefónica y un módem se siguen los siguientes pasos:

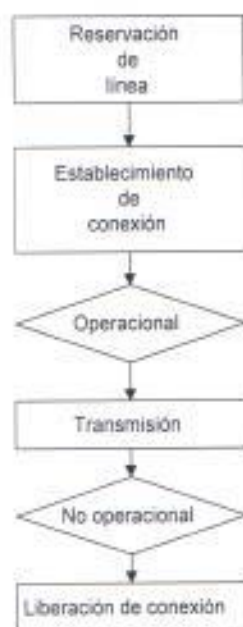
- Levantar el auricular y esperar a que el tono de marcado sea detectado
- Marcar el número telefónico requerido
- Cuando se escucha el tono de timbrado, la conexión está libre y el número está timbrando
- Cuando el tono de datos es detectado la señal DTE DTR (data terminal ready) es convertida en el DCE DSR (data set ready) indicando que el DCE está listo.

En la fase de transmisión se utilizan las siguientes señales de la interface:

- Señales de control:  
RTS (request to send): Petición para enviar
- Señales de indicación:  
CTS (clear to send)  
DCD (data carrier detect)
- Señales de datos

TD (transmit data): transmitir datos

RD (receive data): recibir datos



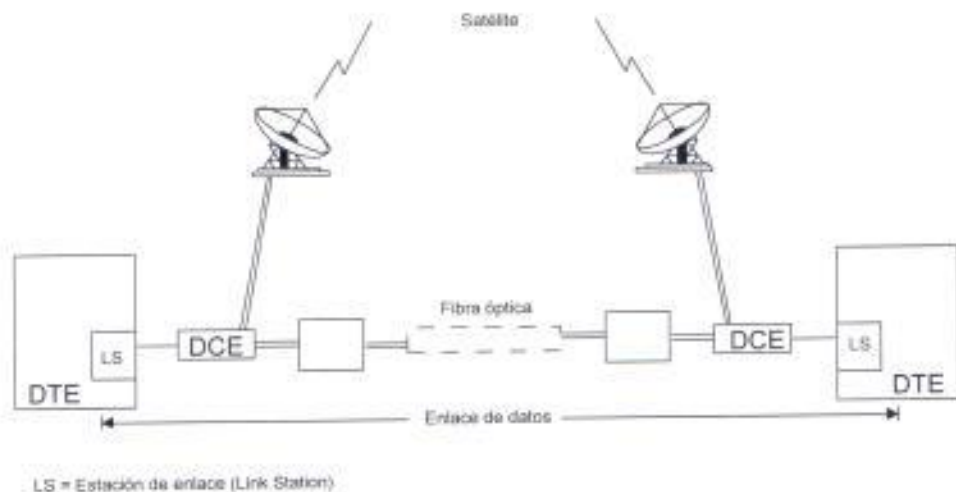
**FIG. 2.6.- Fases temporales de transmisión para V.24**

#### **2.1.4.2. CAPA 2: CONTROL DE ENLACE DE DATOS**

La capa de Control de Enlace de datos (DLC) se encarga de establecer un enlace de datos seguro entre dos nodos SNA, y opera el enlace de comunicaciones. En SNA los protocolos estándares para control de enlace de datos son SDLC (Synchronous Data Link Control), Token Ring y el Canal System /370. Describiremos el SDLC ya que es el protocolo que se usa en nuestra implementación.

Una estación consiste de hardware y software. Opera un enlace de datos desde un nodo SNA a otro. La estación primaria controla la transferencia de datos sobre dicho enlace usando procedimientos y comandos. La transmisión de datos siempre es iniciada por una estación primaria; la cual puede transmitir datos a una o más

estaciones secundarias; los datos también pueden ser transmitidos desde una estación secundaria a un primaria, solo cuando son pedidos por la estación primaria. Cada enlace que sale de un nodo SNA está asociado con exactamente una estación la cual depende del tipo de nodo y la configuración de la red. Por ejemplo en redes SNA orientadas a mainframes, un nodo tipo 2.0 siempre contiene solo una estación secundaria, mientras que un nodo tipo 4 contiene varios tipos de estaciones. Siempre hay un tipo de estación primaria para un enlace de datos a un nodo periférico y una estación secundaria a un nodo tipo 5. En el caso de enlace de datos entre dos nodos tipo 4 el tipo de estación es negociado en el momento de activación del enlace, o por configuración.



**FIG. 2.7.- Enlaces SDLC**

#### 2.1.4.2.1. SDLC

SDLC significa Control de Enlace de Datos Sincrónicos (Synchronous Data Link Control). Es un protocolo de enlace de datos orientado a bits y no balanceado. Fue diseñado para permitir un intercambio confiable de información sobre un medio de comunicación entre dos dispositivos SNA. El protocolo sincroniza al receptor y a transmisor y detecta errores de transmisión.



### 2.1.4.2.2. FORMATO DEL BLOQUE O FRAME

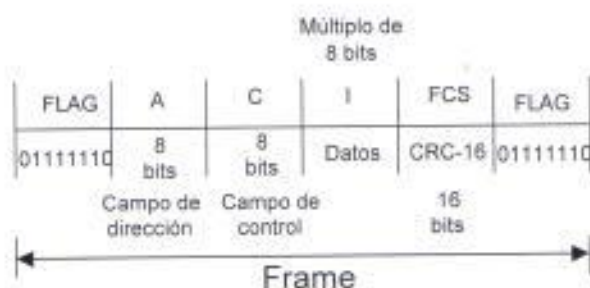


FIG. 2.8.- Estructura de un frame SDLC

SDLC transmite información en bloques de bits llamados "frames". El principio y el final de un frame están delimitado por un patrón de bits llamado "flag". Este patrón es:

0111 1110

Si un patrón de bits que no es un flag es seguido por un flag comenzará un nuevo frame con dicho flag. El siguiente flag que se encuentre indicará el final del frame, asimismo dicho flag puede ser usado como el comienzo de un nuevo frame. Se supone que el patrón usado para delimitar las fronteras de un frame (flag) no debe aparecer dentro del frame. Para garantizar esto se utiliza una técnica llamada "bit stuffing", la cual consiste en insertar un cero, después del inicio de un frame, siempre y cuando se encuentren cinco unos consecutivos; este cero es eliminado después en la recepción. Adicionalmente al flag, existen otros patrones de bits que pueden contener cinco unos consecutivos:

- Go Ahead (0111 1111). Usado en casos especiales
- Abort (más de siete unos consecutivos). Se usa para abortar el enlace cuando una condición anómala ha ocurrido. El frame que se estaba recibiendo es desechado por el receptor.



- Idle (más de 15 unos consecutivos). Muestra que la estación está en estado de descanso (No hay transmisión de datos).

#### 2.1.4.2.3. SINCRONIZACIÓN Y CÓDIGO DE LÍNEA

La sincronización del bloque de información o frame es llevada a cabo por señales de reloj, que usualmente pueden ser obtenidos por las señales de reloj dados por el DCE (Transmit clock, Receive clock). Para velocidades conocidas se utiliza otro procedimiento que permite obtener el reloj directamente del flujo de bits que se envía. Se utiliza el código de línea NRZI (Non Return to Zero Inverted) el cual consiste en mantener un nivel de codificación (alto o bajo) después de cada 1 y alterar dicho nivel después de cada cero. Puesto que se ha utilizado bit stuffing no existe la posibilidad de una pérdida del reloj cuando se presentan largas cadenas de unos ya que no pueden existir más de 5 unos consecutivos dentro de un frame.



FIG. 2.9.- Codificación NRZI

#### 2.1.4.2.4. DETECCIÓN DE ERRORES

La detección de errores en la transmisión se lleva a cabo usando un método de chequeo de 16 bits, llamado FCS (Frame Checking Sequence). Este FCS y el flag que le sigue forma lo que se conoce como LT (Link Trailer).

Se utiliza Revisión de Redundancia Cíclica (CRC) usando un generador polinomial:  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ . En la recepción se compara el chequeo transmitido con el que es determinado en la recepción; si no concuerdan, se determina que existieron errores en la transmisión.



**FIG. 2.10.- Area cubierta por el FCS**

#### 2.1.4.2.5. CAMPO DE DIRECCIÓN

Este campo es de un byte de longitud, permite un rango de 256 direcciones. Las siguientes direcciones no son permitidas en una estación secundaria:

- Dirección de "No Estación" (0000 0000)
- Dirección de "Todas las Estaciones"

La dirección de No Estación es usada en configuraciones de anillo en SDLC para revisar la operación del anillo. La estación primaria envía un frame espacial con esta dirección. Toda estación secundaria que recibe un frame con esta dirección lo deja pasar a la siguiente estación.

La dirección de Todas las Estaciones provee un medio para encaminar a todas las estaciones secundarias. Puede ser usada en broadcast en configuración multipunto. En SDLC cada enlace de transmisión debe tener una estación primaria y al menos una estación secundaria. La estación primaria es responsable de la operación y la secundaria solo puede enviar bloques cuando se lo pide la estación primaria. El enlace puede operar en modo Dúplex y en Semi-Dúplex.

### 2.1.4.2.6. CAMPO DE CONTROL

El campo de Control se muestra en la figura 2.11. El Bit 0 del campo de control es usado para distinguir entre frames de información (I-frames) y frames de control que realizan funciones del protocolo SDLC; estos pueden ser a su vez frames de supervisión y frames no numerados. Los frames de Supervisión (S-frames) controlan el flujo de datos sobre el enlace de comunicaciones activo. Los frames No Numerados (U-frames) realizan funciones como la activación o desactivación del enlace de comunicación y otras funciones independientes del enlace.

Existe un bit llamado P/F (poll /final). En los frames que van de una estación primaria a una estación secundaria (comandos) este bit se llama "poll". En la transmisión semi-dúplex, el bit poll activado pide a la estación secundaria que envíe. En modo dúplex, el bit poll activado se usa para sincronizar el reconocimiento.

	7	6	5	4	3	2	1	0
I-frames	N(R)		P/F		N(S)		0	
S-frames	N(R)		P/F		*	*	0	1
U-frames	*	*	*	P/F	*	*	1	1

**FIG. 2.11.- Estructura del Campo de Control**

En los frames que van de una estación secundaria a una estación primaria (respuestas) el bit P/F se llama "final". Es activado en el último de una serie de frames consecutivos y es un indicador de final. En el modo semi-dúplex este bit cancela la autorización de una estación secundaria para enviar. En el modo dúplex la estación secundaria activa el bit F para reconocer que recibió frames de información hasta el último que tenía el bit P activado.

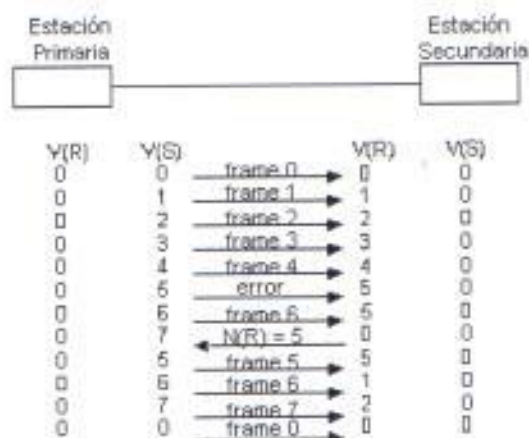


FIG. 2.12.- Ejemplo del uso de los números de secuencia

$N(S)$  y  $N(R)$  indican el contenido de las variables de estado de envío y de recepción en el tiempo en que se envían. Las variables de envío y recepción  $V(S)$  y  $V(R)$  son contadores que se encuentran en las estaciones primarias y secundarias. El contador de envío es incrementado después que un I-frame correcto ha dejado la estación. El valor actual del contador de envío es puesto en  $N(S)$ . El contador de recepción contiene el número del próximo I-frame esperado por la estación paralela y es incrementado en la recepción de un I-frame correcto. Normalmente los campos de  $N(S)$  y  $N(R)$  están en modulo 8 (3 bits) permitiendo el reconocimiento de hasta 7 frames consecutivos. También puede usarse modulo 128 (7 bits).

#### 2.1.4.2.7. MODOS DE OPERACIÓN

Los siguientes modos de operación o estados son usados en SDLC:

**Modo de inicialización (IM).** Este modo es usado en la fase de inicialización del enlace. Las estaciones pueden enviar o recibir frames no numerados los cuales si pueden contener datos. En este modo la estación puede procesar comandos de conmutación de modo.



**Modo Normal de Respuesta (NRM).** En este modo la estación secundaria puede intercambiar I-frames con al estación primaria y los frames de supervisión que controlan en flujo de datos.

**Modo Normal de Desconexión (NDM).** En este modo la estación secundaria está lista para recibir comandos (tales como autorización para enviar) desde la estación primaria.

#### 2.1.4.2.8. CONTROL DE FLUJO

El control de flujo de datos se realiza por medio de 3 comandos en los frames de supervisión:

**Receive Ready (RR).** Las estaciones usan el RR para indicar que están listas para recibir los siguientes I-frames. Al mismo tiempo se realiza el reconocimiento usando el N(R) recibido.

**Receive Not Ready (RNR).** RNR es usado para reconocimiento pero le indica a la otra estación que no envíe más I-frames. Esto se conoce como una condición de ocupado, que puede ser cancelada con el envío de un RR.

**Reject (REJ).** Las estaciones usan el REJ para pedir a la otra estación la transmisión de I-frames comenzado con el último N(R).

#### 2.1.4.2.9. COMANDOS Y RESPUESTA EN FRAMES NO NUMERADOS

- **Establecer Modo Normal de Respuesta (SNRM).** La estación primaria usa el comando SNRM para pedir a la estación secundaria que conmute al NRM y lleve a cabo las operaciones necesarias tales como la inicialización de los contadores de envío y recepción.

- **Desconectar (DISC).** La estación primaria usa el comando DISC para pedir a la estación secundaria que conmute al modo NDM.
- **Establecer Modo de Inicialización (SIM).** La estación primaria usa el SIM para pedir a la estación secundaria que conmute al modo IM.
- **Reconocimiento No Numerado (UA).** La estación secundaria usa esta respuesta para reconocer la ejecución de un comando SNRM, DISC o SIM.
- **Modo de Desconexión (DM).** La estación secundaria usa la respuesta DM para decir que se encuentra en el modo NDM.
- **Pedir Modo de Inicialización (RIM).** La estación secundaria usa la respuesta RIM para pedir que sea conmutada al modo IM.
- **Pedir Desconexión (RD).** La respuesta RD pide la liberación de la conexión en la fase de establecimiento.
- **Intercambio de Identificación de Estación (XID).** XID puede ser usado como una respuesta o comando para intercambiar las identificaciones de las estaciones sobre una conexión conmutada o para el intercambio de parámetros para enlaces de nodos Tipo 4 – Tipo 4 o Tipo 2.1 – Tipo 2.1.
- **Información No Numerada (UI).** UI puede ser un comando o una respuesta, y es usado para transportar información entre estaciones cuando el enlace de comunicaciones no está en el modo NRM.
- **TEST.** Comando de test que contiene patrones de bits usados para realizar pruebas en la estación secundaria.
- **Rechazo del Frame (FRMR).** La respuesta FRMR es usada para manejar errores lógicos a nivel SDLC. Después de que el FRMR es enviado, el enlace debe ser reactivado.

#### 2.1.4.2.10. EJEMPLOS DE LA OPERACIÓN DEL SDLC

En esta sección describiremos algunos ejemplos de conexión de dispositivos y el intercambio de frames SDLC. En la figura 2.13 se muestra un ejemplo en el que un nodo Tipo 4 se conecta a un nodo Tipo 2.

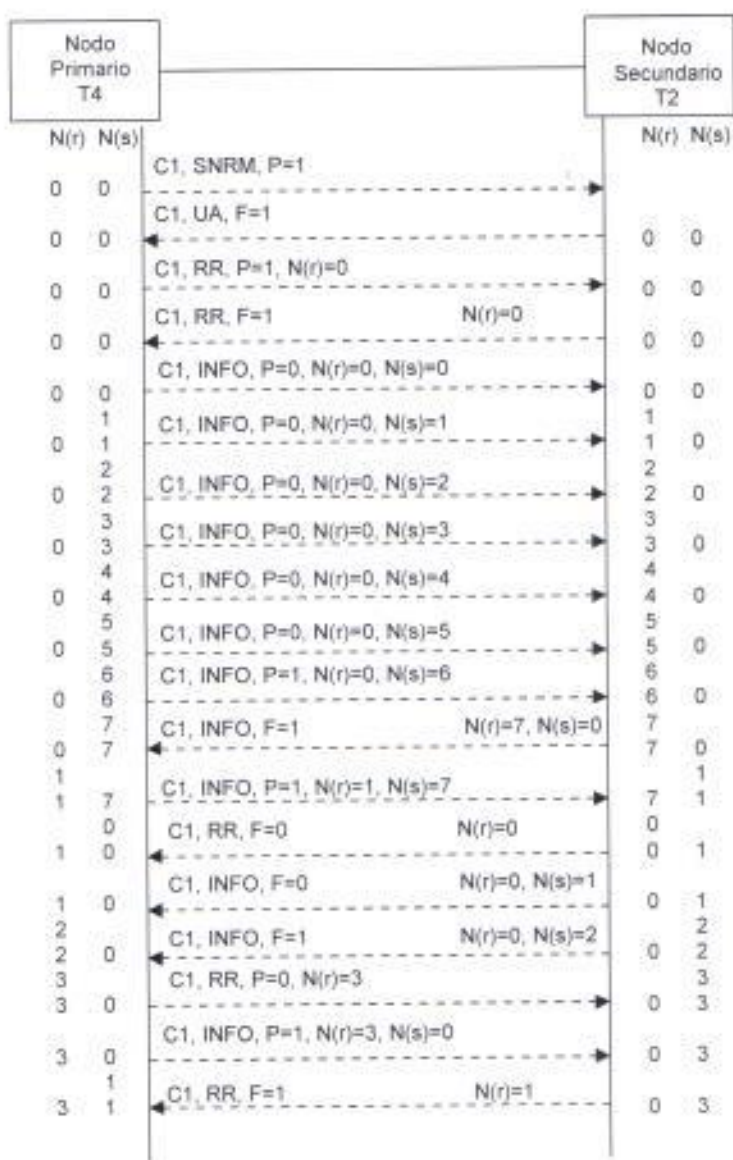


FIG. 2.13.- Ejemplo del intercambio de frames SDLC

El nodo secundario (Tipo 2) tiene asignada la dirección C1. Para establecer el enlace, el nodo primario envía un frame no numerado SNRM (Establecer Modo Normal de Respuesta) y vemos que el bit P/F que corresponde a un comando tiene  $P = 1$  lo que significa que espera una respuesta del nodo secundario ( $F = 1$ ), cuando el nodo

primario envía un frame SNRM pone sus contadores  $V(r)$  y  $V(s)$  a cero y  $N(r)$  y  $N(s)$  también. Cuando la estación secundaria envía la respuesta lo hace con un frame UA con el bit  $F = 1$  y al mismo tiempo pone a cero los contadores de frames y sus variables de estado  $V(s)$ ,  $V(r)$ ,  $N(s)$  y  $N(r)$ . Cuando el nodo primario recibe el UA ya puede intercambiarse información en el modo normal de respuesta.

En el caso de una condición de ocupado se utiliza el frame de control RNR. En la figura 2.14 tenemos el caso en que la estación secundaria no puede recibir más frames después del 6 frame de información que envió la estación primaria. Para indicar esta situación la estación secundaria envía un RNR (Receptor No Listo).



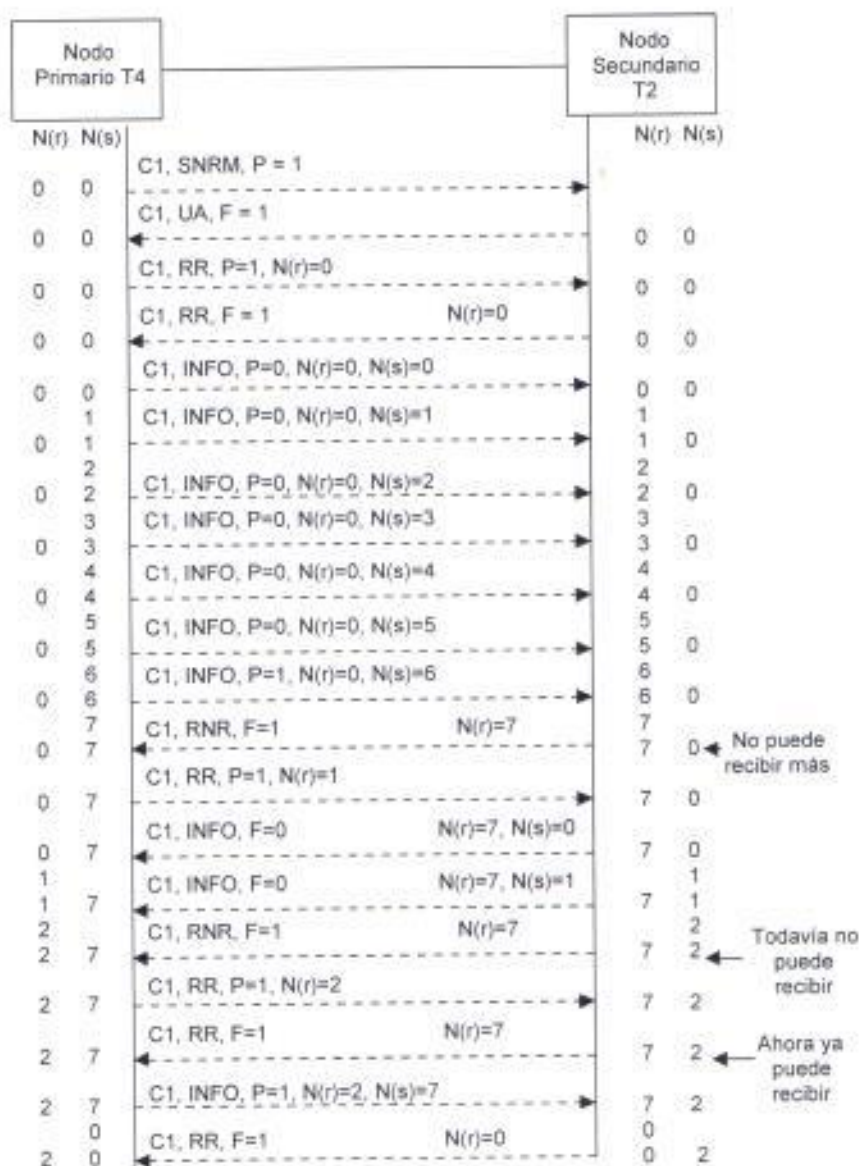
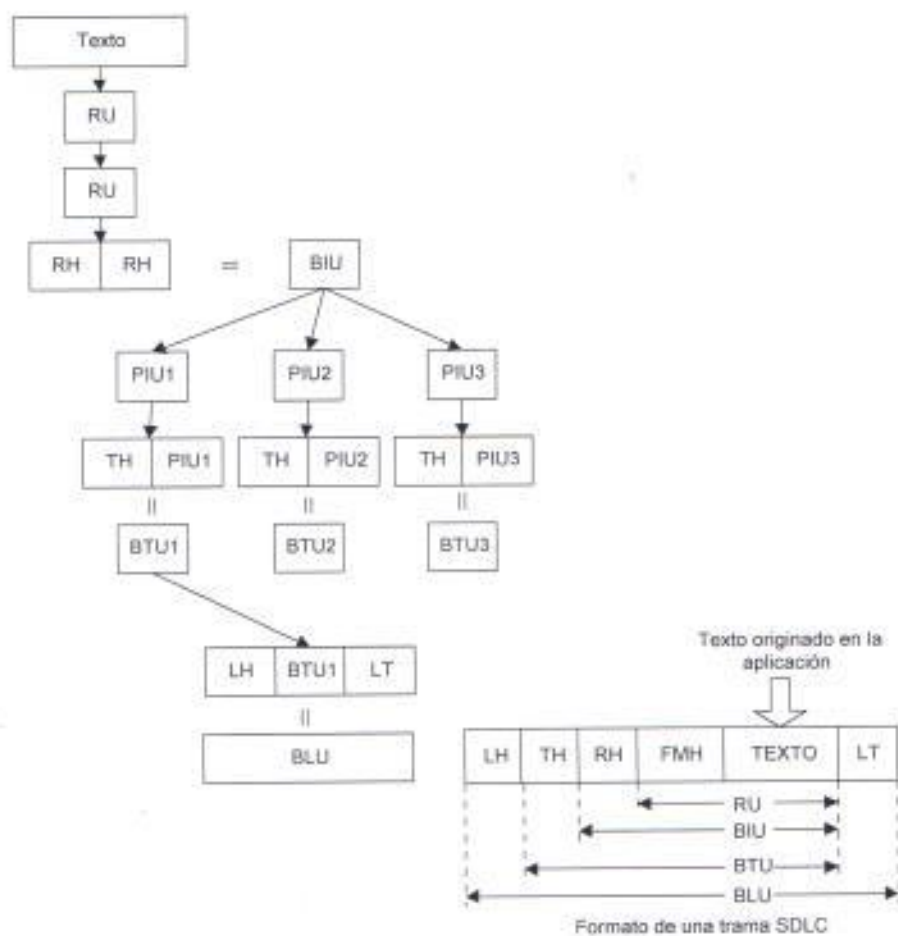


FIG. 2.14.- Ejemplo de una condición de ocupado

### 2.1.5. INTERACCION DE LAS DIFERENTES CAPAS EN LA FORMACION DE MENSAJES

Esta sección pretende ilustrar como se forman los mensajes que van a viajar por una red SNA sin entrar en detalles de todas las capas. En la figura 2.15 se ilustra el proceso de la formación de una unidad de enlace básica (BLU - Basic Link Unit).

1. Se origina texto en una aplicación
2. Los servicios de presentación (PS) encuadran los datos dentro de una unidad llamada RU (Request/Response Unit)
3. La capa de control de Flujo (DFC) no afecta a un mensaje normal.
4. La capa de control de Transmisión (TC) agrega un RH (Request/Response Header). Al resultado se le llama Unidad Básica de Información: BIU = RU + RH (Basic Information Unit)
5. Si la BIU es demasiado larga para la capacidad del protocolo de línea, la capa de control de encaminamiento (PC) la segmenta en PIUs (Path Information Unit). A cada PIU se le agrega un TH (Transmission Header) con la dirección destino, indicadores, etc. Al resultado se le llama Unidad Básica de Transmisión: BTU = TH + PIU (Basic Transmission Unit). Si son cortas varias BTU pueden combinarse en un bloque.
6. La capa de control de enlace de datos provee de un LH (Link Header) y un LT (Link Trailer) para cada BTU. Al conjunto se le llama BLU (Basic Link Unit). La BLU es llamada también Trama SDLC cuando el protocolo de línea es el SDLC.

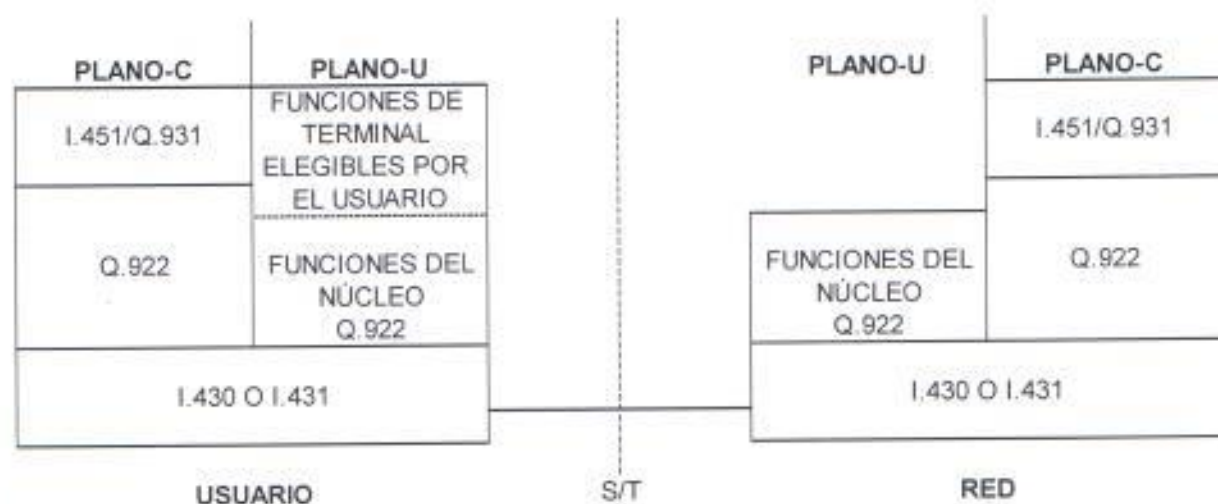


**FIG. 2.15.- Formación de mensajes SNA**

## 2.2. ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO FRAME RELAY

FRAME RELAY es una tecnología para redes globales cuyo propósito es conectar aplicaciones tales como Internet, LAN, SNA y otros. Divide la información en frames o tramas las cuales solo contienen funciones básicas para el control de enlace de datos. Un control mayor del enlace y de flujo de datos debe ser realizado por el usuario final.

La arquitectura del protocolo está estratificada de la siguiente manera:



**FIG. 2.16.- Planos de Usuario y Control**

Debemos considerar dos planos separados de operación del protocolo: un plano de Control (C-Plane) en el que se establecen y terminan las conexiones lógicas; y un plano de Usuario (U-Plane), que es responsable de la transferencia de datos entre usuarios finales. Los protocolos del plano C están entre el usuario y la red; mientras que los protocolos del plano U dan funcionalidad de punto a punto. Existe además un plano de Administración de red (M-plane) que es implementado por un protocolo llamado LMI (Local Management Interface) o Interfaces Local de Administración. Este protocolo, usado por los FMBS (Frame-Mode Bearer Services) o Proveedores de Servicio



Frame Relay, sirve para reportar entre otras cosas el estado de un DLC; configurar del servicio Frame Relay, etc.

### **2.2.1. PLANO DE CONTROL (PLANO C)**

Algunos de los proveedores de servicios Frame Relay (FMBS) utilizan señalización de canal común en servicios ISDN para el control de llamadas. En ISDN se realiza la señalización sobre el canal D. Los servicios de enlace de datos implementados en el plano de control son realizados por el intercambio de mensajes de control-señalización tipo Q.933.

### **2.2.2. PLANO DE USUARIO (PLANO U)**

La transferencia real de datos entre dos usuarios finales se lleva a cabo mediante el protocolo LAPF (Link Access Procedure for Frame-Mode Bearer Services); el cual está definido en el estándar Q.922. Solamente están implementadas las funciones básicas del LAPF:

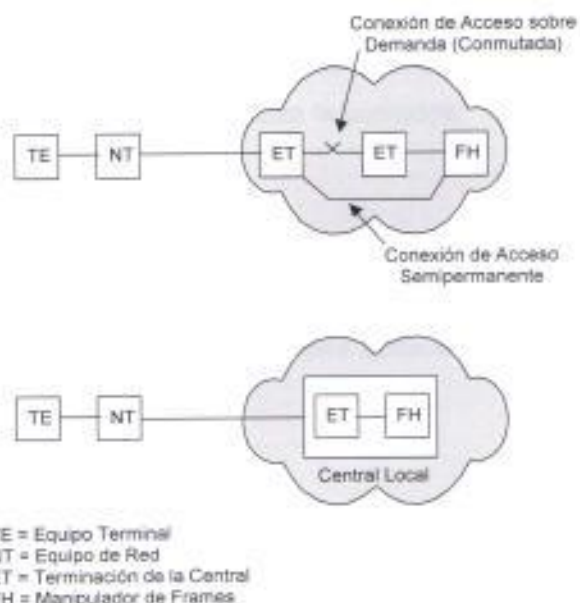
- Delimitación del frame, alineamiento y transparencia
- Multiplexación y demultiplexación mediante el campo de dirección
- Inspección del frame para asegurar que consiste de un número exacto de octetos antes de la inserción de bits ceros o después de la extracción de bits ceros
- Inspección del frame para asegurar que no sea demasiado largo ni demasiado corto
- Detección de errores de transmisión
- Funciones de control de congestión

Estas funciones en el plano U constituyen una subcapa en la capa de control de enlace de datos. Solo provee el servicio de transferir datos de un subscriptor a otro sin control de flujo ni control de errores. Adicionalmente el usuario debe realizar dichas funciones de extremo a extremo las cuales no son parte del servicio Frame Relay.

### 2.2.3. TIPOS DE ACCESO A UNA RED FRAME RELAY

Hay dos modos de acceso:

1. Acceso Conmutado: El usuario es conectado a una red de conmutación como ISDN, y la central local no provee la capacidad de manejo de frames. En este caso el acceso debe ser provisto desde el equipo terminal del usuario (TE) hacia el manejador de frames en alguna parte en la red. Puede ser una conexión sobre demanda (establecida en el momento de la llamada) o una conexión semi-permanente.
2. Acceso Integrado: El usuario es conectado a una red Frame Relay pura o a una red de conmutación en la cual la central local provee de la capacidad de Frame Relay. En este caso el usuario tiene acceso lógico directo al equipo manejador de frames.



**FIG. 2.17.- Modos de Acceso Frame Relay**

Estas conexiones se refieren al acceso a la red. Una vez que se alcanza el acceso a la red, es posible multiplexar varias conexiones lógicas a las que nos referimos como conexiones frame relay.

#### **2.2.4. CONEXIÓN FRAME RELAY**

Es posible tener múltiples conexiones sobre un enlace; las cuales son identificadas por un número llamado DLCI (Data Link Connection Identifier). Para la transferencia de datos se prosigue de la siguiente manera:

1. Establecer una conexión lógica entre dos puntos finales y asignar un DLCI a la conexión. Cuando se establece dicha conexión se dice que se ha formado un Circuito Virtual el cual puede ser un PVC (Circuito Virtual Permanente) o un SVC (Circuito Virtual Conmutado).
2. Intercambio de la información en frames de datos. Cada frame incluye un campo donde se especifica el DLCI que identifica la conexión.
3. Liberación de la conexión lógica.

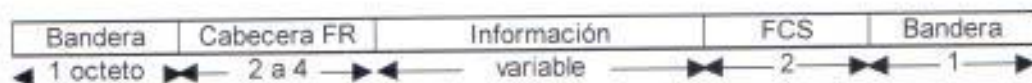
El establecimiento y liberación de la conexión lógica es llevado a cabo por medio del intercambio de mensajes sobre un canal lógico dedicado a control; el cual tiene un DLCI = 0.

#### **2.2.5. TRANSFERENCIA DE DATOS DE USUARIO**

La transferencia de datos se lleva a cabo por medio de las funciones mínimas del protocolo de enlace de datos LAPF (Funciones del Núcleo del Q.922) o Q.922. En este formato no existe campo de control por lo tanto:

- Solo existe un tipo de frame, usado para el transporte de datos de usuario. No hay frames de control. Dentro del campo de información el usuario puede encapsular diferentes protocolos como X.25 (paquetes) y otros que se acogen a estándares relacionados con los servicios Frame Relay. Si el usuario necesita implementar funciones adicionales de control de enlace de datos de extremo a extremo, entonces se añade un frame de enlace de datos dentro del campo de información.
- No se puede realizar control de flujo y control de errores ya que no existen números de secuencia.

En la figura 2.18 se muestra el formato del frame.



**FIG. 2.18.- Formato del frame en FR**

Dependiendo del tamaño de la cabecera esta puede ser:

- Dos octetos:

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI (de orden superior)						C/R 0/1	EA 0
DLCI (de orden inferior)			FECN	BECN	DE	EA 1	

**FIG. 2.19.- Campo de Dirección - 2 octetos (por defecto)**



- Tres octetos:

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI (de orden superior)						C/R 0/1	EA 0
DLCI			FECN	BECN	DE	EA 0	
DLCI (de orden inferior)						EA 1	

**FIG. 2.20.- Campo de Dirección - 3 octetos**

- Cuatro octetos:

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI (de orden superior)						C/R 0/1	EA 0
DLCI			FECN	BECN	DE	EA 0	
DLCI						EA 0	
DLCI (de orden inferior)						EA 1	

**FIG. 2.21.- Campo de Dirección - 4 octetos**

El campo de Flag es igual que en otros protocolos de enlace (0111 1110); asimismo el FCS. El campo de dirección tiene una longitud por defecto de 2 octetos y puede extenderse a 3 y 4. Lleva la información del Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI) de 10, 17, o 24 bits respectivamente. La longitud del campo de dirección es determinado por los bits EA (address field extension). El bit C/R es específico de la aplicación y no es usado por el protocolo estándar frame relay. Los otros bits son usados para control de congestión.

## 2.2.6. CONTROL DE CONGESTIÓN

La recomendación I.370 del ITU-T define los objetivos del control de congestión para frame relay:

- Minimizar el rechazo de frames
- Mantener, con alta probabilidad y varianza mínima, la calidad acordada de servicio
- Minimizar la posibilidad que un usuario final puede monopolizar los recursos de la red a expensas de otros usuarios finales
- Ser fácil de implementar, que ocupe poco espacio de cabecera en el frame
- Crear un tráfico adicional de red mínimo
- Distribuir los recursos de la red de manera justa entre los usuarios
- Prevenir la congestión de otros nodos de la red
- Operar eficientemente a pesar del flujo de tráfico en ambas direcciones entre usuarios finales

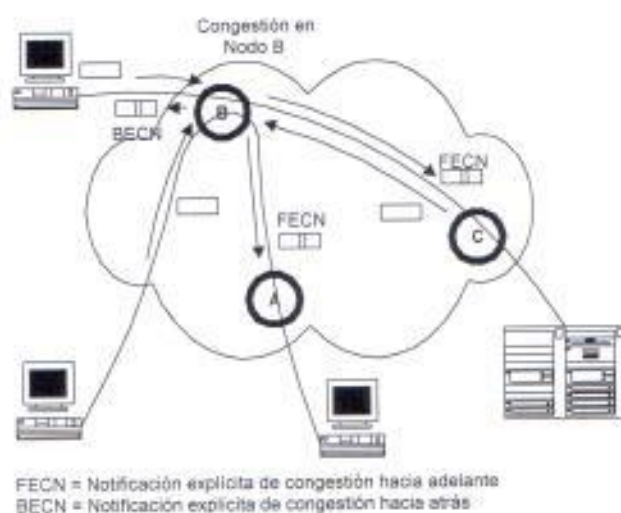
El control de congestión es responsabilidad de la red y los usuarios finales. La red está en mejor posición para monitorear el grado de congestión, mientras que el usuario final está en mejor posición de limitar el flujo de tráfico.

Las estrategias para control de congestión se muestran en la TABLA 2.3. Cuando la congestión se vuelve demasiado alta, la red es forzada a desechar los frames; la idea es hacerlo de una manera que sea justa para todos los usuarios finales.

Técnica	Tipo	Función	Elemento Clave
Control de rechazo de frames	Estrategia de desecho	Provee a la red del criterio para desechar frames	Bit DE
Notificación explícita de Congestión hacia Atrás	Prevención de Congestión	Da a los sistemas finales aviso sobre la congestión en la red	Bit BECN
Notificación explícita de Congestión hacia Adelante	Prevención de Congestión	Da a los sistemas finales aviso sobre la congestión en la red	Bit FECN
Notificación Implícita de Congestión	Recuperación de Congestión	Recuperación de los sistemas finales de la pérdida de frames	Números de Secuencia en capas superiores

**TABLA 2.3.- Técnicas para control de congestión en Frame Relay**

Notificación de Congestión: este procedimiento es usado al principio de la congestión para minimizar sus efectos sobre la red. En la figura 2.22 se muestra como funciona la notificación de congestión hacia delante y hacia atrás. Cuando el Nodo B empieza a congestionarse, todos los frames que salen de él se marcan con el bit FECN = 1 ó BECN = 1 para indicarle al usuario que la red está presentando problemas de congestión no severos. La aplicación del usuario final se encargará de disminuir el flujo de información hacia dicho nodo.



**FIG. 2.22.- Notificación de Congestión**

Rechazo de frames: Si la congestión continúa creciendo, es necesario desechar los frames; para esto la red discrimina entre los frames que posee el bit DE = 1. Los próximos frames que desechará el nodo congestionado son los que tengan DE = 1.

### 2.2.7. CONTROL DE VELOCIDAD DE TRÁFICO

Para conseguir la justa asignación de recursos de red, un proveedor de servicios frame relay incluye el concepto de CIR (committed information rate) o velocidad acordada de información. El CIR es una velocidad (en bits por segundo) que la red ha acordado soportar para una conexión frame relay particular. Datos transmitidos en exceso del CIR son vulnerable al rechazo en caso de una congestión. En casos de extrema congestión la red se ve forzada a proveer un servicio cuya velocidad es menor al CIR para una determinada conexión; no obstante cuando la red debe empezar a rechazar frames para lidiar con la congestión, escogerá aquellos frames de conexiones que están excediendo su respectivo CIR antes de aquellos que están en los límites del CIR respectivo. La limitación impuesta sobre la velocidad acordada es:

$$\sum \text{CIR}_{ij} \leq \text{Velocidad de Acceso}_j$$

Donde  $\text{CIR}_{ij}$  = Velocidad acordada de información para la conexión  $i$  sobre el canal  $j$   
 Velocidad de Acceso $_j$  = Velocidad del canal de acceso  $j$  del usuario

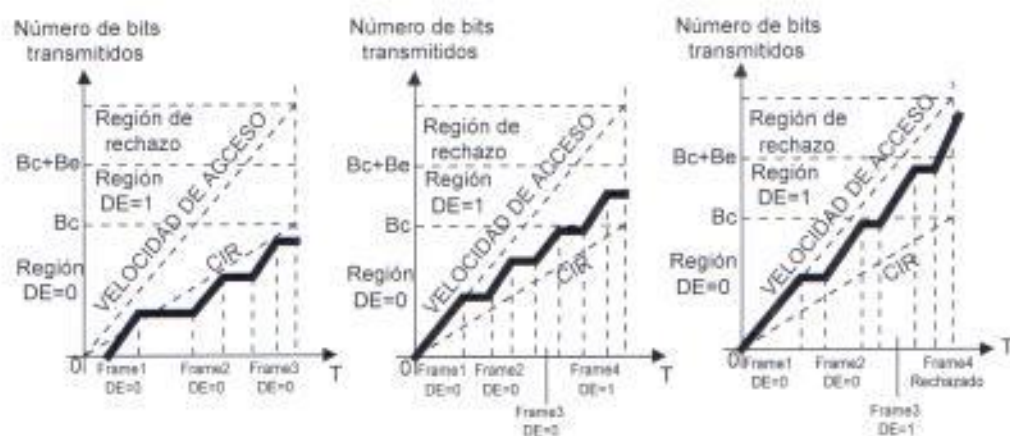
El CIR provee de un medio de discriminación entre frames. Dicha discriminación es realizada por medio del bit DE (Discard Eligibility) en el frame LAPF. El manejador de frames (nodo de acceso frame relay), al cual la estación del usuario está conectada, realiza funciones de medición. Si el usuario está enviando datos a una velocidad menor que el CIR, el manejador de frames no altera el bit DE. Si la velocidad excede el CIR, el manejador de frames colocará el bit DE en 1 en aquellos frames en exceso y los mandará a la red; dichos frames serán pasados al siguiente nodo que decidirá si los rechaza o los pasa al próximo nodo. Finalmente, se define una velocidad máxima de tal manera que frames que llegan al manejador de frames con dicha velocidad, son descartados y no se pasan al próximo nodo.



Existen dos conceptos que sirven para la medición del CIR:

- $B_c$  (Committed Burst Size). Es la máxima cantidad de datos que la red acuerda transferir, bajo condiciones normales, sobre un intervalo de medida  $T$ . Estos datos pueden ser o no contiguos
- $B_e$  (Excess Burst Size). Es la máxima cantidad de datos en exceso del  $B_c$  que la red intentará transferir, bajo condiciones normales, sobre un intervalo de medida  $T$ . Los datos que representan  $B_e$  son transferidos con más baja probabilidad que los datos dentro del  $B_c$ .

El CIR y el  $B_c$  están relacionados en el tiempo de medida  $T$ :  $T = B_c / CIR$



**FIG. 2.23.- Relaciones entre los parámetros de congestión**

En la figura 2.23 podemos observar las relaciones entre parámetros de congestión. Cuando un frame es transmitido, las líneas sólidas son paralelas a la velocidad de acceso. Cuando no se transmite las líneas son horizontales.

En el primer gráfico tenemos un ejemplo en el cual 3 frames son transmitidos dentro del intervalo de medida  $T$ , y el número total de bits transmitidos es menor que  $B_c$ . Durante la transmisión del primer frame, la velocidad de transmisión real temporalmente excede al CIR; pero este exceso no tiene consecuencias en el nodo, ya

que sólo le concierne el número de bits transmitidos acumulados sobre el intervalo T. En el segundo gráfico, en el último frame transmitido, el número total de bits acumulados sobre el intervalo de medida, exceden el  $B_c$ . En este caso el bit DE se coloca en 1 en dicho frame. En el tercer gráfico, el tercer frame excede  $B_c$  y es marcado con el bit DE = 1. El cuarto frame excede  $B_c = B_e$  y es desechado.

### 2.3. ENCAPSULAMIENTO DE SDLC EN FRAME RELAY

El encapsulamiento de SDLC en Frame Relay se lleva a cabo en los equipos ruteadores Motorola 6560. Se describirá en secciones posteriores la forma en que los 6560 pueden conectarse a una red Frame Relay y las opciones de conexión a ambientes SNA. En estos equipos se pueden tomar 2 opciones. La primera es la llamada encapsulamiento según la recomendación RFC1490 el cual es un acuerdo de encapsulamiento multiprotocolo; y consiste en introducir en el campo de información de una trama Frame Relay ciertos octetos que definen el tipo de protocolos que va a transportar el frame; y otro tipo de información referente a dicho protocolo.

Otro método consiste en encapsulamiento de SDLC en X.25 (QLLC) y luego el paquete generado encapsularlo en Frame Relay. Esta opción también está disponible en el 6560. Trataremos ciertos aspectos fundamentales sobre X.25.

#### 2.3.1. CONMUTACION DE PAQUETES Y X.25

La recomendación X.25 para acceso a redes de conmutación de paquetes incorpora tres capas de transmisión: control físico, control de enlace de datos y control de red. Para la capa de control físico se utiliza cualquier interface estándar como X.21 o V.24 y V.35. En la capa de control de enlace de datos se utiliza el protocolo HDLC LAPB (High Level Data Link Control Line Access Procedure - Balanced).

### 2.3.2.1. HDLC LAPB

Este protocolo pertenece a la familia de procedimientos balanceados a diferencia del SDLC. Cada estación tiene características de estaciones primarias y secundarias, lo cual significa que cualquier estación puede enviar datos espontáneamente sin pedir permiso. En la figura 2.24 se muestra como operan dos estaciones balanceada. El módulo de Control es el que decide cual de las dos partes, la primaria o la secundaria es la que está autorizada para enviar sobre el enlace físico. Los siguientes son los modos de operación:

- Modo de Inicialización
- Modo Asíncrono Balanceado
- Modo Asíncrono de Desconexión



**FIG. 2.24.- Estaciones Combinadas**

La TABLA 2.4 muestra el conjunto de comandos para protocolos HDLC balanceados y las diferencias entre variantes. LAPB soporta las respuestas y comandos 2, 8, 12 como opciones. El comando REJ puede ser usado para forzar la retransmisión antes de los puntos de sincronización dados cuando se reciben los bits P ó F.



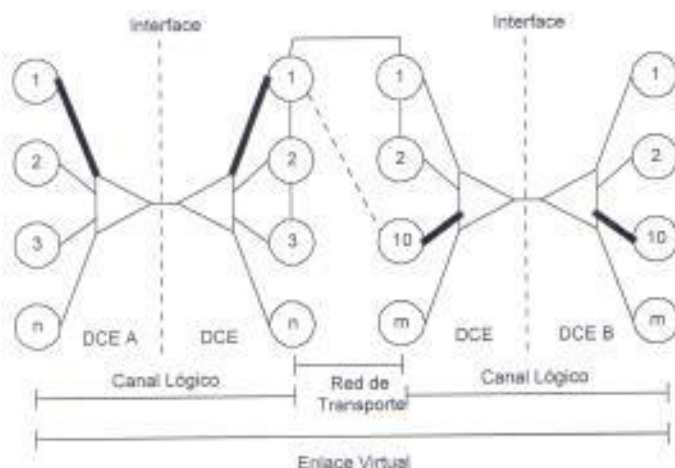
Bloques Básicos:					
Comandos: I, RR, RNR, DISC, SABM, RSET					
Respuestas: I, RR, RNR, FRMR, DM, UA					
12 opciones					
Variante	Comando	Respuesta	Variante	Comando	Respuesta
1	+XID	+XID +RD	7	Direccionamiento extendido	
2	+REJ	+REJ	8		-I
3	+SREJ	+SREJ	9	-I	
4	+UI	+UI	10	Campo de control extendido	
5	+SIM	+SIM	11	-FRMR	
6	+UP		12	-RSET	
XID = Intercambio de identificación de estación SIM = Establecer Modo de inicialización UI = Información no numerada UP = Sondeo no numerado RD = Petición de desconexión - = Quitar de los bloques básicos			RSET = Reset SREJ = Rechazo selectivo REJ = Rechazo FRMR = Rechazo de frames + = Añadir a los bloques básicos		

**TABLA 2.4.- La variante HDLC LAPB**

### 2.3.2.2. IMPLEMENTACIÓN A NIVEL DE PAQUETES

A cada enlace de comunicaciones a un nodo de la red de paquetes (no un nodo SNA) se le ofrece uno o más canales lógicos. Todos los paquetes transmitidos sobre el enlace de comunicaciones desde o hacia el nodo de red tiene asignado un número de canal lógico, de tal forma que los paquetes siempre están asignado a un canal lógico. Las conexiones entre dos DTEs (que representan usuarios finales) a través de la red se denominan Enlaces Virtuales o Conexiones Virtuales. Un enlace virtual puede ser fijo y no se necesita procedimientos para establecer el enlace virtual; esto se conoce como PVC (Permanent Virtual Circuit) o Circuito Virtual Permanente. La otra posibilidad es el Circuito Virtual Conmutado o SVC (Switched Virtual Circuit).





**FIG. 2.25.- Canales lógicos y enlaces virtuales**

Sobre los canales lógicos y por lo tanto sobre los enlaces virtuales el protocolo X.25 es implementado mediante paquetes de comando y respuesta. El control de secuencia es implementado usando un sistema de numeración sencillo. El mecanismo es similar a la numeración de frames en el nivel de enlace; pero aquí se refiere a la numeración de paquetes de datos sobre el canal lógico. En el nivel de red, se usa una cabecera de paquetes (PH - Packet Header). El PH consiste de 4 bytes y van inmediatamente después de la cabecera de enlace en todos los frames de información transmitidos sobre el enlace de comunicaciones y desde el nodo de red.

Bit =	0	1	2	3	4	5	6	7
Byte 0	Identificador General de Formato				Logical Channel Group Number			
	0	0	0	1				
Byte 1	Número del canal Lógico							
Byte 2	Identificador del tipo de paquete							
Byte 3	Campo que depende del tipo de paquete							

**FIG. 2.26.- Cabecera del paquete X.25**

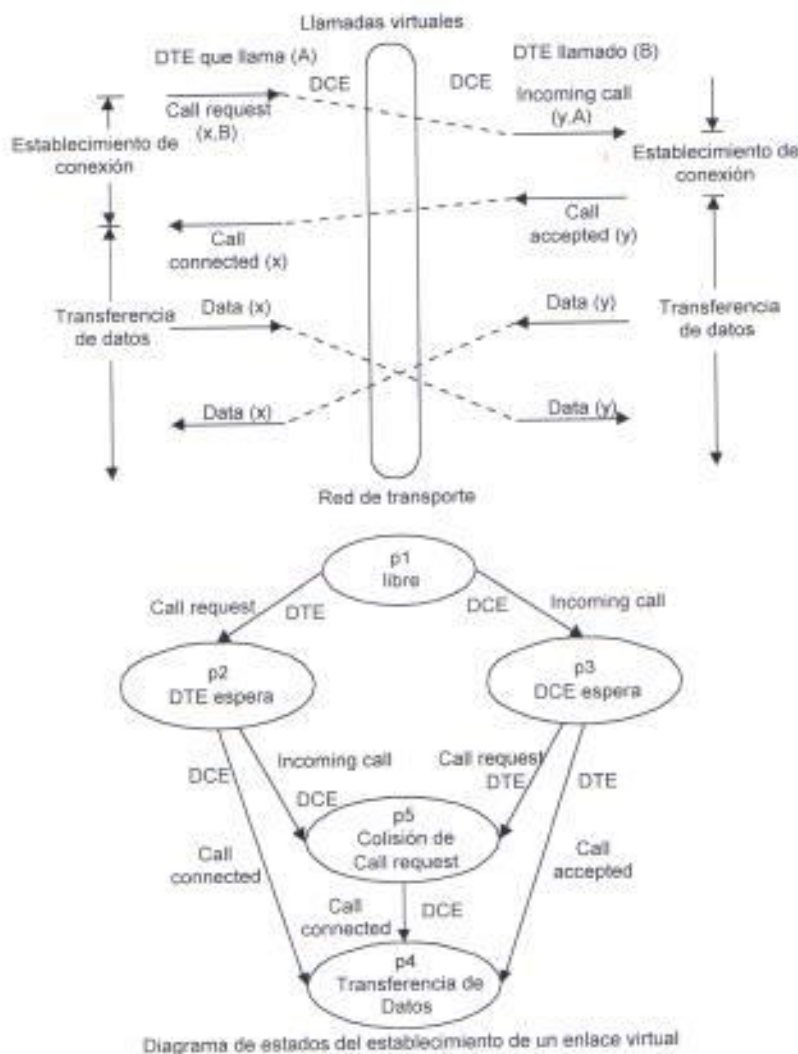
Los Bits 0 a 3 del byte 0 contienen información general acerca del formato básico del paquete. La segunda mitad del byte 0 contiene el número de grupo del canal lógico y

el byte 1 contiene el número del canal lógico. El siguiente byte depende del tipo de paquete (ver TABLA 2.5).

Nivel de paquetes		
Desde DCE a DTE	Desde DTE a DCE	Byte 2
<i>Establecimiento y liberación de llamada</i>		
Incoming call	Call request	B'00001011'
Call connected	Call accepted	B'00001111'
Clear indication	Clear request	B'00010011'
DCE clear confirmation	DTE clear information	B'00010111'
<i>Datos</i>		
DCE data (Byte 0, bits 0-1 definen "qualified data")	DTE data	B'RRRMSSS0'
<i>Control de Flujo y Reinicialización</i>		
DCE RR	DTE RR	B'RRR0001'
DCE RNR	DTE RNR	B'RRR0011'
Reset indication	Reset request	B'00011011'
DCE interrupt	DTE interrupt	B'00100011'
DCE interrupt confirm	DTE interrupt confirm	B'00100111'
<i>Restart</i>		
Restart indication	Restart request	B'11110111'
DCE restart confirm	DTE restart confirm	B'11111111'
M = Más datos RRR = Número de secuencia del paquete recibido SSS = Número de secuencia del paquete enviado		

**TABLA 2.5.- Tipos de paquetes y sus códigos**

El establecimiento de enlaces virtuales se puede ilustrar el diagrama de estados de la figura 2.27. El DTE A que desea establecer el enlace virtual con el DTE B, envía un paquete Call request (Requerimiento de llamada) a la red (nodo de red). Consecuentemente un paquete Incoming call (Llamada entrante) es recibido por el DTE B. El DTE B acepta la llamada enviando un paquete de aceptación Call accepted. Esta información es seguida por la red con la consecuencia de que la red envía un paquete Call connected (Llamada conectada). A partir de este momento se pueden intercambiar datos entre A y B.



**FIG. 2.27.- Establecimiento de un enlace virtual**

En el estado p4, para el encapsulamiento de SNA dentro del campo "formato general del paquete, se proporcionan otros esquemas útiles para el soporte de enlaces virtuales:

- El procedimiento del bit Q (bit 0 del General Format Identifier): Puede ser puesto en 1 en la cabecera del Paquete. Esto permite distinguir entre dos procesos en el lado del DTE, los cuales manejan los datos e implementa el Control Lógico de

Enlace (LLC – Logical Link Control). Este bit es usado en muchas de las versiones de software actuales de SNA para distinguir entre paquetes de datos y paquetes de enlaces lógicos.

- El procedimiento del bit D (el bit 1 del GFI): También se puede poner en 1 en la cabecera del paquete y permite obtener confirmación de la llegada del paquete desde el DTE remoto. Este procedimiento no es usado por el software SNA.

### 2.3.2.3. ENCAPSULAMIENTO DE SNA EN X.25

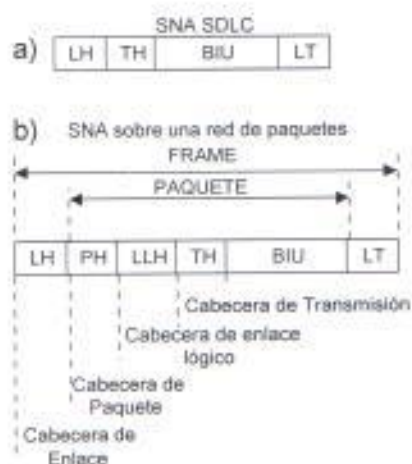


FIG. 2.28.- SNA sobre una red de paquetes

En la figura 2.28a vemos una trama SDLC normal usada en un circuito SDLC/SNA. En la figura 2.28b podemos observar que a dicha estructura se le han añadido ciertos campos para permitir el acceso a redes de conmutación de paquetes X.25. En el modelo SNA los protocolos de Control de Enlace de Datos (DLC) y control de encaminamiento (PC) involucran el uso de las cabeceras LH (Link Header) y TH (Transmit Header). El uso de otro protocolo para el DLC no debería presentar problemas. Sin embargo a nivel del Control de Encaminamiento muchos de los mecanismos implementados están contenidos en el nivel de paquetes. Sin embargo, se ha decidido "ver" al enlace de la red de conmutación de paquetes como un circuito



lógico. Se ha construido un mecanismo de control para este Enlace Lógico (LL - Logical Link). Por lo tanto necesitamos una estructura separada llamada cabecera LL (LLH - LL Header), cuyo uso depende de la implementación. En el caso del protocolo QLLC (Qualified Logical Link Control) solamente se usa la información del LLH en paquetes de datos con el bit Q = 1 (qualified data packets). En la TABLA 2.6 se muestra las equivalencias de las funciones QLLC y SDLC. El QLLC utiliza el procedimiento del bit Q.

<b>Función QLLC</b>	<b>Función SDLC</b>
QSM	SNRM
QDISC	DISC
QXID	XID
QTEST	TEST
QUA	UA
QRD	RD
QRR	RR
QDM	DM
QFRMR	FRMR

**TABLA 2.6.- Comandos y respuestas QLLC y SDLC**

En las secciones posteriores veremos como introducir el protocolo SDLC en una red Frame Relay usando las opciones del ruteador.

## **CAPITULO 3**

### **DISEÑO DE LA RED**

#### **3.1. FUNDAMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ENLACE**

En el segundo capítulo mencionamos la relación lógica entre el HOST principal y los diferentes terminales. Cuando el terminal que hace un requerimiento no se encuentra en la misma subárea que el HOST es indispensable enlazarlo a través de una red WAN (Wide Area Network) con un protocolo de capa 2 que nos permita manejar confiablemente los datos que enviemos en la red de conmutación de paquetes.

Este trabajo lo efectúa de manera adecuada el protocolo FRAME RELAY ya que maneja múltiples sesiones de datos sobre una línea de acceso, reduciéndose el hardware indispensable para el diseño.

Como explicaremos más adelante, el manejo de líneas dedicadas producirá retardos mayores que los obtenidos al concentrar en un nodo las diferentes señales de los ATM's. Así mismo FRAME RELAY permite manejar dinámicamente la congestión de la red y adicionalmente existen otros factores que permitirán disminuir los tiempos de respuesta de los diferentes terminales.

##### **3.1.1. ESTRUCTURA PRESENTE**

La infraestructura actual del banco consiste en un grupo de veintisiete puntos de cajeros automáticos alrededor de la ciudad. La proyección de crecimiento, a pesar de la crisis actual, es alentadora pues es una de las instituciones financieras con mayor índice de desarrollo de la nación y tiene alianzas estratégicas con socios comerciales financieros que permiten ampliar su beneficio en favor de la comunidad.

Sin embargo uno de los puntos desfavorables que poseen los terminales de esta red privada es el tiempo de respuesta que dan en la prestación del servicio si lo comparamos con los ATMs de los diferentes bancos del país. Esto se debe a la forma como se manejan los diferentes enlaces. Según la información a la que tuvimos acceso, la mayoría de los puntos son manejados a través de las líneas dedicadas que otorga PACIFICTEL y los diferentes compañías de telecomunicaciones que existen en el país. Cabe mencionar que las líneas dedicadas serán suprimidas por el servicio de telefonía pública en el segundo trimestre del año en curso.

El sistema de trabajo de los terminales es la arquitectura SNA con el protocolo de transmisión SDLC.

El uso de los diferentes puntos es transaccional, es decir, que se maneja información de solicitud de estados de cuenta, montos disponibles, retiros de efectivo. Requerimiento sumamente inferior comparado al manejo continuo de intercambio de grandes paquetes de información<sup>1</sup>, por lo que la velocidad de acceso será inferior a los 64 kbps. La configuración actual maneja un diseño con una velocidad de transmisión de 19.2 kbps, por lo que consideramos adecuado mantener en el proyecto la misma tasa de transmisión. Como veremos más adelante, el agregado formado para la comunicación tendrá un ancho de banda superior al requerido. Este nos dará pautas para manejar otras aplicaciones que permitan recuperar prontamente la inversión realizada.

### 3.1.2. REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

Los ATMs a ser enlazados y su ubicación zonal es detallada a continuación:

Sucursal Mayor Guayaquil	Sector Centro
Plaza Centenario	Sector Centro
Alborada	Sector Norte

Olmedo	Sector Centro
Mercado Central	Sector Centro
Albán Borja	Sector Norte
Urdesa	Sector Norte
Av. de las Américas <sup>2</sup>	Sector Norte
Vía a Daule	Sector Norte
Av. José Vicente Trujillo	Sector Norte
Ayacucho y la Décima	Sector Sur
Francisco de Orellana	Sector Norte
Policentro	Sector Norte
Aeropuerto	Sector Norte
Puerto Marítimo	Sector Sur
Mall del Sol	Sector Norte
Centenario Sur	Sector Sur
Centenario Sur 1	Sector Sur
Córdoba	Sector Centro
Pegaso	Sector Norte
Petroport	Sector Norte
Pradera	Sector Sur
Vía California	Sector Norte
Dorado	Sector Centro
Villamil	Sector Centro
FAE	Sector Norte
Ecológico	Sector Norte
Atarazana	Sector Norte

Estos son los puntos actuales a los cuales vamos a enlazar. La proyección de crecimiento es de hasta 48 cajeros manejados en un puerto con un solo controlador en el nodo principal.

<sup>1</sup> Citamos como ejemplo replicaciones de base de datos, archivos tipo script y páginas diseñadas para Internet que requieren un ancho de banda superior a los 64 kbps con la finalidad de no presentar congestión ni pérdida de paquetes.

<sup>2</sup> Este lugar a pesar de estar en el sector norte será servido por el nodo central.



Los nodos principales están ubicados en sitios estratégicos que permiten realizar una mejor cobertura. La tabla 3.1. otorga una idea general de la configuración de los mismos:

NODO	UBICACIÓN	EQUIPOS
Nodo Centro	Pichincha y 9 de Octubre	Martis DXX, 6560 MPRouter PRO, 8 módems 2 Computadoras 1 Impresora
Nodo Norte	Av. Francisco de Orellana	Martis DXX 6560 MPRouter PRO, 14 módems
Nodo Sur	Av. Vicente Trujillo y 25 de Julio	Martis DXX 6560 MPRouter PRO, 5 módems

**TABLA 3.1.- Nodos usados en el diseño**

### 3.2. TOPOLOGÍA DEL DISEÑO

Consideraremos como ejemplo un ATM al cual un cliente hace su requerimiento. El usuario ingresa su tarjeta, y a través de la banda magnética correspondiente activa el llamado al controlador principal quien le responde con la solicitud de su clave personal. El resto de pasos hasta que el usuario obtiene la respuesta final de su solicitud, enmarca una serie de procesos de comunicación: trabajo en ambiente SNA, transporte de datos en SDLC al que lo encapsularemos en FRAME RELAY<sup>3</sup> para que llegue al extremo lejano, desencapsulación, replicación, etc.

A partir de este capítulo y hasta el final de nuestro proyecto, detallaremos como este proceso se desenvuelve, remarcando, principalmente, el entorno de

<sup>3</sup> Como veremos más adelante, el sistema de backup es manejado por puertos X.25. Este protocolo introduce retardos debido al header que maneja. Sin embargo, el sistema de control y monitoreo disminuirá ostensiblemente el uso de este sistema de backup.

comunicaciones más que el ambiente aplicativo con el que se maneja este conjunto de procedimientos.

Siendo SDLC un protocolo de transporte, bien podríamos realizar todo el enlace en un ambiente SNA, sin necesidad de encapsular esta aplicación en ningún otro protocolo que realice el mismo trabajo. Sin embargo, una red WAN SDLC tiende a ser lenta ya que debe realizar sondeos continuos hacia el controlador principal. Lo óptimo sería realizar el sondeo local de tal forma que sólo se transmita los paquetes de datos entre los nodos correspondientes. Con esto obtendríamos transacciones mucho más rápidas debido a tiempos de respuesta mucho más bajos.

FRAME RELAY es el protocolo que se ajusta a estos requerimientos. Basado en la multiplexación estadística, maneja el tráfico tipo ráfaga<sup>4</sup> adecuadamente, optimizando el ancho del canal. Sin embargo, vale la pena recalcar, que este protocolo de transporte necesita un medio de transmisión seguro para tener tasas de error (BER) menores a  $10^{-9}$ . El medio de transmisión que nosotros elegimos es fibra óptica.

Una de las opciones de implementación del proyecto, para abaratar costos, sería simplemente manejar el enlace a través de módems ópticos que posean la interfaz adecuada para ajustarse a nuestro requerimiento. Empero, el control del agregado, el monitoreo de las fallas que puedan presentarse es sumamente limitado, sin mencionar el hecho de no contar con una redundancia física y lógica que nos permita reajustar el enlace en caso de accidentes o inconvenientes. Basándonos en esta premisa, escogimos nodos tipo MARTIS DXX que cumplen con los siguientes requisitos:

- Manejo de redundancia física: En las conexiones de nodo a nodo, y tal como veremos en capítulos posteriores, el equipo conmuta automáticamente a su redundancia en la troncal asignada para el efecto.

<sup>4</sup> El tráfico tipo ráfaga es aquel que en determinados intervalos de tiempo requiere un gran ancho de banda para transmitir datos, sin embargo, la mayor parte del tiempo éste permanece sin uso alguno.

- Monitoreo y control del enlace: Determinando las fallas que puedan presentarse en la red.
- Programación de circuitos permanentes: que permitan tener un respaldo a la ruta principal de enlace

Un punto desfavorable en el manejo de estos equipos es que no cuentan con una interfaz SDLC y su respectiva encapsulación en FRAME RELAY, por lo que necesitamos en cada nodo respectivo un equipo que realice este trabajo. El router de Motorola es idóneo para estos casos. Este equipo manejará el SDLC sobre FRAME RELAY y enrutará la información hacia el destino adecuado.

Si consideramos lo mencionado en párrafos anteriores, un primer diagrama de la red será el mostrado en la figura 3.1.

Observemos que en la figura se realiza el enlace de los diferentes nodos usando fibra óptica. Este medio de transmisión asegura que la tasa de BER sea menor o igual que  $10^{-9}$ . La fibra será tendida en postes de la empresa eléctrica que se encuentren en la ruta trazada tal como muestran los mapas adjuntos. Los cálculos de enlace se mostrarán en los siguientes apartados.

Antes de entrar a detallar la forma de funcionamiento de la red, consideremos que cada uno de los nodos debe poseer una dirección para poder enlazarse en FRAME RELAY. Como veremos más adelante, gracias a esta dirección podremos enlazarnos de un lugar a otro.

El nodo principal, el nodo centro, tiene la dirección FRAME RELAY número 100, el nodo sur, la 200 y el nodo norte, la 300. Tal como vimos en los requerimientos iniciales del sistema, de acuerdo a la sectorización definida, se enlazará cada punto al nodo respectivo.

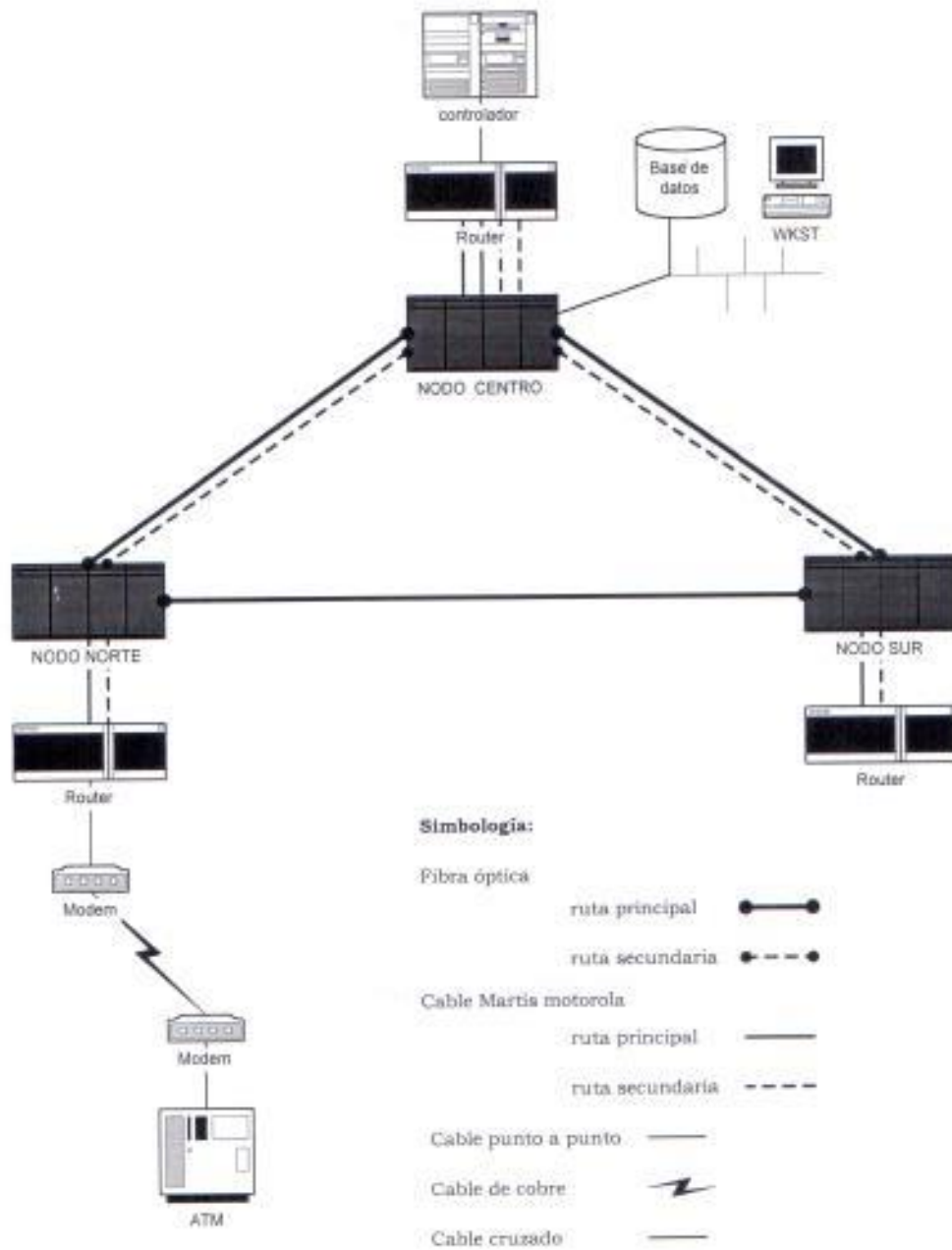


FIG. 3.1.- Diagrama principal de la red



### 3.3. TRAZADO DE RUTAS FISICAS

Elegimos tres nodos de concentración. Estos nodos se encuentran físicamente en tres sucursales del Banco del Pichincha que se detallan en la TABLA 3.1. Cada nodo está formado por un equipo ruteador (Motorola 6560), un equipo Martis DXX, un número de modems para la interconexión de cajeros. En el nodo central se realizan las funciones de control de los otros nodos. Los dos nodos de concentración SUR y NORTE se conectan al nodo CENTRO mediante un enlace de fibra óptica. El enlace SUR-CENTRO posee una ruta principal y otra secundaria, es decir, existen dos tendidos diferentes de fibra de tal forma que si uno falla (ruta primaria) por avería los equipos automáticamente conmutan al otro enlace de fibra (ruta secundaria). Lo mismo se hace para el enlace NORTE-CENTRO. Existe otro tendido de fibra que une a los nodos NORTE y SUR. Esto constituye un camino alternativo cuando un nodo no puede comunicarse directamente con el CENTRO mediante sus dos enlaces directos (rutas primaria y secundaria). Por ejemplo supongamos que se dañaron las dos fibras que unen SUR con CENTRO; los equipos en el nodo SUR detectan dicha falla y enrutan el tráfico hacia el nodo NORTE que luego lo enruta hacia el CENTRO.

#### 3.3.1. REQUERIMIENTOS DE POTENCIA DEL ENLACE DE FIBRA

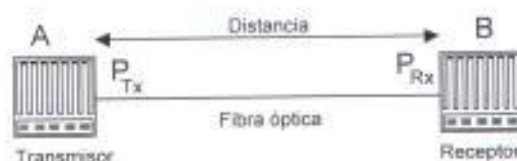


FIG. 3.2.- Enlace de fibra óptica

De acuerdo con la figura 3.2 vemos los parámetros considerados. Necesitamos conocer la potencia del transmisor en el punto A considerando la distancia  $d$  entre los puntos A y B, el tipo de fibra y la sensibilidad  $S$  del receptor en B.

<b>Especificaciones técnicas del OTE a 2048 Kbps</b>	
Velocidad de bits	2048 Kbps +/- 50 ppm
Código de línea	CMI
Velocidad de símbolo	4096 baud
Forma del pulso	Rectangular
Camino de transmisión	Monomodo estándar (ITU-T G.652) Multimodo estándar (ITU-T G.651)
Transmisor Optico	LED o diodo LASER
Receptor Optico	Diodo PIN
Longitud de onda nominal	1300 nm
Potencia mínima de salida para fibra multimodo	OTE-LED: -20 dB OTE-LASER: -2 dB
Potencia mínima de salida para fibra monomodo	OTE-LED: -30 dB OTE-LASER: -4 dB
Sensibilidad del receptor para BER $10^{-9}$	-50 dBm
Tipo de conector	Tipo FC con receptáculo

**TABLA 3.2.- Especificaciones técnicas del OTE a 2048 Kbps**

En la TABLA 3.2 se muestran los parámetros técnicos del módulo transmisor y receptor de los nodos Martis DXX. Utilizamos los módulos OTE-LED con transmisores ópticos LEDs que emiten en el rango de 1300 nm. Este transmisor es recomendado para fibras monomodo. La Sensibilidad (Sensitivity) del receptor medida para un BER (Bit Error Rate) de  $10^{-9}$  es de - 50 dBm. Una vez determinada la distancia entre dos puntos del enlace, tenemos que agregar distancias de seguridad que se conocen como reservas. Debido a que el tendido de fibra lo efectuamos usando postes de alumbrado eléctrico, se dejan reservas enrolladas en forma de una bobina cada cierto número de postes, para los casos en que se averie la fibra. Existen varios criterios para el diseño de las reservas en enlaces de fibra óptica. Las especificaciones del cable de fibra utilizado se da en la TABLA 3.3; podemos observar que los carretes de cable se dan en longitudes de 2000 metros  $\pm$  T% donde T representa la tolerancia al valor nominal del cable. Deben tenderse cables de 2000 mts. cada tramo; y por motivos de seguridad dejamos del 5% al 15% del valor de cada tramo como reserva. Además se considera la cantidad de cable que entra al edificio, hasta el piso donde se encuentra ubicado el equipo y también el tramo de cable que conecta el equipo con el cable que viene del exterior.

<b>Cable de fibra para troncales</b>	
Belden A4004	
4 fibras, monomodo	
Máxima atenuación para 1310 nm	0.35 dB/Km
Máxima atenuación para 1550 nm	0.25 dB/Km
Máxima dispersión a 1310 nm	≤ 9.2 ps/nm-km
Máxima dispersión a 1550 nm	≤ 18 ps/nm-km

**TABLA 3.3.- Características de la fibra**

En cuanto al cálculo de la potencia tenemos que usar la siguiente fórmula:

$$S + M \leq P_{TX-MIN} - PERDIDAS$$

Donde  $S$  es la sensibilidad del receptor medida en dBm;  $M$  es un margen de seguridad que generalmente es de 2 a 3 dB;  $P_{TX-MIN}$  es la potencia mínima de transmisión medida en dBm; y el valor de  $PERDIDAS$  está dado por el total de las pérdidas en todo el trayecto de la fibra óptica. Para nuestro caso se determina:

$$PERDIDAS = \alpha \times d_{TOTAL} + (n + r) \times y + 2p$$

Donde  $\alpha$  es el coeficiente de atenuación de la fibra en dB/Km que estamos usando;  $d_{TOTAL}$  es la distancia óptica total desde el transmisor al receptor considerando todos los factores anteriormente mencionados;  $n$  es el número total de empalmes realizados; el valor  $r$  es un margen de seguridad y especifica el número máximo de empalmes que se realizarán cuando se tiene que reparar la fibra;  $y$  es la pérdida en dB de cada empalme, adicionalmente suponemos que todos los empalmes aportan el mismo valor de pérdida;  $2p$  es la pérdida del conector en los dos equipos (transmisor y receptor).

Una vez calculada la potencia mínima de transmisión que se necesita para evitar la degradación del sistema, escogemos la potencia del transmisor de acuerdo con las especificaciones del fabricante y luego determinamos la potencia de recepción. Si la potencia mínima de transmisión que necesitamos es mayor que



la máxima potencia que puede entregar el equipo hay que usar regeneración en algún punto del trayecto.



**FIG. 3.3.- Esquemmatización de un tendido de cable de fibra óptica**

En la figura 3.3 vemos un esquema que muestra las distancias que hemos considerado. La distancia  $d_1$  es la del cable que va del equipo hasta el tramo terminal del cable que viene del exterior. La distancia  $d_2$  es la porción del cable (externo) que entra al edificio. En el cable externo, entre empalme y empalme tenemos un TRAMO, el cual tiene una longitud máxima del tamaño del carrete de cable de fibra; para nuestro caso es de 2000 mts. En cada tramo hay porciones de cable que se usan como reservas (5% al 15% del valor de la distancia del tramo). Hacemos un empalme interno para acoplar el cable del equipo con el cable externo. Para el caso que se ilustra en la figura 3.3 el número de empalmes es de 4; en general  $n = \#Tramos + 1$  para este diseño. El valor de  $d_1$  es de 4 mts. y el de  $d_2$  es de 25 mts. El valor  $D$  es la distancia física entre los dos puntos terminales es decir entre las dos oficinas donde están los nodos. Para calcular la distancia total hay que sumar a  $D$  los valores adicionales (reservas + cable interno + cable del equipo).

A continuación presentamos los cálculos realizados para cada uno de los recorridos.



**NODO NORTE - NODO CENTRO****RECORRIDO 1 (Ruta Primaria)**

Distancia  $D = 5580$  mts.

Cable interno =  $2d_o = 50$  mts.

Cable del equipo =  $2d_i = 8$  mts.

El recorrido está dividido en:

TRAMO 1 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 2 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 3 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 4 = 250 mts. con reservas de 20 mts.

TOTAL = 6250 mts.

Distancia Total =  $d_{TOTAL} = 6250 + 8 = 6258$  mts.

Coefficiente de atenuación de la fibra = 0.35 dB/Km

Número de empalmes = 5 empalmes

Número de empalmes de seguridad = 2 empalmes por tramo = 8 empalmes

Pérdida por empalme = 0.3 dB

Pérdida por conector = 1.5 dB

Sensibilidad del Receptor = - 50 dBm

Margen de seguridad = 3 dB

$$(-50 + 3) \leq P_{Tx-MIN} - [0.35 \times 6.258 + 13 \times 0.3 + 2 \times 1.5]$$

$$P_{Tx-MIN} \geq -37.91 \text{ dBm}$$

Escogemos  $P_{Tx} = -20 \text{ dBm}$

Potencia de Recepción

$$P_{Rx} = P_{Tx} - [0.35 \times 6.258 + 5 \times 0.3 + 2 \times 1.5] = -26.6903 \text{ dBm}$$

**RECORRIDO 2 (Ruta Secundaria)**

Distancia  $D = 5830$  mts.

Cable interno =  $2d_2 = 50$  mts.

Cable del equipo =  $2d_1 = 8$  mts.

El recorrido está dividido en:

TRAMO 1 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 2 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 3 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 4 = 530 mts. con reservas de 50 mts.

TOTAL = 6530 mts.

Distancia Total =  $d_{TOTAL} = 6530 + 8 = 6538$  mts.

Coefficiente de atenuación de la fibra = 0.35 dB/Km

Número de empalmes = 5 empalmes

Número de empalmes de seguridad = 2 empalmes por tramo = 8 empalmes

Pérdida por empalme = 0.3 dB

Pérdida por conector = 1.5 dB

Sensibilidad del Receptor = -50 dBm

Margen de seguridad = 3 dB

$$(-50 + 3) \leq P_{Tx-MIN} - [0.35 \times 6.538 + 13 \times 0.3 + 2 \times 1.5]$$

$$P_{Tx-MIN} \geq -37.81 \text{ dBm}$$

Escogemos  $P_{Tx} = -20 \text{ dBm}$

Potencia de Recepción

$$P_{Rx} = P_{Tx} - [0.35 \times 6.538 + 5 \times 0.3 + 2 \times 1.5] = -26.7883 \text{ dBm}$$

**NODO SUR - NODO CENTRO****RECORRIDO 1 (Ruta Primaria)**

Distancia  $D = 4960$  mts.

Cable interno =  $2d_2 = 50$  mts.

Cable del equipo =  $2d_1 = 8$  mts.

El recorrido está dividido en:

TRAMO 1 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 2 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 3 = 1510 mts. con reservas de 100 mts.

TOTAL = 5510 mts.

Distancia Total =  $d_{TOTAL} = 5510 + 8 = 5518$  mts.

Coefficiente de atenuación de la fibra = 0.35 dB/Km

Número de empalmes = 4 empalmes

Número de empalmes de seguridad = 2 empalmes por tramo = 6 empalmes

Pérdida por empalme = 0.3 dB

Pérdida por conector = 1.5 dB

Sensibilidad del Receptor = -50 dBm

Margen de seguridad = 3 dB

$$(-50 + 3) \leq P_{Tx-MIN} - [0.35 \times 5.518 + 10 \times 0.3 + 2 \times 1.5]$$

$$P_{Tx-MIN} \geq -40.57 \text{ dBm}$$

Escogemos  $P_{Tx} = -20 \text{ dBm}$

Potencia de Recepción

$$P_{Rx} = P_{Tx} - [0.35 \times 5.518 + 4 \times 0.3 + 2 \times 1.5] = -26.1313 \text{ dBm}$$

**RECORRIDO 2 (Ruta Secundaria)**

Distancia  $D = 4040$  mts.

Cable interno =  $2d_i = 50$  mts.

Cable del equipo =  $2d_e = 8$  mts.

El recorrido está dividido en:

TRAMO 1 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 2 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 3 = 540 mts. con reservas de 50 mts.

TOTAL = 4540 mts.

Distancia Total =  $d_{TOTAL} = 4540 + 8 = 4548$  mts.

Coefficiente de atenuación de la fibra = 0.35 dB/Km

Número de empalmes = 4 empalmes

Número de empalmes de seguridad = 2 empalmes por tramo = 6 empalmes

Pérdida por empalme = 0.3 dB

Pérdida por conector = 1.5 dB

Sensibilidad del Receptor = -50 dBm

Margen de seguridad = 3 dB

$$(-50 + 3) \leq P_{Tx-MIN} - [0.35 \times 4.548 + 10 \times 0.3 + 2 \times 1.5]$$

$$P_{Tx-MIN} \geq -39.41 \text{ dBm}$$

Escogemos  $P_{Tx} = -20 \text{ dBm}$

Potencia de Recepción

$$P_{Rx} = P_{Tx} - [0.35 \times 4.548 + 4 \times 0.3 + 2 \times 1.5] = -25.7918 \text{ dBm}$$



## NODO NORTE - NODO SUR

### RECORRIDO UNICO

Distancia  $D = 8700$  mts.

Cable interno =  $2d_2 = 50$  mts.

Cable del equipo =  $2d_1 = 8$  mts.

El recorrido está dividido en:

TRAMO 1 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 2 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 3 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 4 = 2000 mts. con reservas de 200 mts.

TRAMO 5 = 1700 mts. con reservas de 150 mts.

TOTAL = 9700 mts.

Distancia Total =  $d_{TOTAL} = 9700 + 8 = 9708$  mts.

Coefficiente de atenuación de la fibra = 0.35 dB/Km.

Número de empalmes = 6 empalmes

Número de empalmes de seguridad = 2 empalmes por tramo = 10 empalmes

Pérdida por empalme = 0.3 dB

Pérdida por conector = 1.5 dB

Sensibilidad del Receptor = -50 dBm

Margen de seguridad = 3 dB

$$(-50 + 3) \leq P_{Tx-MIN} - [0.35 \times 9.708 + 16 \times 0.3 + 2 \times 1.5]$$

$$P_{Tx-MIN} \geq -35.80 \text{ dBm}$$

Escogemos  $P_{Tx} = -15 \text{ dBm}$

Potencia de Recepción

$$P_{Rx} = P_{Tx} - [0.35 \times 9.708 + 16 \times 0.3 + 2 \times 1.5] = -26.1978 \text{ dBm}$$

### 3.3.2. REQUERIMIENTOS DE VELOCIDAD DE BIT MAXIMA

Para el cálculo del ancho de banda máximo de la fibra debemos considerar la dispersión en una fibra monomodo, que está dada por la dispersión cromática y la dispersión modal. En la fibra monomodo la dispersión modal es despreciable. Para calcular la dispersión total:

$$\text{DISPERSION TOTAL} = \text{ANCHO ESPECTRAL DEL EMISOR} \times \text{DISPERSION CROMATICA}$$

Para nuestro diseño usamos un emisor con diodo LED en la banda de 1300 nm:

Ancho espectral del LED = 80 nm (Típico)

Dispersión cromática de la Fibra a 1300 nm  $\leq 9.2$  ps/nm-km

$$\text{DISPERSION TOTAL} = (80 \text{ nm})(9.2 \text{ ps/nm-km}) = 736 \text{ ps/km}$$

Empíricamente se ha encontrado que el mínimo periodo de bit (máxima velocidad de bit) que puede transmitirse debe ser no menor de 4 veces la dispersión total. Para nuestro caso el mínimo periodo de bit para cubrir la distancia de 1 km sería:  $(4)(736 \text{ ps/km}) = 2944 \text{ ps/km}$ . Esto significa una velocidad teórica máxima de 339 Mbps-km.

La máxima distancia a cubrir es de casi 10 km:

$$\text{MAXIMA VELOCIDAD DE BIT} = 339 \text{ Mbps-km} / 10 \text{ km} = 33.9 \text{ Mbps}$$

### 3.4. REDUNDANCIA FISICA Y LOGICA

#### 3.4.1. RUTA PRINCIPAL DE FUNCIONAMIENTO

Antes de entrar en detalle sobre la red, analizaremos la forma principal de funcionamiento de los equipos. Es decir, si no existe ningún problema, tal como caída de cables y otros, el enrutamiento se efectuará tal como muestra la figura 3.4. Tomemos en cuenta que existirá una redundancia física y lógica tal como lo señalaremos en los siguientes items. Pero primero tratemos el funcionamiento en condiciones normales de operación.

Notemos que si existe algún requerimiento de un ATM, este realizará su requerimiento hacia el nodo del cual está colgado. Entendamos por nodo al conjunto de equipos ubicados en los puntos principales de los sectores norte, centro y sur, estos son el router, el crosconector y los módems de referencia. Al efectuar dicho requerimiento, se produce un intercambio a nivel de paquetes tal como muestra la figura A.1. del Apéndice 1.

Si es que las fibras ópticas que forman las troncales principales no sufren ningún desperfecto, los datos serán crosconectados con los principios de la multiplexación TDM hacia el nodo principal donde se encontrará el controlador respectivo. (Ver figura 3.4)

Si una de las fibras fallara, la configuración de protección del nodo enrutará automáticamente la información del circuito por la fibra secundaria. Este arreglo es visible en la figura 3.5.

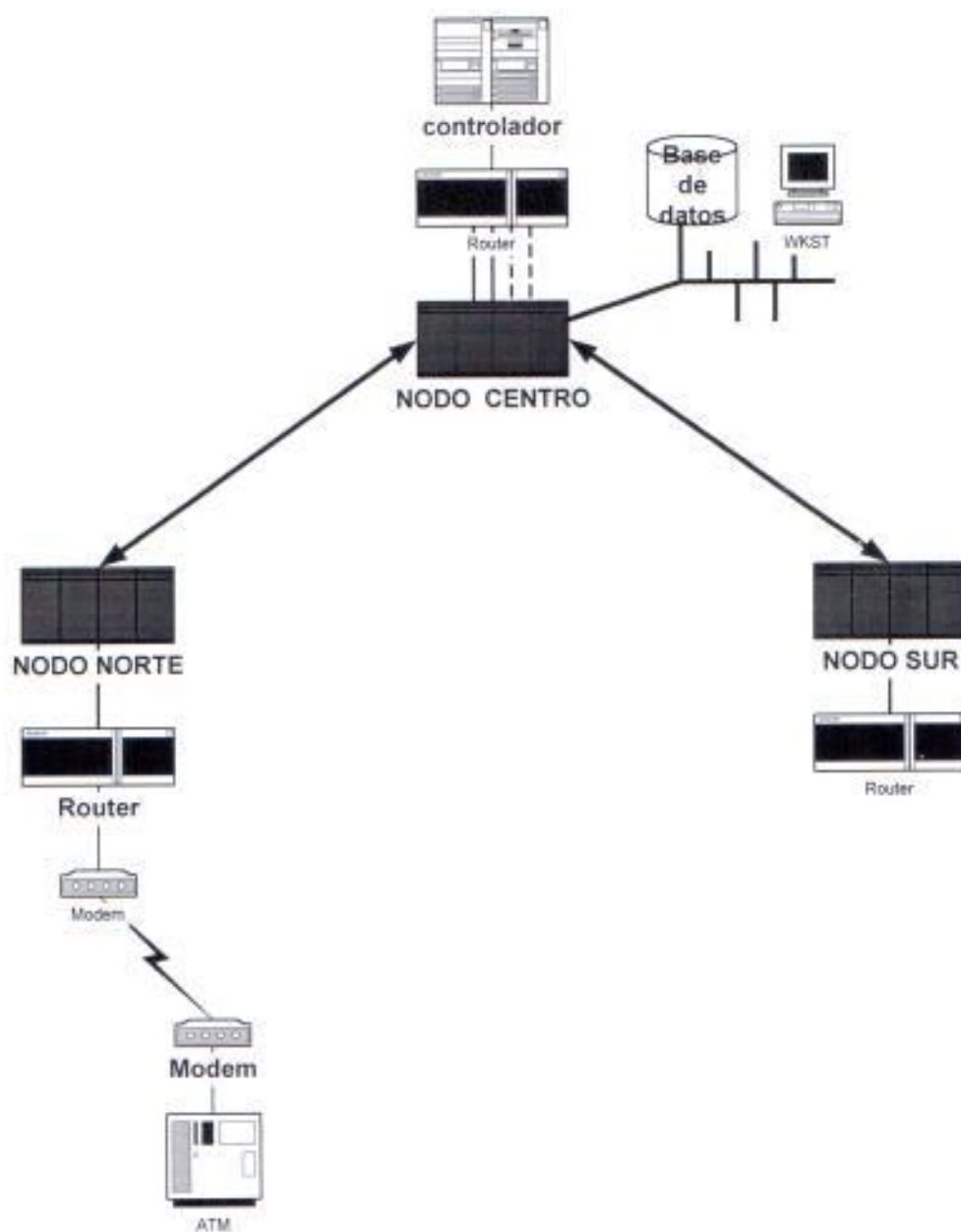
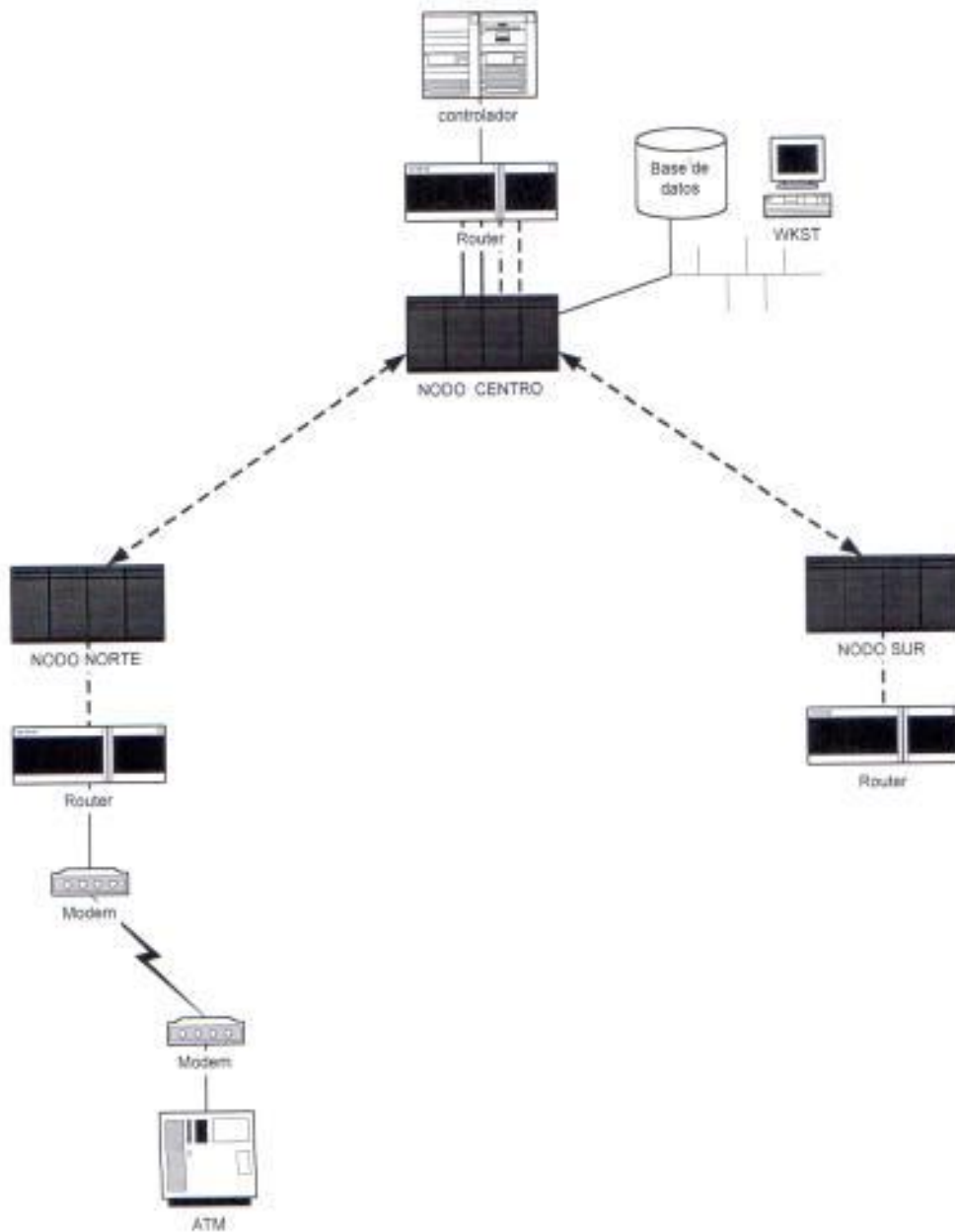


FIG. 3.4.- Enrutamiento principal de la red





**FIG. 3.5.- Redundancia física de la red**

Notar, tal como muestran las figuras 3.4 y 3.5 que esta es la redundancia física manejada a través de los nodos Martis. La redundancia lógica es mostrada en el siguiente tema.

### 3.4.2. REDUNDANCIA LÓGICA DE LA RED.

El fundamento del funcionamiento lógico está centrado en los routers. Éstos, en su tabla de rutas, dan prioridad entre las estaciones del puerto por el cual se enviará la información. La configuración, será mostrada en capítulos posteriores, sin embargo, anotaremos los puntos fundamentales del esquema.

El enlace principal que se manejará entre el nodo centro -donde está conectado el controlador- y los diferentes puntos se realiza mediante el protocolo FRAME RELAY con encapsulamiento ANNEX G. Aquí manejaremos agregados que llegan hasta 2 Mbps. En el sistema de backup el equipo sólo permite configurar puertos X.25 de forma tal que al recuperar la portadora el sistema reenvía toda la información al puerto principal.

En primera instancia, observemos las prioridades que el equipo muestra en la tabla de rutas según la figura 3.6.

La dirección a la que nos vamos a enlazar aparece en el primer campo. Si queremos enlazar con el nodo centro (nodo número 100 en nuestro diseño) en "Address" colocamos la dirección que va a ser llamada. A nivel de FRAME RELAY el enlace se hará con la 10098.

Cada destino define una prioridad de los puertos que vamos a configurar. Como primera prioridad usaremos el puerto FRAME RELAY y como segunda prioridad el equipo permite configurar al puerto en protocolo FRAME RELAY o como un puerto X.25. Si lo configuramos considerando el primer protocolo, contamos con la desventaja que si el enlace físico se restablece, el router debe ser reiniciado para que suba el enlace principal. Escogiendo la segunda opción, la conmutación será realizada automáticamente apenas el puerto detecte la portadora. Es por esto, que a pesar que baje el desempeño del diseño, escogeremos como Back-up el puerto X.25.

```

MOTOROLA - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Línea Transfer Ayuda

Entry Number: 24/1

Node: CENTRO      Address: 100      Date: 10-MAY-1999  Time: 10:13:19
Table Entry Examination: Entry 1      Page: 1 of 1

[1] Address: 10094
[1] #1 Destination: LCON
[1] #1 Priority: 1
[1] #2 Destination: (blank)
[1] #2 Priority: 1
[1] #3 Destination: (blank)
[1] #3 Priority: 1
[1] #4 Destination: (blank)
[1] #4 Priority: 1
[1] #5 Destination: (blank)
[1] #5 Priority: 1
[1] #6 Destination: (blank)
[1] #6 Priority: 1
[1] #7 Destination: (blank)
[1] #7 Priority: 1
[1] #8 Destination: (blank)
[1] #8 Priority: 1

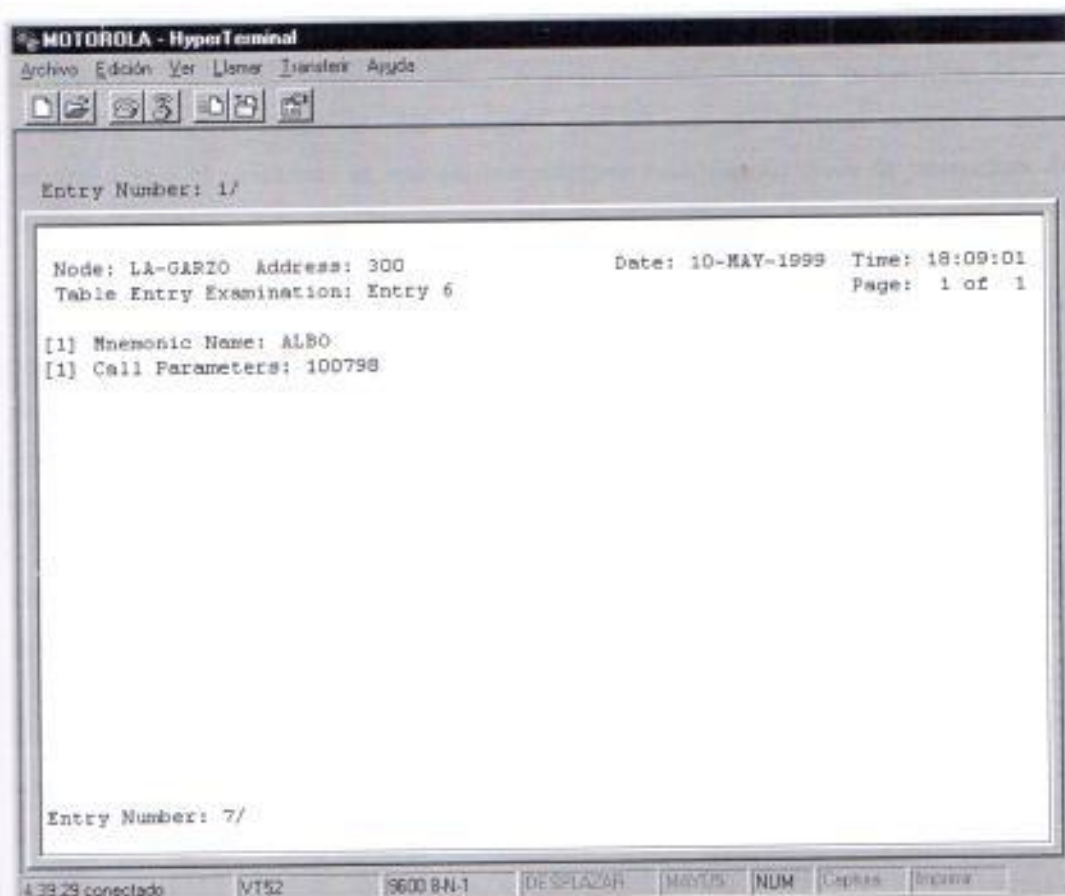
Entry Number: 2/_

2:31:49 conectado  VT52  9600 8N-1  DESPLAZAR  MAYUS  NUM  Copiar  Pegarse

```

**FIG. 3.6.- Prioridades en la tabla de rutas**

Cada una de las aplicaciones SDLC se conectarán con la ayuda de un nemónico que da una identificación única a dicho puerto. La forma como se presenta esta configuración en el router, se ve en la figura 3.7.



**FIG. 3.7.- Vista a los nemónicos SDLC en el router**

Con esta explicación, podemos ver como se maneja el enlace en el nivel lógico a través de los routers.

Supongamos que se establece un requerimiento de comunicación de cualquiera de los puntos en el nodo norte. Al hacer un requerimiento del sistema los paquetes serán enviados a la estación del puerto SDLC al cual van a estar conectados.

Gracias a la configuración interna propia del equipo, se establece un SVC entre la estación del puerto SDLC y la estación del puerto FRI que configuramos en la tabla de rutas. Notemos el sondeo de las señales. Este se realiza dentro del



mismo equipo, sin tener que enlazarse al controlador ubicado en el nodo principal. Cada estación FRI buscará localmente la presencia de un requerimiento de comunicación puesto que el camino virtual entre el nodo secundario y el principal se encuentra siempre establecido dada la presencia de la portadora.

Entonces se realiza el intercambio de datos tal como fue mencionado en el segundo capítulo. Sin embargo, ¿Cómo reaccionaría el router ante la ausencia de portadora? El equipo automáticamente enviará los datos a través del puerto que sea establecido como segunda prioridad. Y, dependiendo del número de prioridades, seguirá conmutando automáticamente.

De esta manera, tendremos tres posibilidades de conmutación de los paquetes que recibe el equipo:

- El enlace principal FRAME RELAY.
- Un enlace secundario X.25.
- El enlace de respaldo FRAME RELAY.

El tercer enlace se encaminará al nodo secundario siguiente para dirigirse al nodo principal. Dada la redundancia física y lógica descrita, las posibilidades de su uso son realmente pequeñas. Este tiene la desventaja de no poseer una conmutación automática como en el segundo enlace para retornar al camino principal. Si se quiere realizar esta acción debemos resetear el equipo, que, en nuestro ejemplo, es el nodo norte.

Una explicación gráfica de lo aquí mencionado lo encontramos en la figura 3.8, donde observamos todos los trayectos posibles a través de los cuales puede pasar el paquete de datos.



## CAPÍTULO 4

### DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.1. COMPOSICIÓN FÍSICA DEL NODO

El nodo que vamos a utilizar está formado por:

- Unidades comunes.
- Unidades con interfaces.

Las denominadas comunes son las unidades que se deben colocar en todos los tipos de nodos y las unidades con interfaces son usadas para algún fin en particular. En la siguiente figura podemos observar los principales elementos constitutivos del equipo que vamos a utilizar.

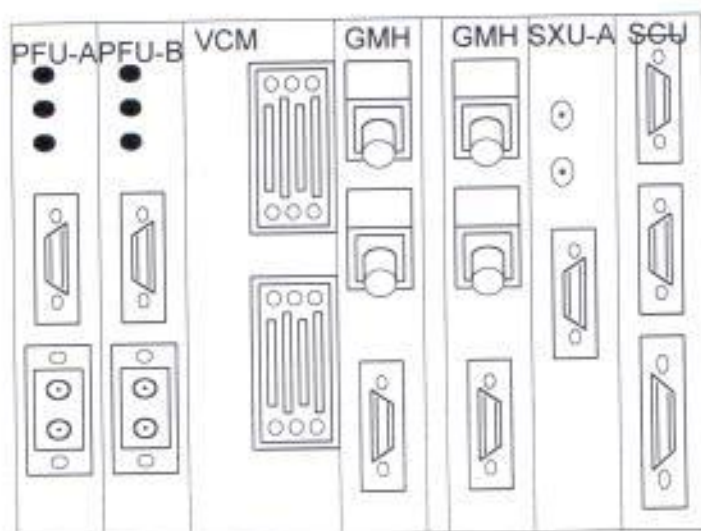


FIG. 4.1.- Nodo Básico

El equipo tiene 8 slots para colocar tarjetas que pueden ocupar uno o dos slots. Su tamaño es de aproximadamente 60 cm. de ancho por 25 cm. de alto.

Las unidades comunes son la PFU-A, PFU-B, la SXU y la SCU, mientras que la GMH y la VCM son interfaces que pueden ser colocadas de acuerdo al diseño de la red que se haga. Cada unidad posee una función específica, que detallamos a continuación.

#### 4.1.1. PFU-A Y PFU-B

Son las unidades de energía y se alimentan de una batería. Los elementos principales de su composición son los siguientes:

- Un conector en el panel frontal para la batería cuyo voltaje de salida está entre 30 y 60 V ó 19 y 32 V.
- Un conmutador frontal de potencia para el voltaje de entrada.
- Un fusible.
- Una fuente de potencia de 5 V duplicada para el bus de las unidades correspondientes.
- Dos leds indicadores de alarmas.
- Puntos de medición de voltaje de entrada y un punto de voltaje opcional de 5 V.
- Un conector indicador de los estatus de alarma del nodo.

El voltaje de entrada es distribuido de la batería del bus a todas las interfaces del nodo. Cada unidad tiene su propio módulo de voltaje. El voltaje es de 5 V en el bus y se usa en las unidades únicamente para los circuitos realizados con las diferentes interfaces.

Se puede tener otra unidad de voltaje que en caso de fallas conmute a la protección a través de un diodo.



## 4.2. ESTRUCTURA DE TRAMA Y MULTITRAMA

Las estructuras de trama y multitrama que se usan para el diseño son las siguientes:

- 8448 kbit/s=132 TS
- 2048 kbit/s= 32 TS
- $n \cdot 64$  kbit/s= nTS

TS es la sigla de Time Slot<sup>5</sup>. El time slot es el canal de datos usado en la multiplexación TDM. Nuestro diseño será efectuado usando tramas de 2048 kbit/s, por lo que la explicación subsiguiente será basándonos en los conceptos concernientes al manejo de tramas y multitramas a esta velocidad.

### 4.2.1. LA ESTRUCTURA DE LA TRAMA A 2048 KBIT/S

La trama de 2048 kbit/s sigue la norma G.704 de la ITU-T. Esta trama está conformada por 30 time slots. El primer time slot de la trama, ts0, contiene la Palabra de Sincronismo de Trama (FSW). Los bits de la palabra de sincronismo de trama tienen diferente significado que el resto de los otros bits de la trama. Algunas contienen la señal de alineamiento de trama y otras especifican un bit de esta palabra como la señal de alineamiento de trama, un bit como la alarma lejana y otros cinco bits especiales. Cuatro de esos bits son recomendados para el uso del canal HDLC interno del nodo. Las funciones de estos bits se definen mediante software. Cuando el chequeo del CRC está activo el primer bit del Time Slot ts0 de todas las tramas es usado para dicha revisión y no pueden ser definidos en la interfaz del usuario para otros propósitos.

<sup>5</sup> Definase como time slot al canal de datos con un determinado ancho de banda usado en la multiplexación estadística TDM

El primer bit ts0 de los 16 time slots consecutivos forman la multitrama de CRC que tiene un total de 16 tramas. Esta multitrama tiene seis bits de sincronismo de trama, ocho bits para la suma del chequeo del CRC y dos bits para transmitir la información de los bloques de errores lejanos. Una suma del chequeo es calculada de manera separada por ambos grupos y enviada durante el siguiente ciclo. La detección y la corrección de errores a través de la técnica del CRC es realizada continuamente de forma tal que si un bloque con falla es detectado, la información de error es enviada al extremo lejano y recibida por el correspondiente bloque que genera una alarma de error colocando en un estado de cero la transmisión, reenviando la primera multitrama. Más adelante detallaremos con un diagrama de flujo el funcionamiento global de esta técnica de corrección de errores usada por el equipo.

Los Time slots ts1 al ts15 y ts17 al ts31 son reservados para envío de datos. Cada Time Slot tiene su palabra de señalización correspondiente con una longitud de 4 bits, que se transmite en el time slot ts16 de una multitrama. Los bits del Time Slot ts16 pueden ser utilizados para otras funciones si la capacidad de señalización no los incluyen y son requeridos para datos.

La longitud de la multitrama es de 16 tramas. Con la multitrama el primer time slot ts16 en la primera trama es usado para transmitir la palabra de sincronismo de multitrama (cuatro bits en el estado cero "0"), la alarma lejana de multitrama y tres bits especiales. La función de los bits especiales puede ser definida en la interfaz del usuario. Es recomendado configurar los bits uno a uno cuando no son usados. El time slot ts16 de las otras tramas transmiten señales de datos para 2 time slots cada uno (cuatro bits de cada time slots de datos).

No olvidemos que el canal HDLC puede ser ubicado en cualquier time slot libre donde puede ocupar un número requerido de bits. La capacidad de transmisión de un time slot se toma en cuenta que un bit del time slot puede tener 8 kbit/s de datos que multiplicado por la capacidad total de 8 bits en un time slot obtendríamos 64 kbit/s en un sólo time slot.

### 4.3. MUX/DEMUX

En una transmisión digital es posible realizar la combinación de canales de datos y enviarlos en la misma línea de transmisión usando diferentes estructuras de tramas. La trama consiste en señales de alineamiento enviadas en intervalos regulares y los canales de datos localizados en una posición definida con anticipación entre las señales de alineamiento. La señal de la trama alineada consiste en un determinado patrón de bits, donde el receptor buscará el flujo serial de datos recibidos. Cuando el receptor la encuentra, la señal de alineamiento de trama es sincronizada y es posible extraer los canales de datos cargados y ubicarlos en las posiciones deseadas. Las señales de alineamiento de tramas repetidas en intervalos regulares dividen los datos transmitidos en las tramas que tienen una estructura definida para cada velocidad de transmisión. La frecuencia de repetición de la trama es de 8 kHz de tal forma que las tramas de diferente longitud que contienen diferentes números de bits, pueden ser usadas para diferentes velocidades de transmisión. Una multitrama es creada cuando diferentes tramas consecutivas son combinadas en una estructura de trama que posee una segunda señal de alineamiento de trama que es repetida a una frecuencia más baja. Por citar un ejemplo, la señalización transmitida en una estructura de multitrama que contiene 16 tramas repetidas se lo hace a una frecuencia de 500 Hz.

Un sincronismo más confiable en el receptor se da cuando se realiza una verificación más efectiva de errores. Una de estas técnicas es la dada por la suma de los diferentes muestreos de error, o lo que comúnmente denominamos como chequeo del CRC, de esta manera, monitoreamos la calidad de la transmisión. El chequeo del CRC se realiza entre los datos de la transmisión final dividido para un patrón dado por el valor binario de los bloques de datos de un receptor limpio, el cual desarrolla el correspondiente cálculo y compara el resultado con el resultado recibido de la línea. La transmisión del bloque de datos no tiene errores cuando el resultado es igual. Si existe alguna diferencia en los resultados, entonces el bloque de datos recibidos contiene uno o más errores. El chequeo del CRC puede ser realizado por un bloque de



datos de una trama, o por un bloque de datos consistente en diferentes tramas que son de una estructura multitrama.

La suma del chequeo del CRC es usada para verificar la confiabilidad de la sincronización contando el número de errores que contienen los bloques recibidos consecutivamente teniendo como patrón un número definido de bloques. Si el número de bloques erróneos excede el valor de probabilidad, es posible que el receptor sea sincronizado en una posición errada de la trama que está siendo enviada. Entonces el receptor es forzado a hacer una nueva búsqueda de la palabra de sincronismo de trama y abandonar el así llamado "**simulating frame synchronization word**", es decir, una simulación de un estado correcto de la palabra de sincronismo.

La calidad de transmisión es medida como un porcentaje de error por los contadores de los bloques con falla recibidos de un número dado de bloques. El método de la suma del chequeo de CRC es factible cuando el porcentaje de error de transmisión es tan bajo que existe como máximo un error transmitido en el promedio de un bloque chequeado.

La comunicación interna de los nodos está basada en canales HDLC los cuales son añadidos a las señales de la trama. La unidad procesadora puede transmitir y recibir mensajes de y hacia otro nodo con los canales del controlador HDLC conectado a ambas interfaces de tramas de la unidad. Usualmente los mensajes son enviados por el bus de control a las otras unidades donde son procesadas o a través de los cuales son enviadas a los otros nodos. La velocidad de transmisión de los canales HDLC puede ser seleccionada entre los 4 kbit/s a 64 kbit/s, dependiendo de los requerimientos y la capacidad de transmisión disponibles.

En adición a la palabra de sincronismo de la trama y los canales de transmisión de datos, las estructuras de tramas también incluyen algunos bits que no tienen una función específica o no son usados por la aplicación. Estos bits pueden ser usados para funciones internas definidas por el usuario.



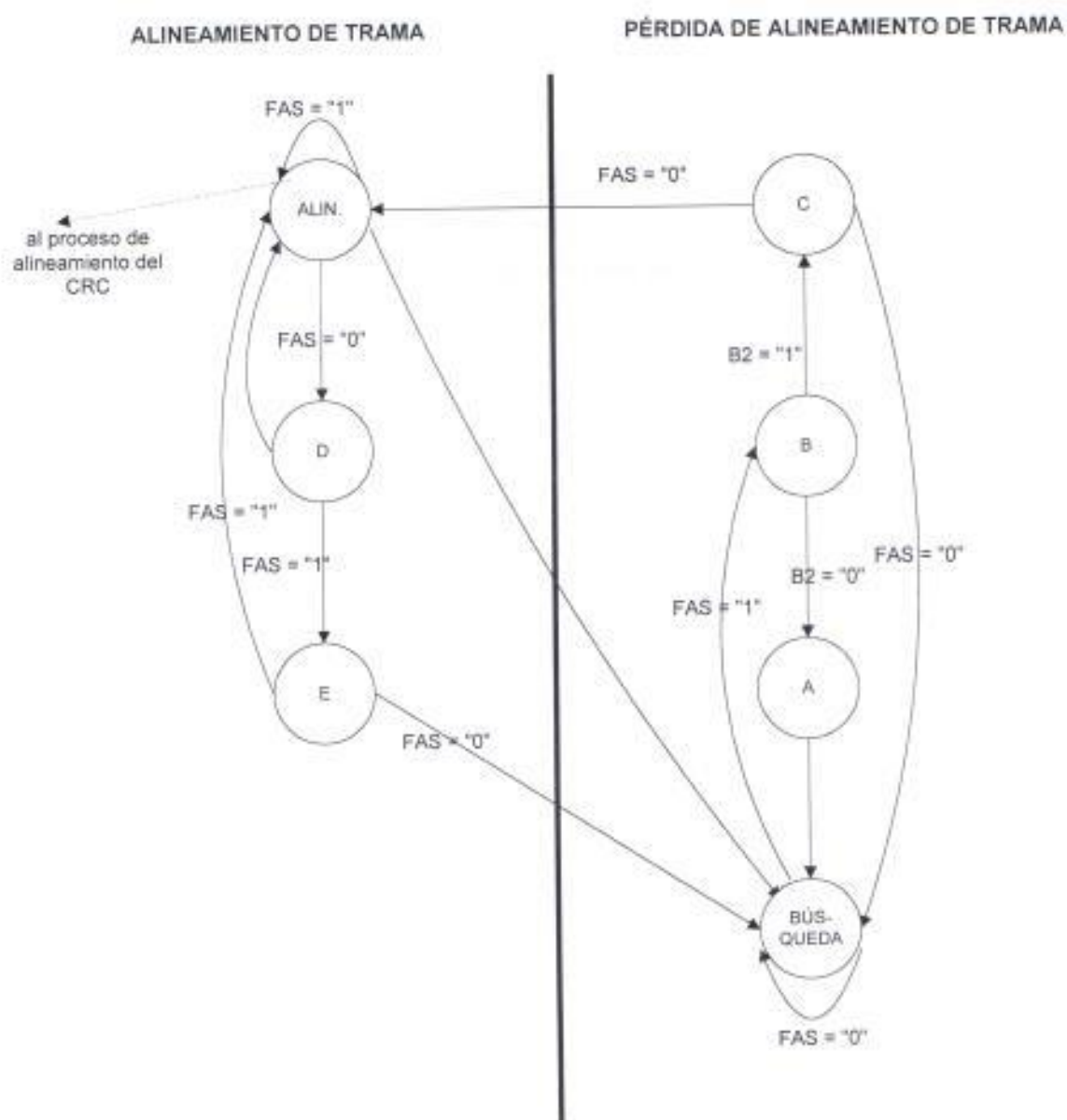
#### 4.4. MULTIMEPLAXIÓN Y DEMULTIPLEXACIÓN DE TRAMAS A 2048 KBIT/S

La trama a ser transmitida es multiplexada en una trama del mux (Frame Mux) y sincronizado por el reloj de transmisión  $T_x$ . Los datos a ser transmitidos son recibidos a través del X-bus (bus de croconexión) en el buffer de transmisión, donde el Frame Mux coge los datos. Un time slot en el tiempo es controlado por el bus que direcciona la trama de reloj. El time slot  $ts_0$  puede así ser recibido en el buffer de transmisión desde el bus de croconexión, donde usualmente la señal de alineamiento de trama es generada en el Mux. Los otros bits del  $ts_0$  son leídos en la trama de transmisión desde posiciones definidas a través de la interface del usuario. Los datos de la primera trama en la señalización de multitrama son generados en el Mux y el time slot de señalización es recibido por el buffer de transmisión desde el X-bus. Antes de ser la trama transmitida, la suma del chequeo del CRC es calculada y la estructura multitrama del CRC es colocada en el primer bit del time slot  $ts_0$ .

El receptor podrá buscar la señal de alineación de la trama en la señal decodificada recibida. Cuando se encuentra la alineación en la posición correcta en una serie de tramas consecutivas, el receptor es sincronizado y la trama demultiplexada. La búsqueda de la alineación de la trama es desarrollada de acuerdo con el diagrama de estado mostrado en la figura 4.2. que puede asegurar que el receptor será correctamente sincronizado en todas las condiciones de ruido.

En dicho diagrama de estados vemos dos condiciones: cuando se encuentra la alineación de la trama y cuando ésta se pierde. Si se pierde dicha alineación se genera una alarma y los datos del X-bus (bus de croconexión) son puestos en estado de AIS. El lado izquierdo muestra el receptor como es sincronizado para recibir la trama y como no existe ninguna pérdida de sincronismo la alarma está inactiva. En el modo de búsqueda continua de la alineación la palabra de sincronismo en estados consecutivos de sondeo puede ser encontrada la trama correcta de alineación. Si en un estado posterior vemos que el time slot  $ts_0$  en la siguiente trama puede tener el bit B2 en estado 1, entonces la palabra de sincronismo de trama nuevamente tiene que estar en la posición correcta en la siguiente trama, y únicamente entonces la trama es sincronizada. Si algunas de estas condiciones no son completadas, la búsqueda es

repetida desde el principio. Cuando la trama es sincronizada, la alarma de la trama se desactiva y al mismo tiempo el AIS es removido de la fuente de datos del bus de croconexión.



**FIG. 4.2.- Chequeo del CRC**

Cuando se obtiene la alineación de la trama, el receptor monitorea las palabras de sincronismo de trama. El alineamiento de trama es considerado perdido si una palabra de sincronismo de trama corrupta es recibida en tres tramas consecutivas. En estos casos la alarma de sincronismo de trama es activada y una nueva búsqueda del alineamiento de trama es iniciada. El receptor monitorea además el estado del bit B2 en el time slot ts0 las tramas extrañas. El alineamiento de trama es considerado perdido si el bit B2 es 0 en tres tramas consecutivas.

El número de palabras de sincronismo de tramas erradas es contado por el receptor en orden al cálculo del porcentaje de error de la conexión. Normalmente, el límite de porcentaje de error es  $10^{-3}$ . Si el porcentaje de error excede este valor, la recepción es inhibida y el receptor es colocado en estado de AIS y el bus de croconexión activa la alarma de porcentaje de error. El porcentaje de error no se calcula si se pierde el alineamiento de trama.

El estado de los bits pertenecientes a los datos recibidos es monitoreado dependiendo de la detección del AIS. Los datos recibidos son considerados en estado AIS si al menos tres bits en estado cero "0" durante dos tramas y se activa la alarma correspondiente. El bit de la alarma lejana es extraído del time slot ts0 en la trama recibida. El bit de alarma es filtrado de igual forma en tres estados idénticos en las tramas consecutivas que son requeridas para cambiar el valor filtrado. El valor del filtro activa las funciones definidas de las alarmas respectivas.

En condiciones de recepción anómalas, el receptor transfiere la información correspondiente al transmisor que activa el bit de alarma lejana en el time slot ts0 transmitido.

El chequeo del CRC es usado para incrementar la seguridad en el alineamiento de la trama y prevenir sobrelapamientos en palabras simultáneas que se dan en la búsqueda del sincronismo de la trama. El receptor es sincronizado en la primera palabra encontrada. Si esta palabra detectada es enviada por algún equipo de datos en un slot y está además en el mismo periodo, el receptor puede falsamente sincronizar simultáneamente la palabra de sincronismo.



El diagrama de estado de alineamiento de multitrama del CRC se muestra en la figura 4.3. que muestra el diagrama de estado de búsqueda de alineamiento a 2048 kbit/s. Cuando el alineamiento es encontrado, el receptor empieza la búsqueda para la señal de alineamiento de multitrama del CRC. El alineamiento de multitrama del CRC es encontrado cuando el receptor localiza dos alineamientos de multitrama del CRC en la posición correcta en un periodo de 8 ms. Entonces empieza el conteo de errores. Si dos señales de alineamiento de multitrama con CRC no son encontrados en un periodo de 8 ms, entonces un nuevo alineamiento de trama comienza y la alarma de sincronismo de trama es activada.



FIG. 4.3.- Chequeo de CRC en multitrama



El receptor empieza a contar los bloques con errores cuando el alineamiento de multitrama es encontrado. La alarma se activa si existen 914 bloques erróneos en 1000 bloques transmitidos.

La señalización de multitrama está en el ts16 de 16 tramas consecutivas. Los primeros cuatro bits de ts16 en la primera trama forman la palabra de sincronismo de multitrama. Estos bits son ceros. Los otros bits del ts16 contienen información de señalización de los time slots.

La búsqueda de la señal del alineamiento de multitrama empieza cuando el alineamiento de trama es encontrado. Cuando los primeros cuatro bits del time slot ts16 son ceros, entonces existe el alineamiento correspondiente. Si uno de los cuatro bits es uno, entonces da como resultado un falso alineamiento de trama. La señal de AIS es removida del bus de croconexión y la alarma de multitrama enviada al extremo lejano es desactivada cuando el alineamiento es encontrado.

Al ser sincronizada la multitrama la función de monitoreo de la palabra de alineamiento de multitrama es activada. Si se hallan dos errores consecutivos en las palabras de sincronismo, el alineamiento de multitrama se pierde. En el estado de sincronización los contenidos de todos los time slots ts16 son monitoreados, y si todos los time slots t16 en una de las multitramas contienen ceros el alineamiento de trama es considerado perdido, activándose la alarma correspondiente. Los datos de señalización del bus de croconexión generan una señal de AIS y la alarma lejana es activada (ts16/B6).

La alarma lejana es extraída de la señal del time slot de sincronización de multitrama. La alarma es filtrada y si en tres tramas consecutivas se dan iguales condiciones, el valor del filtro cambia. Si el filtro es igual a 1, se activa la alarma. A través de la interface del usuario es posible definir que tipo de alarma originó la señal de AIS. En tales casos, la alarma de trama del extremo lejano colocará la señalización de AIS directamente en el bus de croconexión.

Si el sincronismo de señalización de multitrama se pierde, el time slot de señalización de los datos recibidos es monitoreado de tal manera para detectar la señal de AIS. Una señal es considerada AIS si el time slot de señalización durante una multitrama contiene únicamente un bit, o, en su defecto, ningún bit con un valor de cero lógico.

#### **4.5. INTERACCIÓN ENTRE MÓDULOS E INTERFACES**

El bus del procesador enlaza a los diferentes módulos de las interfaces existentes en la unidad. Debido a esto es posible reconocer los diferentes módulos colocados.

En la dirección de recepción el módulo de la interface regenera la señal codificada recibida de la línea de transmisión y transforma la señal en un nivel digital. El módulo monitorea el nivel de la señal recibida, si es sumamente baja se pierde por completo y el módulo introduce una señal de AIS a la unidad al mismo tiempo activa una señal de alarma de pérdida a través del bus del procesador.

El reloj de dirección de recepción es recobrado de los datos en el módulo de la interfaz. El reloj es suministrado a la unidad, la cual usa su decodificador de línea y demultiplexa la trama. Si esta no recibe señal, el módulo de interface reemplaza el reloj de recepción con el reloj de transmisión.

La unidad genera la estructura de trama para los datos en la dirección de transmisión. El código de línea de los datos es generado en la unidad por la interface G.703 y por las interfaces ópticas. El código digital de los datos es conectado a la interface del módulo, donde es convertida a un nivel de señal de línea. Los datos NRZ para las interfaces de banda base son conectados en el módulo de dicha interfaz, donde es codificada y transformada en una señal de nivel de línea.

El reloj de transmisión para 2048 kbit/s es generado por el cristal oscilador denominado "phase/locked" que está ubicado en el módulo de interfaz, tal como se ve en la figura 4.4.

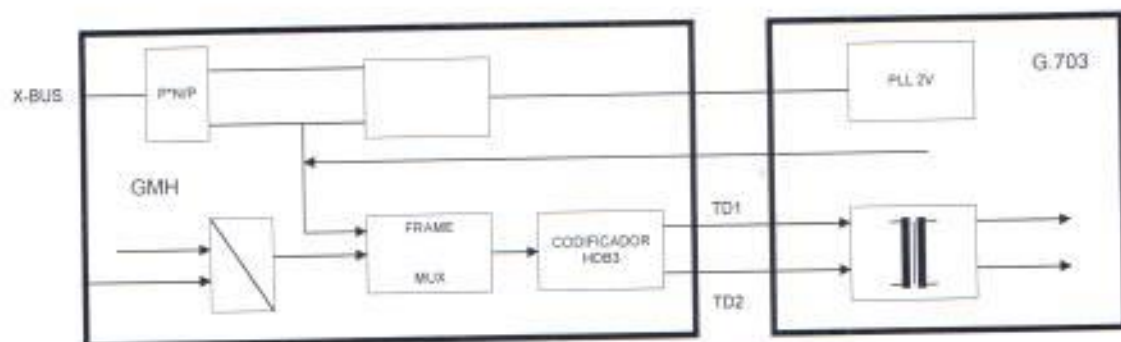


FIG. 4.4.- Transmisión del reloj a 2048 kbit/s

#### 4.5.1. MÁSCARA DEL RELOJ DE SALIDA A 2048 KHZ

La máscara está dada por la figura 4.5.

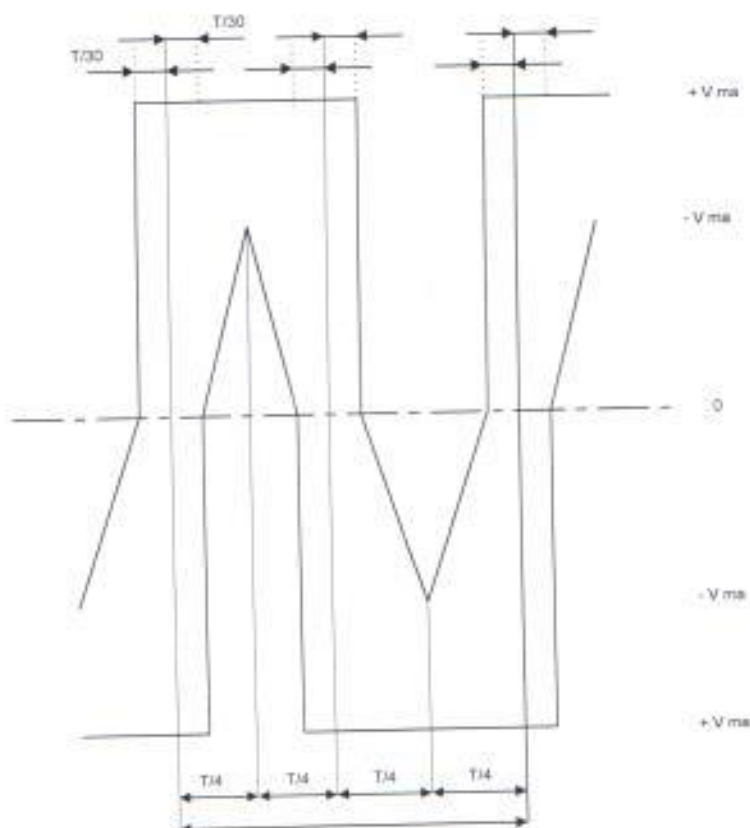


FIG. 4.5.- Máscara del reloj a 2048 kHz.

Donde el voltaje mínimo es 0.75 voltios y el voltaje máximo es 1.5 voltios a  $75\Omega$  y si es a  $120\Omega$  el voltaje mínimo es 1 voltio y el máximo 1.9 voltios y T es el periodo establecido a 2048 kHz.

#### 4.6. LA UNIDAD DE CROSCONEXIÓN (SXU)

La unidad de crosconexión se denomina SXU y cumple con las siguientes funciones:

- Crosconexión de los canales XB y XD.
- Control de subracks.
- Interface para relojes interno y externo.
- Oscilador de reloj
- Reloj de referencia
- Selección de la señal de reloj externa.

Ejecuta los comandos de crosconexión integrados bajo software en las siguientes direcciones:

- Conexión bidireccional de Unidad/interface/(TS/bits).
- Conexión unidireccional de Unidad/interface/(TS/bits).

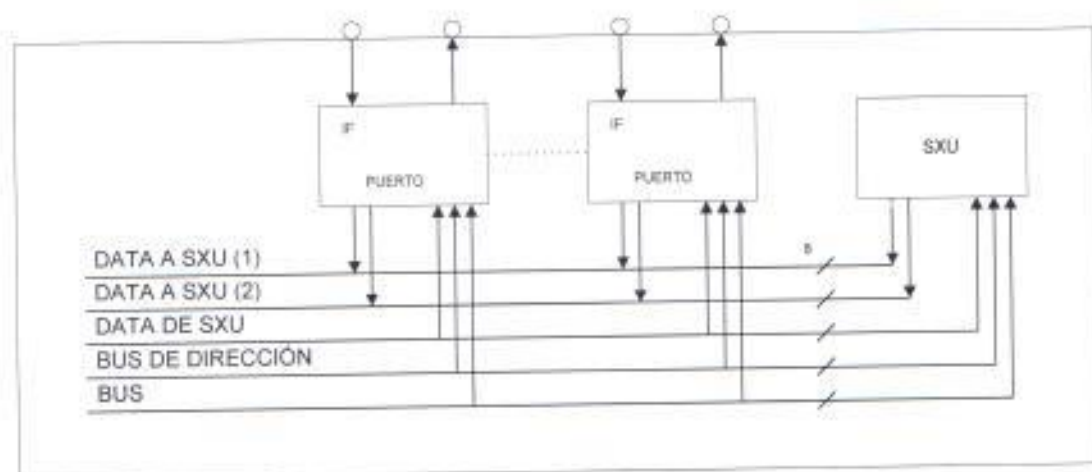
El puerto de crosconexión de una interface que no posee tramas, (en nuestro caso la VCM) es definido usando la definición propia de la unidad o la interface. Los bits de crosconexión en el puerto que maneja la trama G.704 son realizados usando la definición de TS y la máscara.

La crosconexión es hecha en la matriz de conmutación de la unidad SXU. El bus de crosconexión contiene 1043 time slots disponibles para realizar circuitos o para otros fines que defina el usuario. Los bits de las diferentes unidades son recogidos a través de este bus. El conmutador de crosconexión combina (realiza la crosconexión). El retardo resultado de la crosconexión es de  $125\ \mu\text{s}$  u 8 kHz.



#### 4.6.1. EL BUS DE CROSCONEXIÓN

El bus de crosconexión opera sincrónicamente. El bus de datos de la unidad crosconectora opera con doble redundancia. El SXU provee el reloj (16896 kHz) del bus, de la trama (8 kHz) y la multitrama (0.5 kHz). La unidad de crosconexión intercambia datos con las unidades que son colocadas en una dirección del canal en el X-bus que activa los buffers de datos del correspondiente canal. La recepción y la transmisión de datos son dirigidas en buses de 8 bits totalmente separadas. La figura 4.6. demuestra la interconexión de este bus.



**FIG. 4.6.- Interconexión de los diferentes buses del crosconecador**

El bus de crosconexión es dividido en 1056 time slots (tsB) numerados del 0 al 1055. La capacidad de cada time slot es de 64 kbit/s. Cada uno de los ocho bits en el tsB puede ser considerado como un canal separado de 8 kbit/s. Para el canal de crosconexión XD arriba de 32 tsBs pueden ser más de 16 tramas a través de la multitrama. Los time slots son crosconectados bit a bit creando canales de  $n \cdot 0.5$  kbit/s.

Cinco time slots son reservados para el monitoreo del nodo. Los 1051 time slots restantes son reservados para la crosconexión de datos, según lo podemos observar en la figura 4.7.

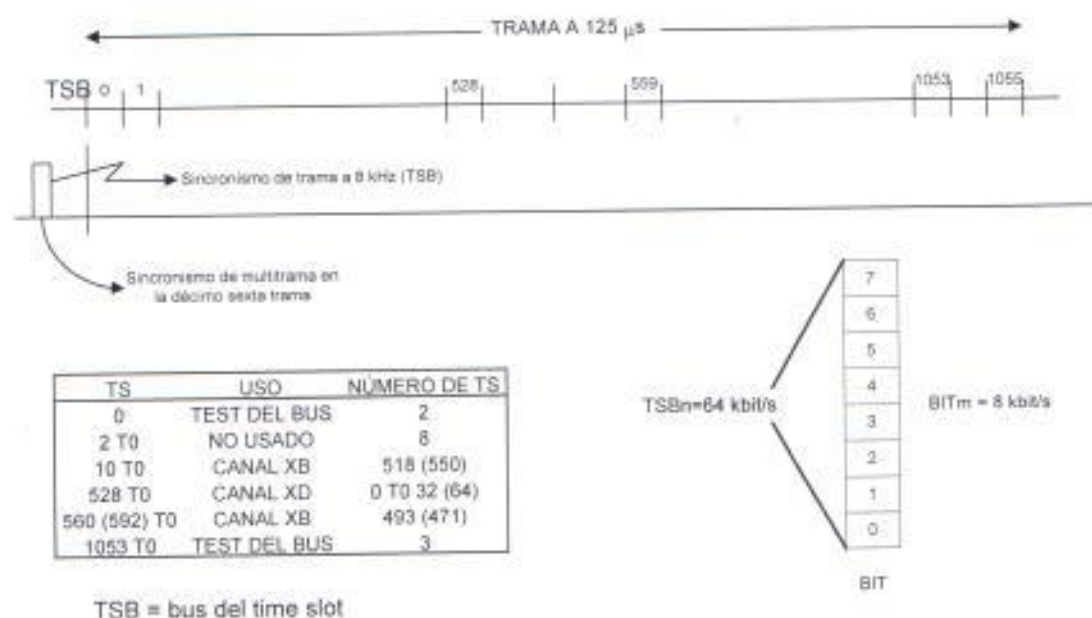


FIG. 4.7.- Trama a 125 $\mu$ s y el Time Slot

#### 4.6.2. UBICACIÓN DEL BUS DE CROSCONEXIÓN

La capacidad del bus de crosconexión está dada por el software del SXU configurado de acuerdo a los parámetros del puerto que lo catalogan como pares o impares.

##### 4.6.2.1. PUERTOS PARES

Los puertos de 2048 a 8448 kbit/s en la unidad GMH puede ser ubicados uniformemente provistos de un mínimo retardo. El operador crea una locación uniforme escogiendo 2 tramas en el buffer de recepción. La longitud del buffer es el resultado de una ubicación par.

Cuando el operador configura y bloquea los parámetros en un puerto par, la capacidad del bus es localizada de acuerdo a la velocidad de transmisión de dicho puerto. Esta capacidad puede ser variada únicamente desbloqueando el puerto.

El bus de crosconexión es dividido en ocho grupos pares de 8448 kbit/s constituidos por todos los time slot del bus 8. Un grupo 8448 kbit/s puede también ser dividido en cuatro puertos 2048 kbit/s fijos y pueden ser bloqueados en un subrack.

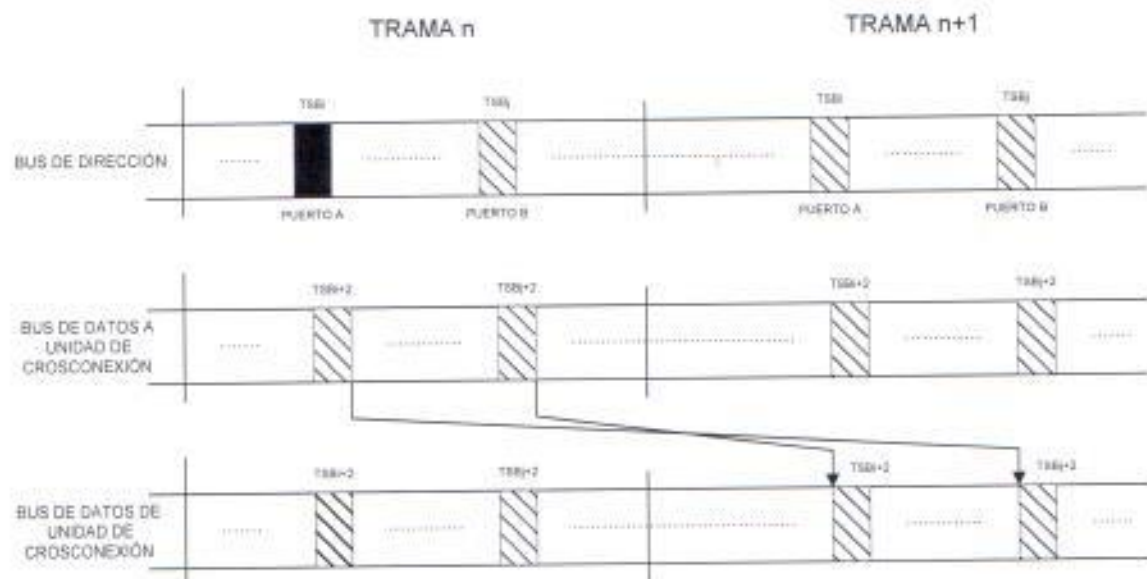
#### **4.6.2.2. PUERTOS IMPARES**

Los puertos 2048 y 8448 kbit/s pueden ser colocados en puertos impares si el buffer de recepción no es mayor a dos tramas. Este puerto posee como característica que no reserva los time slots para los canales XB hasta que los time slots son crosconectados. Posiblemente un time slot XB es reservado cuando el puerto es bloqueado. Más de 32 puertos impares con velocidad de 2048 kbit/s pueden ser localizados en el nodo si una parte de los time slots son crosconectados y si la capacidad de señalización no es limitada.

#### **4.6.3. MANEJO DE SEÑALES EN EL PROCEDIMIENTO DE CROSCONEXIÓN**

##### **4.6.3.1. CANAL A 64 KBIT/S. CONEXIÓN EN EL CANAL XB**

Al realizar la SXU la crosconexión de un byte entre dos puertos de 64 kbit/s se realizan los pasos que vamos a señalar. Adicionalmente, la figura 4.8. muestra la dirección de datos desde el puerto A al puerto B.



**FIG. 4.8.- Diferentes buses de datos en la crosconexión**

Cuando el usuario bloquea los parámetros del puerto este último se localiza inmediatamente en el tsB. El operador crea la crosconexión entre dos puertos.

En cada trama del bus para los puertos A y B:

- La salida de la SXU desde la dirección del puerto a la dirección del bus.
- La SXU lee una dirección de crosconexión desde una dirección de memoria y usa la dirección leída en un byte de datos desde la memoria de datos.
- El puerto y la SXU intercambian un byte de datos.
- La SXU escribe el byte recibido en la memoria de datos.
- El puerto envía el byte recibido en la interface de acceso. El restado de los canales XB en la SXU es de una trama (125  $\mu$ s.) El retardo total a través del nodo incluye los retardos en el buffer de las interfaces de las diferentes unidades.



#### 4.6.3.2. CONEXIÓN CON CANALES XB DE 8 KBIT/S

Los datos se intercambian a través del X-BUS de forma similar a la señal de 64 kbit/s. Todo el byte es siempre transferido. La SXU ensambla un byte bit por bit durante ocho time slots consecutivos. Los bits, los cuales no han sido croconectados, son puestos en estado uno "1". El retardo en la señal es una trama.

#### 4.6.3.3. CONEXIÓN CON CANALES XD a 0.5 KBIT/S

El procedimiento es similar al anterior, pero se diferencia en que la estructura de multitrama es empleada. El retardo de la SXU es de una multitrama (2 ms).

#### 4.6.4. UNIDAD DE CROCONEXIÓN

La unidad de croconexión contiene dos matrices de croconexión a las que llamaremos XCM. Cada una de ellas tiene conexiones que las distinguen una de la otra. El software de la unidad de croconexión asigna la tarea de forma adecuada a cada XCM.

La señal de bus DR en el buffer de datos se transfiere a la matriz de croconexión. Cualquiera de las salidas de las de las XCM coloca un octeto en cada TSB croconectado en el bus DT.

La capacidad de croconexión de la unidad principal está dada por:

- Conexiones de  $1043 \times 64$  (66752) kbit/s de  $n \times 64$  kbit/s (octetos). (Capacidad total).

La salida de la capacidad total puede ser también estimada como:

- Conexiones de  $32 \times 64$  (2048) a  $n \times 0.5$  kbit/s (señales del canal asociado).
- Conexiones de  $95 \times 64$  (6080) kbit/s a  $n \times 8$  kbit/s (bit).

Cuando calculamos la capacidad de una conexión, añadimos a ambos finales de la conexión al requerimiento de la capacidad. Por ejemplo a los dos puertos mostrados en la sección 5.6.4.1 cada uno requiere octetos de 64 kbit/s.

#### 4.6.4.1. MATRIZ DE CROSCONEXIÓN 0.

La XCM0 conecta todos los canales XB a n\*64 kbit/s (totalmente no bloqueados).

El bus de datos DR es escrito en el buffer de memoria, que posee dos tramas de longitud, usando una dirección del contador de trama. Los datos son leídos del buffer con una dirección, obtenida de la memoria de direcciones para la crosconexión. El procesador de la unidad escribe la dirección de crosconexión cuando la crosconexión es creada.

Cada tsB crosconeca una dirección de puerto y una posible dirección de ts (en las interfaces con tramas) son leídas en una dirección de puerto en memoria. La dirección es repetida en toda la trama. Diferentes velocidades de acceso (a rangos muy bajos) en las interfaces en la misma unidad de interface pueden compartir el bus del time slot. Por ejemplo ocho puertos de 8 kbit/s en un tsB (la subvelocidad de acceso de las interfaces es como máximo 4.8 kbit/s usando una velocidad de puerto de 8 kbit/s).

El número de puertos que pueden ser compartidos por los time slots Xd pueden usar la misma dirección de puerto y activarse ellos mismos en una parte de la trama.

XCM0 contiene contadores de trama y multitrama, los cuales son alimentados por el contador del XBUS. El contador de trama y multitrama de la XCM1 es sincronizada en el XCM0.

#### 4.6.4.2. MATRIZ DE CROSCONEXIÓN 1

La XCM1 provee canales XD  $n \cdot 0.5$  kbit/s y  $n \cdot 8$  kbit/s en las conexiones del canal XB. Ambos tipos de conexiones son conectados bit a bit. La capacidad total es de 127 time slots (ts) por trama (8128 kbit/s).

El rango de 0 kbit/s y 2048 kbit/s puede ser usado para canales XD (totalmente no bloqueados). En los time slots XD la señal del bus DR es escrita en dos multitramas en el buffer de memoria.

La capacidad máxima para  $n \cdot 8$  kbit/s en los canales XB es 95 TS (time slots) por trama (6080 kbit/s). Todos los puertos en el nodo con la unidad de croscconexión deben ser bloqueados como puertos no uniformes.

XCM1 produce un byte de croscconexión en todos los octavos tsB durante la trama y transfiere el byte temporalmente en el buffer interno. Todos los bits en el byte son procesados uniformemente si algunos bits no son croscconectados (estos adoptan un valor de uno "1" lógico). Los bytes son leídos del buffer interno a la dirección usada en el bus de croscconexión desde una dirección auxiliar de memoria. Los bytes XD son leídos del buffer en el tsB 528 al 559.

#### 4.6.4.3. UNIDAD DE CONTROL

El procesador de la unidad de croscconexión lo enlaza al bus de control de subrack por un controlador HDLC. La SXU almacena los comandos de croscconexión y los parámetros de puerto de una unidad de interface en una memoria no volátil. La unidad restaura los valores si existe una falla en la potencia.

La memoria no volátil tiene 128 kbytes para salvar los datos de croscconexión y los parámetros del puerto. La croscconexión puede repetidamente ser borrada e ingresada sin sobrepasar la capacidad dada. El núcleo del código del programa es almacenado en una EPROM.

#### **4.6.5. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CROSCONEXIÓN**

Las unidades de crosconexión tienen una capacidad de crosconexión de  $n \cdot 8 \text{ kbit/s}$ . Esta es una característica primordial de todas las interfaces que trabajan con la regla G.704, que la describimos en secciones anteriores.

Las interfaces pueden poseer una capacidad de  $n \cdot 8 \text{ kbit/s}$  cuando la velocidad de la interface de usuario es de  $n \cdot 64 \text{ kbit/s}$ . Debemos recordar que también se necesita los  $8 \text{ kbit/s}$  adicionales para el chequeo de errores CRC en el canal XB.

#### **4.6.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA UNIDAD DE CROSCONEXIÓN**

Detallamos a continuación las especificaciones técnicas de esta unidad.

##### **4.6.5.1. INTERFACE DE ENTRADA DEL RELOJ EXTERNO**

En líneas anteriores pudimos observar el patrón de la máscara del reloj para el funcionamiento del nodo. Notemos ahora cuales son las características principales de la interfaz que va a ser conectada a dicho reloj cuyas características principales están en la tabla 4.1.

El punto más importante que se debe considerar al elegir la fuente de reloj son las atenuaciones de transmisión y de retorno.



Parámetro	Rango principal
Impedancia	75 ohms en coaxial ó 120 ohm simétrico
Frecuencia Nominal	N+64 kHz, N = 1 a 132
Tolerancia de Frecuencia	(+/- 50 ppm)
Atenuación de entrada	6 dB máximo a 2048 kHz
Pérdida de retorno	15 dB mínimo a 2048 kHz
Protección a sobrevoltaje	G.703 ANNEX B con una amplitud de 50 V.
Nivel de voltaje continuo	5 V rms máximo.
Protección a tierra	Cable aterrizado

**TABLA 4.1.- Características principales de la interfaz del reloj**

#### 4.6.5.2. PARÁMETROS DE JITTER EN EL NODO

El jitter de salida esta medido en el rango de frecuencias de 20 Hz a 100 kHz.

VELOCIDAD DEL RELOJ	JITTER PERMITIDO
2/8 Mbit/s y reloj interno	0.05 Uip-p máximo
2/8 Mbit/s, sincronismo externo a 2048 kbit/s sin jitter	0.05 Uip-p máximo
2 Mbit/s sincronizado por if a 2 Mbit/s sin jitter	0.10 Uip-p máximo
8 Mbit/s sincronizado por if a 8 Mbit/s sin jitter	0.10 Uip-p máximo

**TABLA 4.2.- Parámetros de jitter permitidos**

Los parámetros anteriormente mencionados están dentro de un rango de frecuencia determinado. Las máscaras del jitter se muestran a continuación:

#### A) TOLERANCIA DE ENTRADA DEL JITTER PARA EL RELOJ EXTERNO

La tolerancia de entrada del jitter para el reloj externo está dada por la función de transferencia mostrada en la figura 4.9. donde podemos notar que ésta disminuye con una pendiente de 20 dB por década a medida que aumenta la frecuencia.

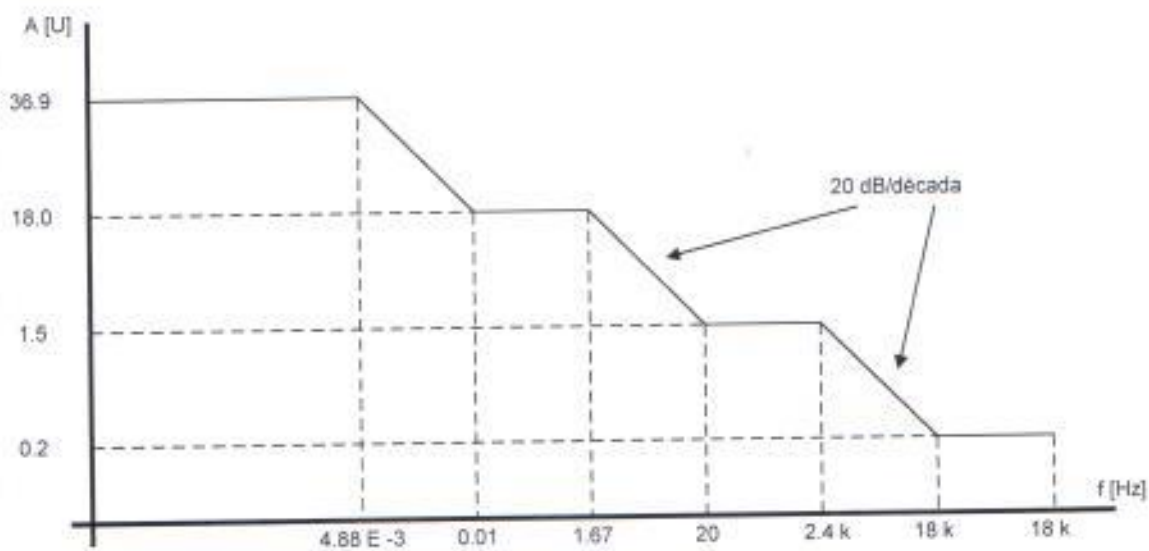
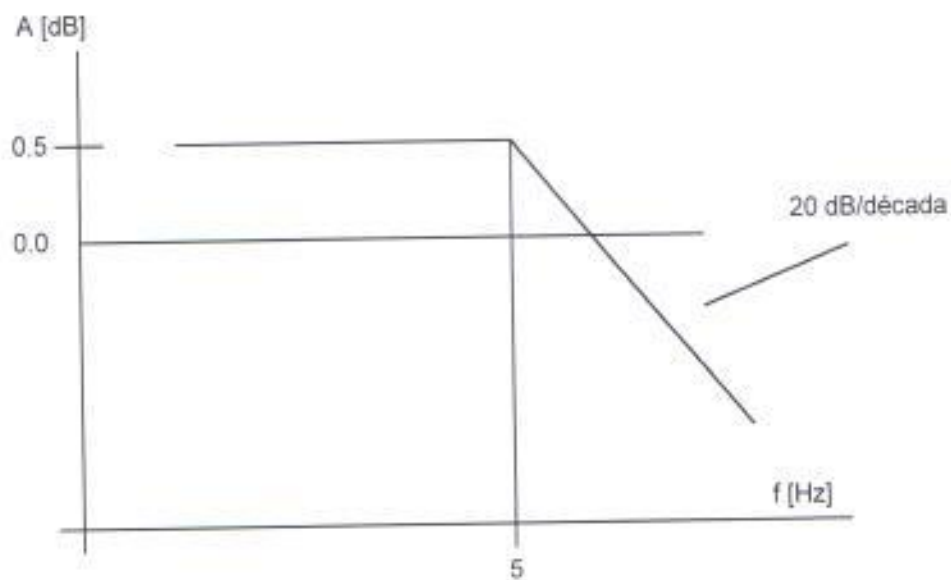


FIG.4.9.- Tolerancia del jitter al reloj externo

## B) FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DEL JITTER



FIR. 4.10.- Función de transferencia del jitter

La función de transferencia del jitter demuestra que éste permanecerá constante y no afectará al normal desenvolvimiento del enlace si se trabaja con la frecuencia mínima de transmisión estipulada por el fabricante. Cualquier alteración de dicha frecuencia producirá efectos no deseados en la transmisión.

#### 4.7. LA UNIDAD GMH

Esta unidad permite interconexión entre nodos o para interfaces que prestan servicios a los usuarios. En el caso que nos compete la usaremos para interconectar los nodos. Mostraremos a continuación las principales características.

Esta unidad puede ser configurada mediante software como una estructura tipo G.704, sin que exista ninguna trama, o con la protección uno más uno.

Si se la escoge como una unidad sin tramas, todos los time slots deben ser conectados a través de la crosconexión. La longitud del buffer de la interface depende de la longitud de las tramas y seleccionada de esta manera (como una unidad sin tramas definidas), puede producir retardos en la transmisión.

Las interfaces que son de interés y que forman parte de la unidad GMH son las siguientes:

MÓDULO	CARACTERÍSTICA
G703	2 Mbit/s o 8 Mbit/s
V35 G.704	interface eléctrica V35
LTE	Terminal de Línea en HDB3
OTE-LED	LED óptico
OTE-LP	Láser óptico de baja potencia

**TABLA 4.3.- Módulos de la GMH**

Los módulos OTE pueden trabajar a 2048 kbit/s y 8448 kbit/s.

Los tipos de conectores que usan cada una de las interfaces son las siguientes:

MODULO	VELOCIDAD DE LA INTERFACE		
	8 Mbit/s	2 Mbit/s	n°64 kbit/s
V35-G704		D-9, V.35 Tx/Rx de datos y reloj	D-9, V.35 Tx/Rx de datos y reloj
LTE		D-9, V.11 Tx/Rx de datos y reloj	D-9, V.11 Tx/Rx de datos y reloj
G703	SMB/75 ohm	D-9/120 ohm SMB/75 ohm	
OPE-xx	FC	FC	

**TABLA 4.4.- Conectores para las interfaces de la GMH**

El módulo V35 son interfaces de datos de n°64 kbit/s. Estas interfaces no poseen señales de control, únicamente las señales de reloj y de datos para recibir y transmitir. El módulo G703 es de acuerdo al estándar de la ITU-T y es de cuatro hilos cuya característica es que tenga una atenuación de 8dB/1 MHz. La señal va a tener la codificación HDB2. Y la señal de reloj no es necesaria que sea considerada de forma separada. Este tipo de interface es recomendado para el interior de edificios.

El módulo LTE es usado cuando se necesita mayor protección, por ejemplo proteger de sobrevoltajes.

#### 4.7.1. INTERFACES ÓPTICAS UTILIZADAS EN LA UNIDAD GMH

Como vimos en la tabla, las interfaces ópticas pueden ser tipo LED o LÁSER. Ambas trabajan en la segunda ventana de transmisión, a los 1300 nm.

El diodo PIN es usado como el receptor óptico con una sensibilidad dada en los siguientes rangos:

- 50 dBm (cuando sea 2 Mbit/s y un porcentaje de error de  $10^{-9}$ ).



- 42 dBm (cuando sea 8 Mbit/s y un porcentaje de error de  $10^{-9}$ ).

Ambas usan fibras monomodo y multimodo.

Módulo y Tipo de Cable	Tipo de Interface	Potencia óptica mínima	Margen de Atenuación	Distancia Típica
OPE-LED:	LED			
multimodo	2 M	20 dBm	30 dB	28 km
monomodo	2 M	30 dBm	20 dB	28 km
multimodo	8 M	20 dBm	22 dB	21 km
monomodo	8 M	30 dBm	12 dB	17 km
OPE-LP:	Láser de baja pot.			
multimodo	2 M	4 dBm	46 dB	44 km
monomodo	2 M	14 dBm	36 dB	51 km
multimodo	8 M	4 dBm	38 dB	36 km
monomodo	8 M	14 dBm	28 dB	40 km

**TABLA 4.5.- Características de potencia de los módulos de la GMH**

Al principio del capítulo tratamos las diferentes tramas que manejamos al hacer los diseños de tramas y multitramas. Tratamos los conceptos de time slots. Cabe recalcar nuevamente que las estructuras son de acuerdo a la especificación ITU-T G.704. La señal de 8 Mbit/s tiene 4 grupos de 2 Mbit/s. La trama de 2 Mbit/s tiene el time slot de señalización al TS16 y cada grupo de la trama de 8 Mbit/s tiene su propio time slot de señalización que va desde el TS67 al TS70.

La estructura de  $n \times 64$  tiene la misma forma que la trama a 2 Mbit/s. La longitud de la trama es en  $n$  time slots. Los equipos que manejamos poseen los siguientes time slots de señalización en las tramas en el canal de croconexión XB.

8 Mbit/s:	TS 5...32,34...65,71...98,100...131	= 120 TS
2 Mbit/s:	TS 1...15,17...31	= 30 TS
$n \times 64$ kbit/s:	TS 1... $n-2$	= $n-2$ TS si $n \leq 17$
	RS 1...15,17... $n-1$	= $n-2$ TS si $n \geq 18$

El chequeo del CRC es insertado en las diferentes estructuras de acuerdo a la siguiente tabla:

TRAMA	TIME SLOT	CHEQUEO DEL CRC
8 Mbit/s	TS99	CRC-6
2 Mbit/s	TS0/B1	CRC-4
n*64 kbit/s	TS0/B1	CRC-4

**TABLA 4.6.- Chequeo del CRC**

#### 4.7.2. BUFFERS DE LAS TRAMAS

Los buffers tienen la misma longitud que las tramas y son usadas en la dirección de recepción de la GMH para alinear la fase de la trama de la señal de recepción. Esto da como resultado los modos de tramas en los buffers, que resumimos en la siguiente tabla.

Modo del buffer	Retardo Rx (tramas)	Retardo Tx (tramas)	Uso
2 Fr	0...2	cerca de 0	lineas troncales (2 Mbit/s, 8 Mbit/s)
4 Fr	1...3	1	interface de usuario (tramas, tronc. n*64)
8 Fr	1...7	1	usos especiales
8 Fr/split	2...6	1	componentes de lineas troncales split
64 Fr	1...63	1	uso especial, plesiócrono

**TABLA 4.7.- Características de los buffers de las tramas**

Fr=Trama=125 $\mu$ s.

El retardo de crosconexión del nodo utilizado es de 1 Fr y en cada una de las interfaces se da un retardo de 20 $\mu$ s.

El bus de croconexión de la SXU puede ser dividido en grupos de  $8 \times 8$  Mbit/s o en grupos de  $32 \times 2$  Mbit/s. El modo del buffer de la GMH 2 Fr necesita grupos de 2 u 8 Mbit/s del bus de croconexión. La capacidad de croconexión es dada por el bus una vez que la interface está bloqueada.

El retardo de la interface GMH a través de la SXU con buffers de diferentes tramas está dada por la siguiente tabla.

Modo IF1	Modo IF2	Retardo de las tramas (Cluster = + 1 Fr)	Máximo retardo (micseg)
2 Fr	2 Fr	1...3	395
2 Fr	4 Fr	2...4	520
4 Fr	2 Fr		
4 Fr	4 Fr	3...5	645
8 Fr	4 Fr	3...9	1145
4 Fr	8 Fr	3...5	645
64 Fr	2 Fr	2...64	8020
2 Fr	64 Fr	2...4	520

**TABLA 4.8.- Retardos en la interfaz GMH**

#### 4.8. UNIDAD DE INTERFACE DE DATOS VCM

La unidad VCM-10T-A/VCM-5T-A permite el acceso de las señales de usuario a la red en velocidades de 1.2 ... 2048 kbps. Cada unidad soporta cuatro interfaces con velocidades de transmisión de datos independientes. Los tipos disponibles son V.24, V.35, V.36, X.21 o G.703. Señales de usuario menores a 64 kbps son adaptadas de acuerdo con una estructura de trama en el estándar V.110/X.30. Las señales V.110 son transportadas como 8, 16, 32 o 64 kbps a través de la red. Señales a Nx64 kbps son transportadas a la velocidad de usuario. También soporta señales asincrónicas a velocidades menores a 256 kbps.

Tipo	Nombre	Tipo de Interface	Buffer
V.35	Módulo de Interfaz V.35	DCE	No
V.36	Módulo de Interfaz V.36 para velocidades de bit de hasta 2 Mbps	DCE	No
V.24-DCE	Módulo de interfaz V.24/V.28 para velocidades hasta 64 kbps	DCE	No
V.24-DTE	Módulo de interfaz V.24/V.28 para velocidades hasta 64 kbps	DTE	16 bit
V.24-PMP	Módulo de interfaz V.24/V.28 para punto - multipunto	DCE	72 bit
X.21	Módulo de interfaz X.21 para velocidades de hasta 2 Mbps	DCE/DTE	No
V.35-IEC	Módulo de interfaz V.35 IEC-530	DCE	No
V.36-IEC	Módulo de interfaz V.36 IEC-530	DCE	No
G.703-PDA	Módulo de interfaz especial G.703 para el sistema PDA 64		
G.703-64	Módulo de interfaz G.703 a 64kbps para operación co- o contradireccional		

**TABLA 4.9.- Módulos de interfaz que pueden usarse**



#### 4.9. RUTEADOR 6560 MPROUTER PRO DE MOTOROLA

El 6560 MPRouter PRO es un ruteador multiprotocolo LAN/WAN diseñado con procesadores de alta velocidad y con 12 Mbytes de memoria estándar. Fue diseñado para oficinas donde protocolos tales como SNA/SDLC o BSC deben ser consolidados con tráfico LAN sobre circuitos dedicados o conmutados X.25, Frame Relay, punto a punto o ISDN. También puede actuar como concentrador en cuyo caso acepta tráfico desde muchas oficinas.



FIG. 4.11.- 6560 MPRouter PRO

##### 4.9.1. COMPONENTES DEL HARDWARE

El 6560 contiene una placa madre o motherboard que constituye el CPU, fuente de poder interconstruida y un bus ISA para hasta 8 tarjetas de interface adicional (ver figura 4.12). Tiene disponible 3 puertos seriales, un puerto Ethernet, y un puerto CTP. Memoria FLASH y configuración respaldada por baterías.

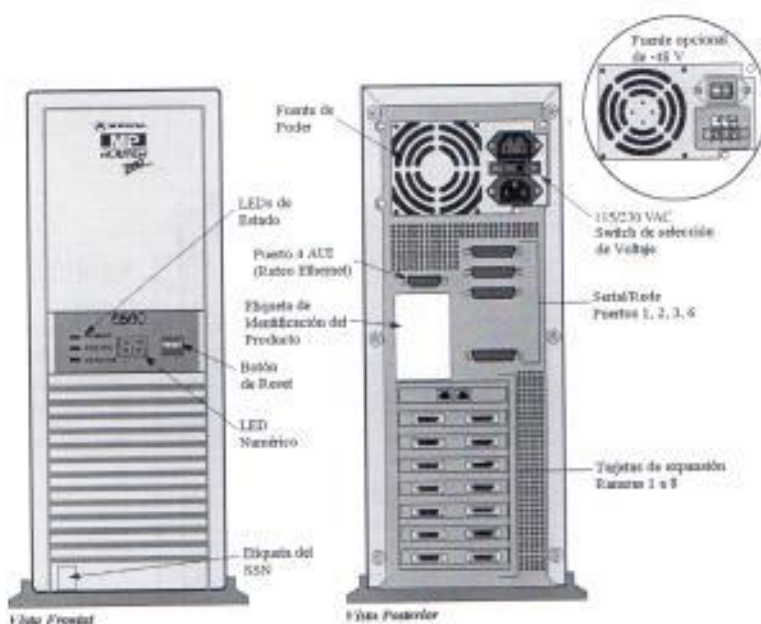


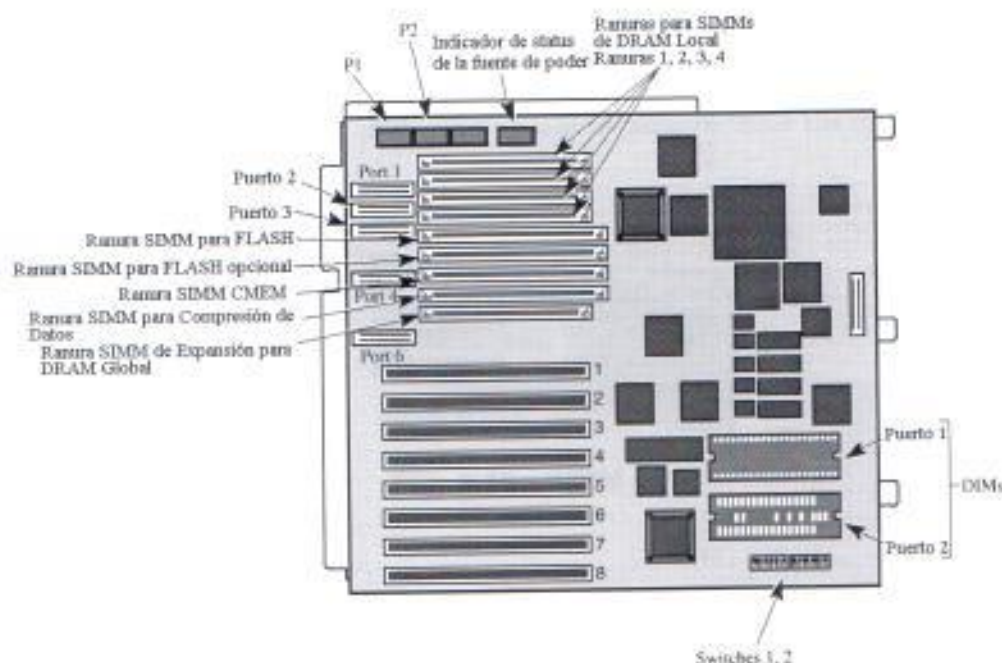
FIG. 4.12.- Componente del panel frontal y posterior del 6560

#### 4.9.1.1. LA TARJETA MADRE (MOTHERBOARD)

**RAM:** El 6560 viene como estándar con 8 Mbytes de DRAM local (expandible a 16 Mbytes) para ejecución y 4 Mbytes de memoria global para almacenamiento en el buffer (expandible a 8 Mbytes).

**PUERTOS:** Hay 4 puertos DB-25 seriales de datos para funciones de acceso a la red:

- Puertos 1 y 2 (DB25) son Módulos de Interface de Datos (DIM)
- Puerto 3 (DB25) es un puerto V.36 DTE
- Puerto 4 (DB15) es un puerto AUI Ethernet
- Puerto 6 (DB25) es el puerto de Terminal de Control (CTP EIA232)



**FIG. 4.13.- Esquema de la Tarjeta Madre**

**SIMM FLASH:** El módulo SIMM (Módulo de Memoria simple en línea) guarda una imagen del software de operación. Este módulo es reprogramable y borrable eléctricamente. Un SIMM opcional FLASH puede ser instalado para respaldo. Estos módulos son instalados en uno de las ranuras SIMMs (1 ó 2)



**FIG. 4.14.- Tarjeta de memoria FLASH SIMM**

**SIMM CMEM:** Módulo de Memoria de Configuración. Este SIMM contiene 512 Kbytes de memoria y provee de las funciones de reloj en tiempo real. El módulo CMEM es respaldado por una batería de litio en caso de pérdida de potencia.

Cada 6560 tiene un Número Serial de Software (SSN) puesto en la PROM que se localiza en la tarjeta CMEM. Este SSN es usado para verificar las opciones de software disponibles para dicho nodo.



**FIG. 4.15.- SIMM CMEM**

**PUERTOS DE EXPANSIÓN (RANURAS I/O):** El 6560 tiene 8 ranuras para tarjetas de expansión. Los números de puertos en las tarjetas I/O tienen una relación fija respecto al número de ranura en el chasis de expansión. Hay 6 números de puertos reservados por cada ranura. En la TABLA 4.9 se dan los números de puertos y los números de ranuras:

Número de Ranura	Número de Puerto	Tarjeta asociada
I/O del Motherboard	1-6	Motherboard
1	7-12	Token Ring, Ethernet
2	13-18	LAN, SDB, SDB2,
3	19-24	10BaseT, HUB, ISDN
4	25-30	BRI, Voice card (E&M,
5	31-36	FXS, Server Module, T1,
6	37-42	E1). El módulo de
7	43-48	Servidor E1/T1 está
8	49-54	restringido a la ranura 8

**TABLA 4.10.- Números de ranuras y números de puertos**



**Puertos Seriales y Puertos de Red:** Los puertos 1 a 3 son conectados al motherboard usando cables planos (ribbon cables). El puerto 1 y el 2 son puertos DIM y funcionan sólo si un DIM está presente. El puerto 3 es un puerto DTE V.36 dedicado. Los puertos 1,2,3 y 6 en el panel trasero del chasis tienen conectores DB25 hembra. El puerto 4 (Puerto AUI Ethernet) usa un conector DB15. Puertos 1 y 2 requieren adaptadores dependiendo del DIM usado. La TABLA 4.10 describe como son usados los puertos.

Número del puerto	Uso
1, 2 y 3	Recomendados para conexión a puertos de red o conectividad en racimos. Puertos 1 y 2 tienen interfaces que varía dependiendo del tipo de DIM
4	Puerto Ethernet AUI para aplicaciones de ruteo
6	CTP – Puerto de Terminal de Control. Operando con interface asincrona, soporta hasta 115.2 Kbps. La configuración por defecto es de 9600 bauds, carácter de 8 bits, 1 bit de parada y no paridad. Es un puerto DCE EIA 232 – D usando conector DB25

**TABLA 4.11.- Uso de los puertos seriales**

#### 4.9.1.2. USO GENERAL DE LA MEMORIA

A continuación describimos el uso general de la memoria del 6560 (véase figura 4.16). La memoria del 6560 está dividida en dos secciones: La Memoria Global y la Memoria Local.

La Memoria Global se divide en:

- **Buffers de Paquetes:** Referenciados como IORBs. Esta sección de la memoria global es usada para guardar frames recibidos/transmitidos por el puerto LAN. Cada buffer es lo suficientemente grande para guardar todo un frame LAN completo. El tamaño del buffer es configurable.

- **Buffers de Datos:** Referenciados como DBUFFERs. Son usados para guardar paquetes recibidos/transmitidos en puertos WAN. Cada buffer almacena 128 bytes de datos. El número de buffers es configurable.

La Memoria Local se divide en:

- **El Montón Dinámico:** Usado para propósitos temporales del código. El tamaño del montón es configurable
- **Estructuras de datos:** Una cantidad de memoria usada para guardar las estructuras de datos; es dependiente de la configuración.
- **Memoria de Código:** El código de operación es descomprimido desde una memoria FLASH y colocado en una sección de la memoria DRAM (memoria de código), y ejecutado desde ahí. El tamaño de la memoria de código varía dependiendo de la imagen y la aplicación.

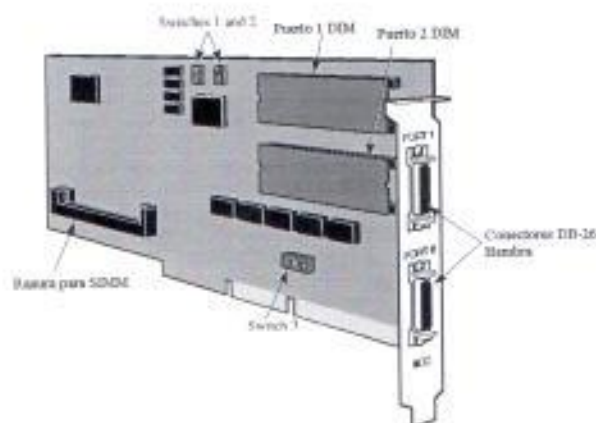


**FIG. 4.16.- Uso general de la memoria**

### 4.9.1.3. TARJETAS DE EXPANSIÓN USADAS EN EL PROYECTO

#### 4.9.1.3.1. TARJETA SERIAL DE DATOS

La tarjeta serial de datos (SDB Serial Data Board) es una tarjeta adicional que permite transmisión de datos a velocidades de hasta 384 Kbps. Tiene dos puertos I/O DIM, y se puede conectar en las ranuras 1 a la 8 en el motherboard. En la figura 4.17 se muestra la tarjeta SDB.



**FIG. 4.17.- Tarjeta SDB**

Los puertos provistos por la tarjeta SDB tienen las siguientes características

- Velocidades de hasta 384 Kbps
- Procesador MC68302
- Soporte para los siguientes DIM de Motorola
  - EIA 232-D DIM
  - High-Speed (V.36) DIM
  - V.35 DIM (máximo hasta 6 puertos V.35 por nodo)
  - V.11/ISO-4903 DIM
  - ISDN DIM
- Cada puerto tiene un conector DB26 hembra de 26 pines.

#### 4.9.1.3.2. TARJETA SERIAL DE DATOS 2

La tarjeta serial de datos 2 (SDB 2) se muestra en la figura 4.18, es una tarjeta adicional para el 6560 y provee de velocidades de transmisión de datos mayores que la SDB. También tiene dos puertos seriales de I/O DIM y se conecta en las ranuras 1 a la 8 en el motherboard.

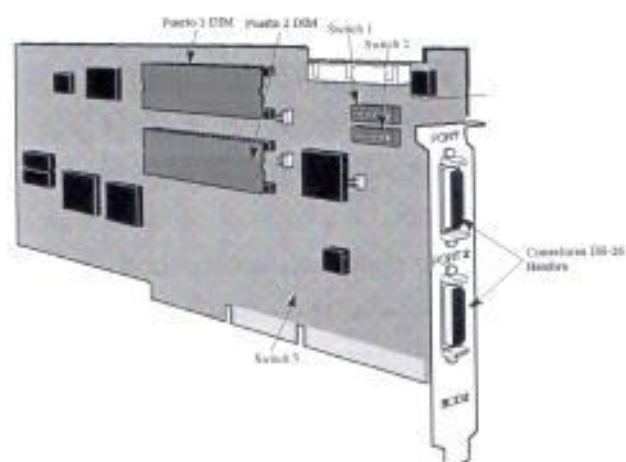


FIG. 4.18.- Tarjeta SDB2

Los puertos provistos por la SDB2 tienen las siguientes características:

- Velocidades de hasta 2048 Mbps
- Procesador MC68360
- Soporte para los siguientes DIMs de Motorola
  - EIA 232-D DIM
  - High-Speed (V.36) DIM
  - V.35 DIM (máximo de 6 puertos V.35 por nodo)
  - V.11/ISO-4903 DIM
- Cada puerto tiene un conector DB26 hembra de 26 pines.



## 4.10. OPCIONES FRAME RELAY Y SNA EN LOS RUTEADORES 6560

### 4.10.1. ENRUTAMIENTO DE LA LLAMADA ENTRE DOS NODOS

Todas las conexiones entre los puntos finales de dos nodos 6560 (puertos y/o estaciones) son creadas usando PVCs o SVCs X.25. Las conexiones SVC (Switched Virtual Circuit) son generadas por el nodo 6560. Cuando un puerto efectúa una llamada a otro nodo lo hace usando una dirección X.121 como podemos ver en la figura 4.19; esta dirección se compara en una tabla de selección de ruta la cual dice por cual estación (se conoce como Punto de Acceso a la Red) y/o puerto va a salir la llamada. En nuestro caso se dirige a una estación número 1 (estación tipo Annex G) que sale a la red por el puerto FRI número 2 (puerto Frame Relay). Los datos de llamada son pasados al Punto de Acceso a la Red donde se crea un paquete Call Request X.25 (que contiene la dirección llamada); luego este paquete Call Request es encapsulado en Frame Relay y colocado en el puerto de enlace (Enlace Frame Relay).

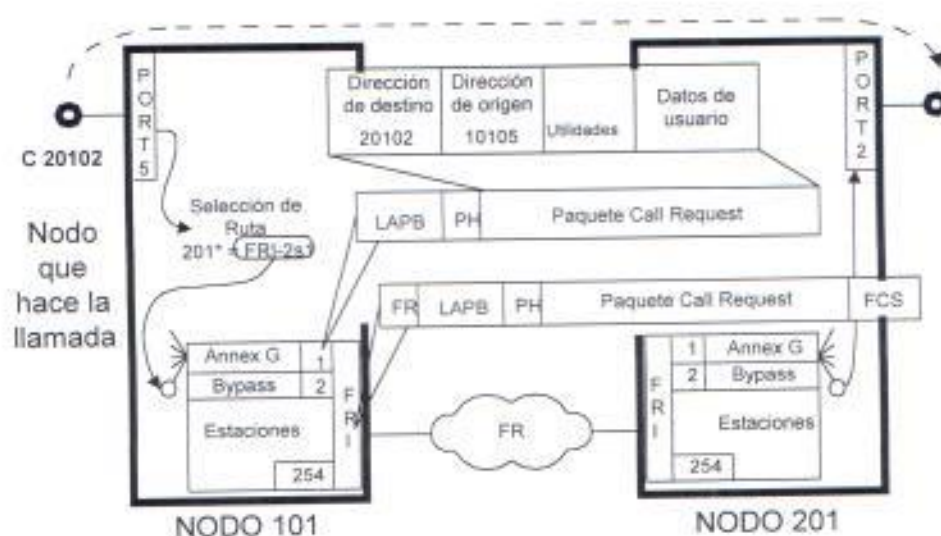
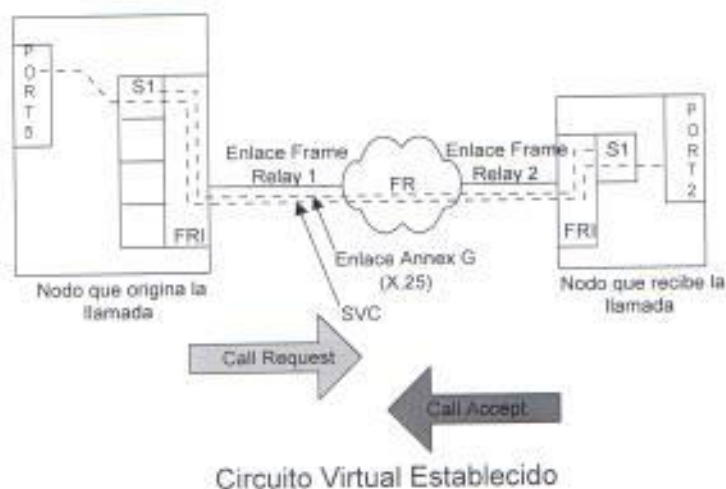


FIG. 4.19.- Ruteo de la llamada

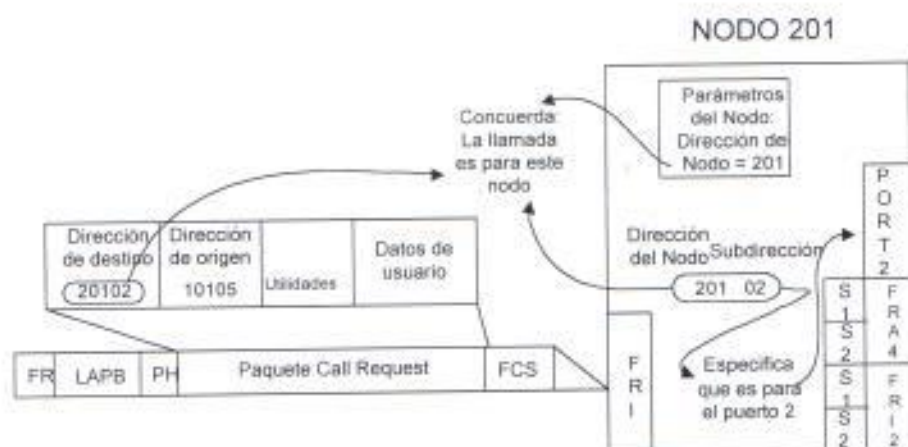
Para nuestro ejemplo el circuito se establece inicialmente entre el puerto 5 (Port 5) y la estación Frame Relay 1 (S1). La estación Frame Relay del nodo que recibe la llamada

establece un circuito entre si mismo y el puerto 2 (Port 2), basado en la información que viene en el paquet Call Request.



**FIG. 4.20.- Establecimiento de un circuito virtual**

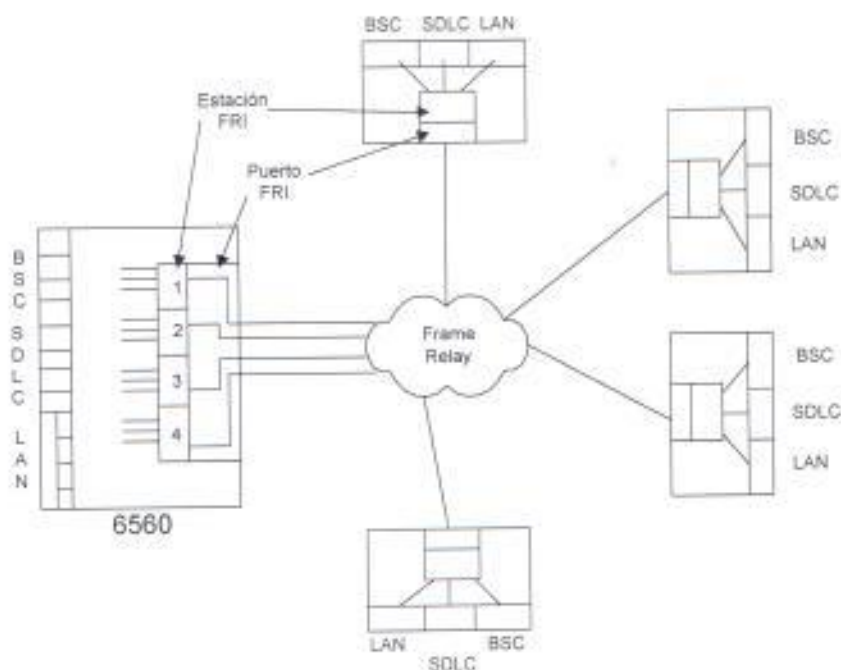
La llamada entrante se procesa de la siguiente manera: Cuando un paquete Call Request llega al nodo, la parte del paquete que contiene la dirección de destino es analizada y busca si concuerda con la dirección del nodo (en este caso 201). Si concuerda la llamada, es para un punto dentro del nodo y es ruteada al puerto de salida (puerto 2). Si no concuerda, puede que la llamada no sea para ese nodo o puede que la llamada se dirija a algún punto dentro de ese nodo pero necesita información adicional que no se dice en la dirección del nodo llamado.



**FIG. 4.21.- Procesamiento de la llamada entrante**

#### 4.10.2. LAS INTERFACES FRAME RELAY

Las interfaces para la conexión circuitos Frame Relay se llaman FRI (Frame Relay Interface). Se define a un puerto FRI (FRI Port) como la interfaz que conecta al 6560 con la red Frame Relay (Frame Relay DTE port), y se encarga de terminar el enlace físico Frame Relay. Una estación FRI (FRI Station) se encarga de terminar cada circuito virtual; por lo que a cada estación FRI configurada se le asigna un DLCI. Hay dos tipos de estaciones en el 6560 y son: Annex G y Bypass. Para ilustrar el concepto de puertos y estaciones FRI consideremos el ejemplo en que 4 sucursales de un banco se conectan a una matriz principal a través de una red Frame Relay (ver figura 4.22). Tenemos que en la matriz principal sólo se conecta a la red mediante un enlace físico, pero por ese enlace físico hay 4 conexiones virtuales. En cada sucursal existe un solo enlace físico y 1 conexión virtual.



**FIG. 4.22.- Ejemplo de conexión de múltiples sucursales a una matriz**

Las estaciones FRI terminan cada circuito virtual; a cada estación configurada se le asigna un DLCI. A cada puerto FRI se le puede configurar hasta 254 estaciones. Existen dos tipos de estaciones – Annex G y BYPASS.

En la aplicación de la figura tendríamos lo siguiente:

- Hay un circuito virtual para cada sucursal remota
- Hay tres tipos de datos multiplexados sobre cada circuito virtual

En la matriz principal:

- Un puerto FRI
- 4 estaciones – una por circuito virtual Frame Relay
- 3 puertos de Acceso multiplexados sobre cada circuito virtual Frame relay



#### 4.10.2.1. ESTACIONES TIPO ANNEX G

Una sola estación Annex G puede integrar múltiples puertos (puertos SDLC, BSC, LAN, etc). La estación se encarga de añadir una cabecera de paquetes X.25 y una cabecera LAPB a los datos que vienen de los puertos de entrada (puertos SDLC, BSC, LAN, etc). El puerto FRI encapsula el frame Annex G dentro de Frame Relay (añade una cabecera Frame Relay y un FCS). Cada estación Annex G debe establecer un enlace X.25 con otra estación Annex G.

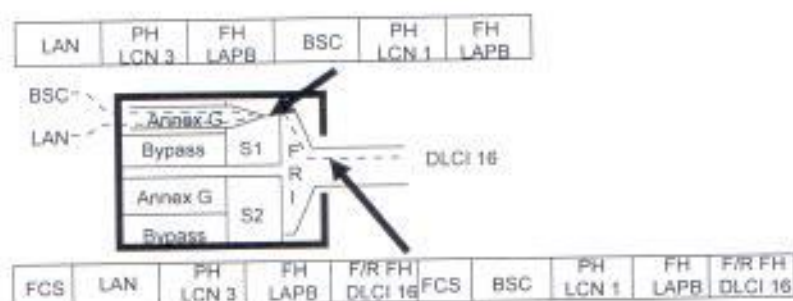


FIG. 4.23.- Annex G en el Ruteador 6560

#### 4.10.2.2. ESTACIONES TIPO BYPASS

La estación Bypass no añade encabezamiento adicional a los datos. El puerto FRI encapsula los datos en Frame Relay. Sólo se puede tener un PVC por estación Bypass (una conexión, un DLCI); y todas las interfaces son PVC solamente. Bypass utiliza la recomendación RFC1490 que sirve para encapsular diferentes protocolos sobre Frame Relay (IP, IPX, SNA).

#### 4.10.3. CONTROL DE CONGESTIÓN EN EL MP6560

El Control de congestión para redes Frame Relay consiste en mecanismos en tiempo real para prevenir y recuperar el nodo de una situación de congestión. Para controlar la cantidad de tráfico, la red usa algún tipo de notificación explícita. Cuando empieza

la congestión, la red puede enviar una señal al usuario final indicando tal situación. Cuando un usuario que está transmitiendo recibe tal señal, debería poder bajar la velocidad de transmisión hasta que la notificación de congestión deje de recibirse. Un usuario también puede detectar congestión por medios implícitos detectando retransmisiones a nivel de enlace de datos usando procedimientos LAPB para estaciones configuradas como Annex G. En algunas ocasiones se configura la estación para que ignore la congestión; por lo que puede llegar a transmitir a velocidades mayores al CIR. Cuando esto ocurre la red Frame Relay puede desechar los frames para evitar la congestión. Los Frames marcados con el bit DE, o aquellos que son recibidos por la red Frame Relay tales que están en exceso del CIR/B<sub>c</sub> pueden ser desechados. En casos severos de congestión, los frames que no están marcados con DE o los que son recibidos dentro del CIR/B<sub>c</sub> acordado pueden ser desechados.

#### 4.10.3.1. CONTROL DE CONGESTIÓN PARA LOS PUERTOS FRI

El puerto FRI puede acceder al control de congestión de dos formas:

- Notificación de Congestión Explícita: realizada por la red que envía frames a la estación FRI a través del bit BECN (Backward Explicit Congestion Notification), puesto en 1. Esto notifica a la estación FRI que la red está congestionada para el DLCI correspondiente. Las estaciones BYPASS y Annex G pueden ser configuradas para responder a la notificación de congestión explícita.
- Notificación de Congestión Implícita: Realizado por las estaciones tipo Annex G que detectan la pérdida de frames; lo que obliga a la retransmisión de frames.

Bajo condiciones normales, ni las estaciones Annex G ni las BYPASS ponen el bit DE (Discard Eligible) en 1. Una estación FRI normalmente envía frames a la máxima velocidad disponible (velocidad de línea). Cuando la red experimenta congestión, los mecanismos de control de congestión obligan a la estación a entrar en un "estado controlado" y baja su velocidad de transmisión.

#### 4.10.3.2. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE CONTROL DE CONGESTIÓN (OPCIÓN DTE)

Hay cuatro parámetros configurables relacionados al control de congestión cuando se usa un puerto FRI como DTE:

- CIR (Committed Information Rate): Velocidad de Información Acordada
- Committed Burst Size ( $B_c$ ): Tamaño acordado de ráfaga de datos
- End-to-End Delay: Retardo de punto a punto
- Congestion Control Mode: Modo de Control de Congestión

**CIR y  $B_c$ :** Los valores usados para CIR y  $B_c$  son aquellos suscritos para el puerto Frame Relay y sus DLCIs. Si el puerto se conecta a un Proveedor de servicios Frame Relay, los valores de estos parámetros son provistos por el proveedor y deben concordar con la configuración del puerto.

**End-to-End Delay (Retardo de punto a punto):** El parámetro End-to-End Delay (retardo de punto a punto) determina el valor del contador de pasos interno usado para reducir la velocidad de transmisión cuando la congestión es medida por la estación.

**Congestion Control Mode (Modo de Control de Congestión):** Este parámetro es usado para definir como manejará la notificación de congestión una estación Frame Relay.

#### 4.10.3.3. CONTROL DE CONGESTIÓN EXPLÍCITA

##### 4.10.3.3.1. CONTROL DE CONGESTIÓN NORMAL

Este método de control de congestión es obtenido estableciendo el Modo de Control de Congestión en NORMAL. Una estación está inicialmente en un estado "no controlado" y puede transmitir datos siempre y cuando estén disponibles. El máximo número de caracteres permitidos solo está limitado por la velocidad del enlace. Si se recibe el primer BECN de la red, la velocidad de transmisión permitida es inmediatamente



reducida para asegurar que el CIR no sea excedido, y la estación entra en un "estado controlado". En el estado controlado un algoritmo calcula dos parámetros:

Step Count = (CIR \* End-to-End Delay[s]) / tamaño máximo del paquete

Además recordemos que  $\Delta T = B_c / CIR$  y [s] es un valor entre 4 y 255 segundos.

El valor de  $\Delta T$  es el tiempo en el cual un específico número de caracteres le está permitido ser transmitido.

En el "estado controlado":

- Si el número adicional de BECNs recibidos es mayor que o igual al valor de Step Count, la velocidad máxima permitida es reducida a 5/8 del CIR.
- Si el número de BECNs adicionales recibidos es mayor que o igual que el Step Count, la velocidad máxima de transmisión permitida es reducida a 1/2 del CIR.
- Si el número de BECNs recibidos es mayor que o igual que el Step Count, la velocidad de transmisión máxima permitida es reducida a 1/4 del CIR.
- Si se continúan recibiendo BECNs, la velocidad de transmisión no cae por debajo de 1/4 del CIR.

La red Frame Relay para de enviar frames con el bit BECN = 1, cuando se recupera de su estado de congestión. La estación FRI cuenta el número de frames consecutivos sin BECN. Cuando el número de frames sin BECN excede el valor de (Step Count) / 2, se aumenta la velocidad permitida de transmisión en incrementos de 1/8 CIR; y de nuevo se cuenta el número de frames consecutivos sin BECN para repetir el proceso de incremento. Una vez que la velocidad de transmisión alcanza el CIR, la red deja el "estado controlado".

#### 4.10.3.3.2. DESHABILITAR EL CONTROL DE CONGESTIÓN

Este método de control de congestión se establece mediante la opción DISABLE. Permite al transmisor enviar a su máxima velocidad sin importar la congestión ni la pérdida de frames.



#### **4.10.3.3.3. CONTROL DE CONGESTIÓN CONG**

Este método de Control de Congestión se establece mediante la opción CONG. En este modo una estación siempre permanece en el "estado controlado", es decir que la velocidad de transmisión máxima permitida nunca será mayor que el CIR. Se utiliza el mismo algoritmo de control para el control de congestión NORMAL.

#### **4.10.3.3.4. CONTROL DE CONGESTIÓN LÍMITE**

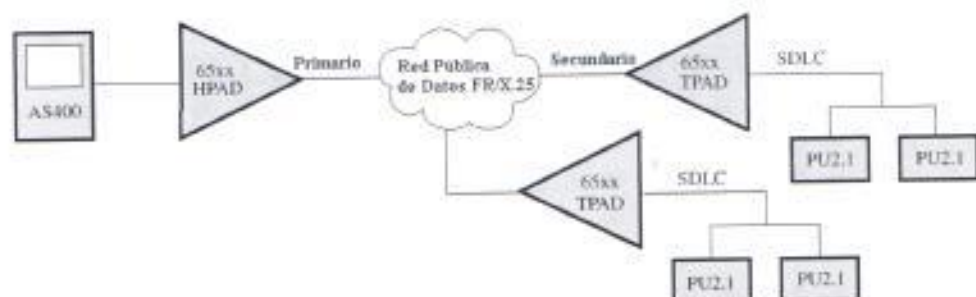
Este método se establece mediante la opción LIMIT. Una estación está inicialmente en el estado no controlado. Cuando se recibe el primer BECN de la red la máxima velocidad permitida es reducida al CIR y la estación entra en el estado controlado. La máxima velocidad permitida nunca se reduce a pesar que se sigan recibiendo BECN. Recibiendo  $\lfloor (\text{Step Count}) / 2 \rfloor$  frames consecutivos sin BECN, la estación pasa al estado no controlado.

#### **4.10.3.3.5. CONTROL DE CONGESTIÓN IMPLÍCITO**

Para el control de congestión implícito en estaciones Annex G, cada vez que la estación necesita retransmitir (frames perdidos), esta informa a los mecanismos de control de congestión del puerto FRI. Cuando el control de congestión recibe estas señales, reduce inmediatamente la máxima velocidad de transmisión permitida a  $\frac{1}{4}$  CIR y pasa al estado controlado. Se usa el mismo algoritmo usado para control NORMAL para recuperarse del estado controlado.

#### **4.10.4. OPCIONES SNA EN EL MP6560**

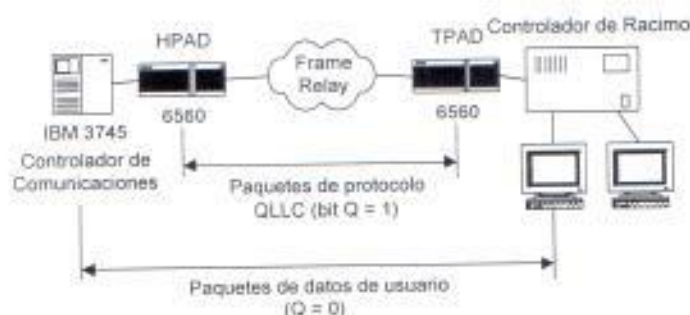
Las opciones SDLC en el ruteador MP6560 permiten conectar múltiples dispositivos SDLC remotos (PUs), a múltiples Hosts.



**FIG. 4.24.- Configuración de los ruteadores como HPAD y TPAD**

En la figura 4.24 vemos una conexión de varios dispositivos SNA (SDLC) a un AS400 que funciona como Host. Para realizar dicha conexión es necesario que los ruteadores se configuren en una relación Host PAD - Terminal PAD. El Host PAD (HPAD) se conecta al dispositivo SNA Primario, tal como el AS400 o un FEP (Controlador de Comunicaciones) y el Terminal PAD (TPAD) se conecta a un dispositivo SNA secundario tal como un controlador de Racimos (PU tipo 2.0 o un PU tipo 2.1). En el ejemplo, el AS400 sondea a la red, esperando respuesta de los dispositivos remotos y el HPAD (6560) responde a dichos sondeos; el AS400 "piensa" que dichas respuesta vienen de los dispositivos remotos (PU tipo 2.1). El TPAD (6560) sondea a los dispositivos remotos PU tipo 2.1 los mismos que responden a dichos sondeos; los dispositivos PU tipo 2.1 piensan que le responden al AS400. Cuando se realiza el enlace entre el AS400 y sus dispositivo periféricos, se utiliza el protocolo de línea SDLC. En la conexión del ejemplo el SDLC se da entre el AS400 y el 6560 (HPAD), y entre los PU tipo 2.1 y sus respectivos 6560 (TPAD).

El 6560 soporta hasta 64 controladores de comunicaciones por puerto. Las velocidades de línea SDLC van desde 1200 bps hasta 384 kbps. Soporta el intercambio de frames SDLC tipo XID (intercambio de identificación) transparentemente a PUs tipo 2.1.

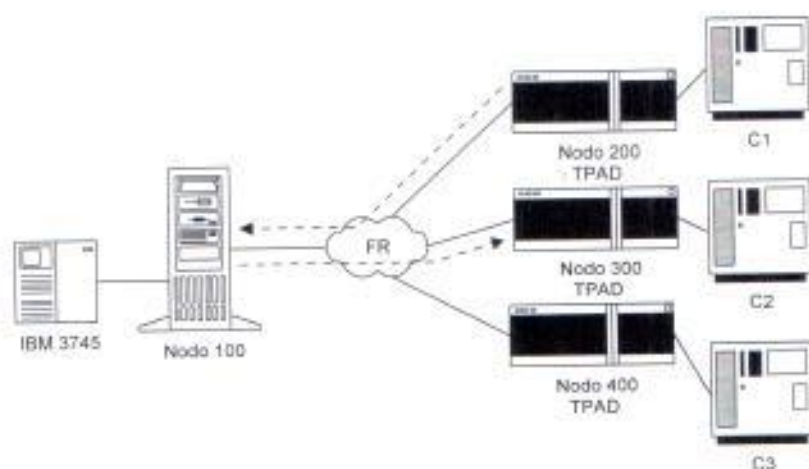


**FIG. 4.25.- Operación del QLLC**

El 6560 posee un protocolo internado para conexiones SDLC; que recibe el nombre de Annex G sobre Frame Relay; este provee información de control a nivel 2 (LAPB) usado para control de punto a punto. Provee de paquetes de protocolo en los cuales existe el bit Q. Cuando el bit Q = 1; el protocolo reacciona a los mensajes de QUA, QRR y QRNR. Cuando el bit Q = 0 los datos pasan transparentemente.

#### **4.10.4.1. RUTEO DE LA LLAMADA DESDE UN PUERTO SDLC REMOTO**

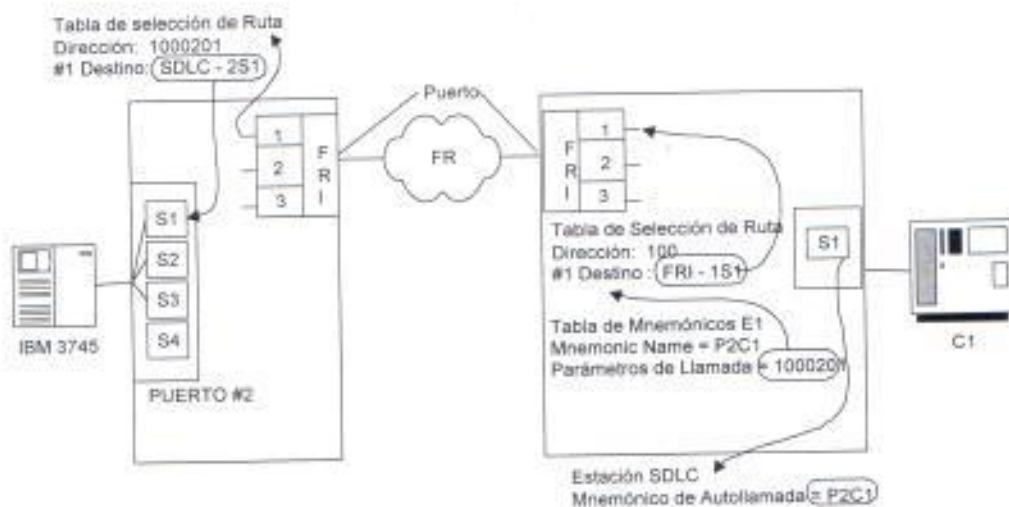
Para explicar como se realiza una llamada desde un puerto remoto; consideremos la figura 4.26 donde se muestran diversos controladores de racimo (PU tipo 2.0) que se conectan a través de una red Frame Relay a un Controlador de comunicaciones IBM 3745 (PU tipo 4). Los nodos que se conectan a los PU tipo 2.0 son configurados como TPAD.



**FIG. 4.26.- Ejemplo de conexión de varios PU 2.0 a un PU 4**

Cuando un Controlador de Racimos, por ejemplo C1 hace un requerimiento, se conecta con el puerto SDLC en el nodo (Puerto 2, Estación 1). En el nodo está configurado el puerto SDLC y la estación a la cual está conectado C1, de tal forma que cuando hace un requerimiento se reconoce con un nombre Mnemónico (Autocall Mnemonic) que es la entrada a una tabla que contiene las direcciones hacia donde se dirige la llamada (Route Selection Table). Para nuestro ejemplo (véase figura 4.27) el Mnemónico P2C1 dice que cuando el Controlador C1 efectúa un requerimiento de llamada al Puerto 2, el nodo busca en la Tabla de Mnemónicos que se ha configurado, los parámetros del nodo destino. Para este ejemplo la entrada P2C1 en la Tabla de Mnemónicos está el valor 1000201, que me dice que el destino es el nodo 100, el puerto 2, estación 1.





**FIG. 4.27.- Proceso de llamada para un puerto SDLC remoto**

Luego este valor (1000201) entra a una tabla que dice hacia que puerto de acceso a la red Frame Relay se dirige la llamada (puerto y/o estación FRI). Para esto se saca la dirección del nodo destino del valor anterior: 100; en la tabla de Selección de Ruta se busca la entrada que tiene el valor 100 y dice que esa llamada hecha por el puerto SDLC (puerto 2) es dirigida hacia el puerto FRI 1 estación 1 (FRI - 1S1). En el destino se sigue un proceso similar, que se explicó en secciones anteriores.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONSTITUCIÓN LÓGICA DE LA RED**

En el capítulo anterior tratamos los elementos indispensables en la construcción de los nodos que servirán para el enlace con fibra óptica. Sin embargo, en el tema precedente no tratamos un aspecto fundamental que es la manera lógica como los nodos se encuentran enlazados, las ventajas que presentan comparado a un enlace que podría realizarse simplemente con módems de fibra óptica y las perspectivas futuras que tendríamos al contar con este tipo de equipos. Esto y otros tópicos veremos en detalle en las siguientes páginas.

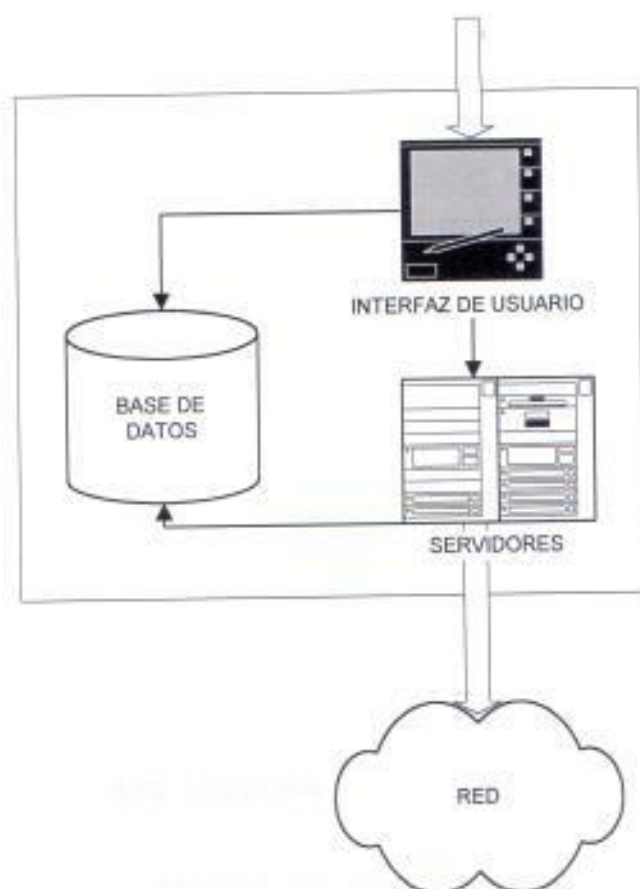
#### **5.1. FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES DE LA BASE DE DATOS.**

Cada nodo colocado en nuestra red posee un sistema lógico de control que permite monitorear, configurar, crosconectar los diferentes puntos que entran en nuestro enlace. La herramienta que permite cumplir esas funciones es el Network Management System (NMS). Esta herramienta funciona en una plataforma OS/2 conectada a la SCU a través de un puerto X.25.

La arquitectura de esta herramienta permite fácilmente el manejo de las diferentes aplicaciones. Los componentes pueden ser interactivos -llámese a aquellos que funcionan entre el cliente y el servidor- o no interactivos. A estos últimos se los identifica fácilmente por ser el respaldo de las diferentes tareas desarrolladas y por proveer los servicios para los componentes interactivos. Toda la información se maneja en una base de datos.

En el caso de la plataforma DXX consiste en todo un grupo de funciones de clientes que interactúa con las funciones del servidor que funciona las 24 horas del día. Todo esto

por una interfaz gráfica. La relación entre la red y el NMS se nota más fácilmente a través del siguiente esquema:



**FIG. 5.1.- Interconexión de base de datos y red**

El NMS consta de las siguientes herramientas: Workstation, Network Editor, Router, Fault Management System y otras más. Las mencionadas son de nuestro interés y las trataremos en detalle posteriormente.

En cuanto a los servidores de base de datos estos pueden ser catalogados de la siguiente manera:

- DXX SERVER
- RECOVERY SERVER
- VPN SERVER

Los servidores procesan los mensajes que a través de los diferentes comandos ejecuta el usuario y/o la base de datos con el fin de llevar a cabo la comunicación entre nodos y la estación de trabajo y control. El DXX server se caracteriza porque brinda los servicios de comunicación con la red instalada, restauración del canal de control en caso de fallas, sondeo y reconocimiento de faltas con un monitoreo en tiempo real. El servidor de respaldo es el Recovery Server y el VPN Server ofrece los servicios para el manejo fácil de un usuario diferente de nuestra red que quiera poseer cierto nivel de acceso.

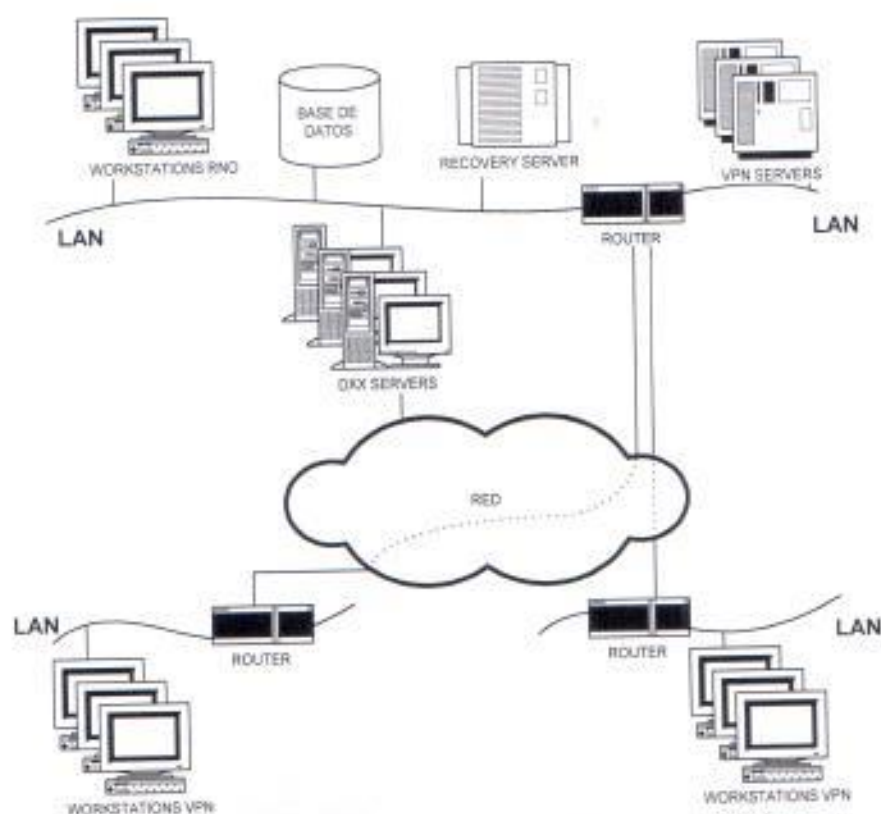
Refiriéndonos a la interface de usuario esta consiste de una serie de herramientas jerárquicas. El principal instrumento de operación para abrir estas herramientas es la Workstation. Cabe resaltar que estas herramientas se visualizan a través de ventanas prácticas que sirven para manejar mejor el entorno de comunicación.

## 5.2. VPN: VIRTUAL PRIVATE NETWORK

Es una red lógica con suboperadores que pueden controlar los objetos de la red de forma parcial. La estructura principal de un VPN se muestra en detalle en la figura 5.2.

De la figura 5.2. podemos observar los servidores que anteriormente mencionamos. Como detalle adicional tomaremos en cuenta el **Real Network Operator's** del NMS (Network Management System) que puede encontrarse en un segmento de la LAN, pero es también posible subdividirla en varios segmentos de la red LAN que se encuentren ubicados en diferentes lugares. La configuración está conformada por una base de datos diferentes estaciones de trabajo, a las que denominaremos "workstations", RNO; un servidor de recuperación "Recovery Server", diferentes servidores DXX "DXX servers" y servidores VPN "VPN servers". Notar que los servidores VPN pueden utilizar una LAN de manera separada y conectarse al RNO mediante routers.





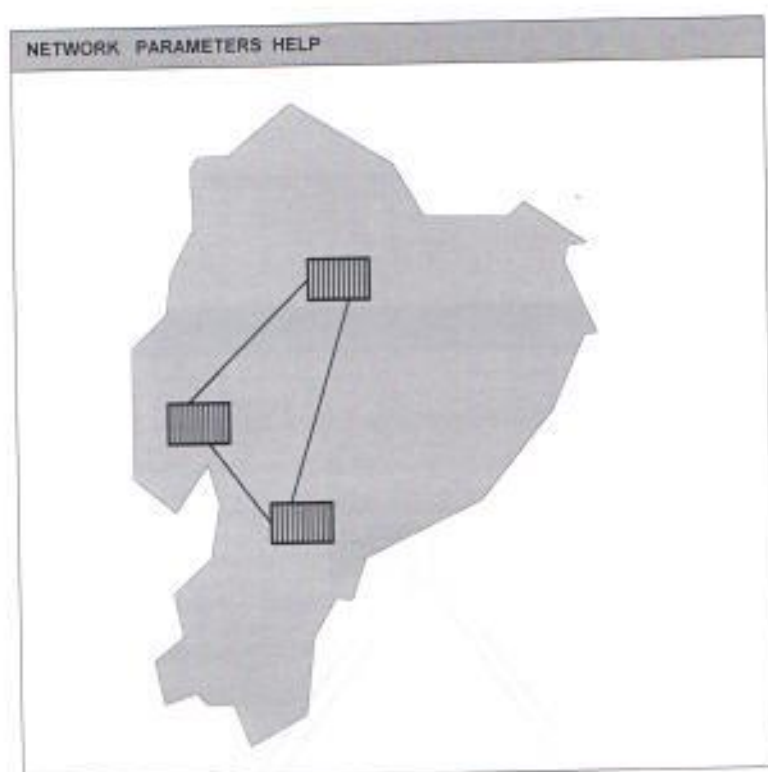
**FIG. 5.2. Estructura de la red de manejo multiusuario**

Al principio del capítulo mencionamos las herramientas que nos ayudarán a manejar y controlar la red de nodos que estamos ubicando. Detallaremos en los siguientes párrafos el funcionamiento general que poseen para después ver el funcionamiento y la configuración tanto de la base de datos que controlará el sistema como de los procesos que debemos seguir para establecer el camino virtual que enlazará los diferentes puntos.

### 5.3. WORKSTATION

Esta ventana provee al usuario una herramienta fundamental y muestra la constitución de la red con seguridad mostrando las posibles ubicaciones de los equipos.

Consiste de una red simplificada que contiene los nodos, los enlaces y ubicaciones especiales y un menú de toda la estructura. En esta pantalla podemos observar las siguientes aplicaciones realizando un doble clic en el icono que sea de nuestro interés.



**FIG. 5.3.-** Pantalla principal de la Workstation

Para ingresar al control y manejo de la red se necesita que los rangos de seguridad de la operación de la red pueden ser personalizados mediante un login y un password. Esta personalización permite identificar los diferentes permisos que el usuario puede tener para el control y el manejo de la red. Cuando se trata de un VPN (Virtual Private Network) la autenticación de los permisos es un procedimiento mediante el cual se garantiza que el usuario que ingresa a la red está autorizado para hacerlo. Este procedimiento se realiza colocando un hardware especial.

#### 5.4. NODE MANAGER

El Node Manager da la facilidad de manejo de la red con sus diferentes elementos: Nodos, unidades, interfaces y módems. Los elementos de control incluyen parámetros de configuración, fallar y errores monitoreados, pruebas y calidad de monitoreo.

El Node Manager es una colección de aplicaciones que pueden ser abiertas desde la pantalla principal, la workstation, y es usado para poner los parámetros más importantes de la red y monitorear que dichos valores no excedan los rangos convenientes.

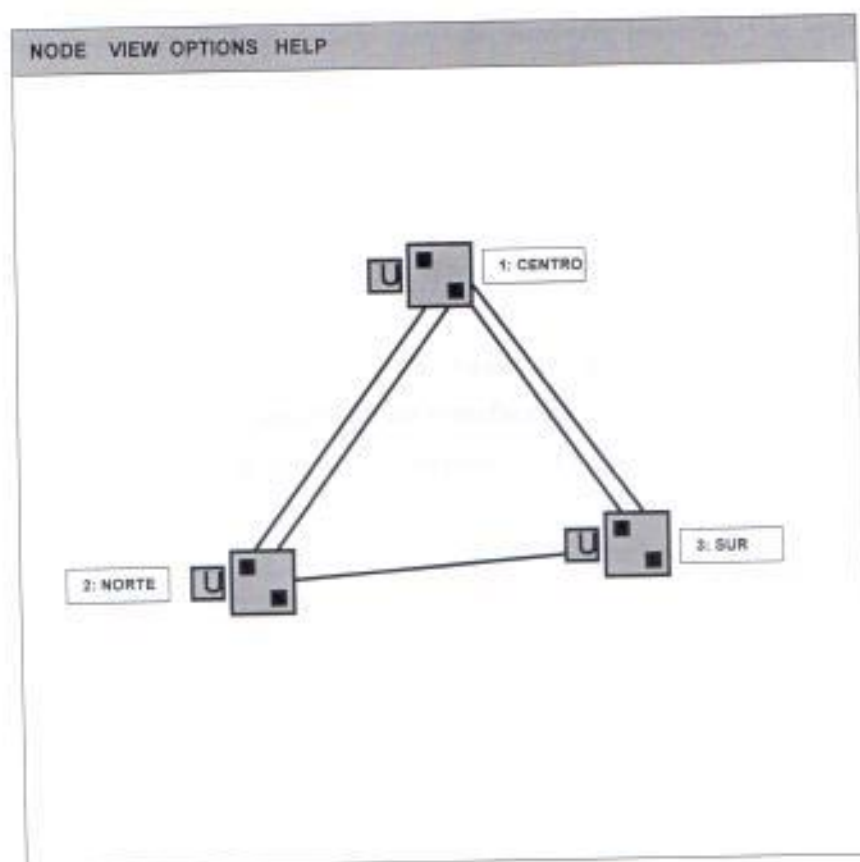


FIG. 5.4.- Ventana del Node Manager

Bajo condiciones normales de operación, es decir, cuando existe una comunicación con el hardware, el Node Manager muestra la composición de los elementos de red y permite al usuario configurar mediante software dicho equipo. En el Node Manager es posible planear con anticipación los equipos antes de ser instalados físicamente. Cuando ya han sido ubicados los equipos, la base de datos tiene la opción de poner en uso los elementos para que entren en funcionamiento.

Si existe alguna inconsistencia entre la base de datos y el hardware, es posible utilizar la aplicación conocida como "**Consistency Checker**" (Verificador de Consistencias) y eliminar los parámetros inconsistentes.

Esta ventana tiene otras facilidades que, de manera general, las enumeramos a continuación:

- **Operaciones grupales.**- Las interfaces pueden ser agrupadas para ser usada por los modelos de operación de las diferentes interfaces al mismo tiempo. Esta opción es activada por un nivel unitario en el Node Manager. Estas operaciones de grupos son bloqueadas, copiadas y cambiadas de estado.
- **Modelos.**- Son almacenados en la base de datos y ayudan a una mejor configuración y parametrización de las interfaces.
- **Service Computer.**- La Service Computer (SC) es usada para el monitoreo y control de la operación de un nodo en particular. Consta solamente de la herramienta del NMS con la cual se puede parametrizar, actualizar y detectar errores en casos extremos, como por ejemplo, que la base de datos falle o no se tenga acceso al nodo. Se conecta al nodo mediante una interface v.24 y no esta conecta a la base de datos.
- **Test y Mantenimiento.**- El Node Manager es una herramienta que permite probar el funcionamiento correcto del hardware y que el voltaje esté dentro de los rangos permitidos. También permite bajar nuevas versiones de software de cualquier red DXX. Algunos parámetros pueden ser parametrizados con esta herramienta, tales como Monitoreo del nodo vecino, el reloj Master y el tiempo del reloj Real.



- **El Unit Software Manager.-** Que almacena las versiones de software y hardware de la unidades y permite observarlos de aquellos puntos seleccionados. Así mismo permite actualizar dichas versiones.

### 5.5. NETWORK EDITOR (NWED)

Esta herramienta es usada para construir, ver y editar los modelos almacenados en la base de datos del DXX. Los objetos almacenados en la base de datos representan los elementos de hardware y software y la manera como se realiza la interconexión entre ellos. El Network Editor muestra algunos de estos objetos y conexiones gráficamente, aunque para otros dispositivos a través de diálogos que permiten cambiar los parámetros almacenados en la base de datos. También permite comunicar los elementos del hardware con los sistemas correspondientes.

Entre los objetos manejados en la base de datos tenemos los siguientes:

Objeto	Representación	Herramienta del NWED
Nodo	DXX node	Ventana Network, herramienta Node, diálogo Node
Subrack	Simple o doble subrack	Ventana NOED Node,
Unidad	Unidades comunes o unidades de interfaces	Herramienta NOED
Módulo	Módulo de la Interfaz	Diálogo NOED Settings
Interfaz	Interfaz	
Módem (NTU)	Módems bandabase	Ventana Network, herramienta del Módem diálogo del Módem
Troncal	Troncal física (n°64, 2M, 8M, troncal G.704, troncal doble, troncal VTP, troncales con poco overhead, troncales HDLC	Ventana Network, herramienta de Troncales diálogo para Troncales, diálogo TS Use, diálogo para Troncales dobles
Servidor DXX	Servidor para las comunicaciones del sistema de control con los nodos	Diálogos DXX Server
Soc	"System control computer"	"Toolbox"
Ruta de control de	Ruta de comunicación del DXX Server hacia el	CNED Control Network Editor

la red	nodo	
Area	Serie de nodos enlazados por el DXX Server	Diálogo Area
VPN	Virtual Private Network	Diálogo VPN, otras herramientas del modo VPN
Intervalo ID	Rango del intervalo de los ID's de la base de datos para la clasificación de los objetos	IDED (ID Interval Editor)
"Binding"	Unión entre las interfaces y las troncales, o la interfaz y el módem	IFBI (Interface Binder)
"Location"	Grupo de nodos representados por un símbolo simple en la ventana "network" (red)	Ventana Network, herramienta Location, diálogo Location

**TABLA 5.1.- Herramientas de administración**

Como podemos observar, tanto el nodo como el módem tienen su representación en el hardware del DXX. El objeto "trunk" (troncal) representa una troncal física ó lógica entre dos nodos. El DXX Server representa una facilidad en la comunicación ya que es el resultado de la combinación de software y hardware y la SCU a la computadora en el cual el administrador corre el software. El resto de objetos tienen propósitos meramente de control.

### 5.5.1. REPRESENTACIÓN DE LA RED

El Network Editor representa la red DXX en una o más ventanas **Network**, y los nodos en una o más ventanas **Node**.

La ventana principal de **Network** representa una vista de la red de forma total, sin embargo, se puede configurar las funciones de forma tal que podamos observar el sitio de nuestro interés o un elemento de la red en particular. En estas ventanas los nodos, troncales, módems, locaciones y SCC son representados con **símbolos** gráficos.

Podemos abrir dos ventanas adicionales de la red **"Network"**. La ventana **secundaria** muestra una vista de los subracks para los diferentes nodos.

Las opciones de la red incluyen lo siguiente:

- Vista de las locaciones
- Visor de clientes
- Visor de módems
- Visor de troncales
- Área seleccionada
- Modo VPN
- Nodos
- Etiquetas de los objetos.

La opción de vista del nodo muestra:

- Vista del subrack
- Vista del módulo
- Vista de la interfaz
- Vista del VPN
- Vista de las uniones o "bindings".

### 5.5.2. HERRAMIENTAS DEL NETWORK EDITOR

Las herramientas del NWED consiste de una barra de acción, la "Toolbox" que representa varias operaciones y un número independiente de herramientas que pueden ser puestas en operación.

El NWED toolbox permite que nuevos objetos –sean estos nodos, troncales, módems o locaciones- puedan ser creados; que los objetos existentes, efectuando la selección correspondiente, varien su posición y además sean realizadas sesiones independientes



de las herramientas con las que contamos. Estas herramientas son el Node Editor, el Interface Binder, el Control Network Editor, y la ID Interval Editor.

El **Node Editor (NOED)** sirve para definir los diferentes componentes y parámetros del nodo. Una barra de herramientas es disponible para cada unidad y los diferentes tipos de los módulos. Un diálogo denominado **Settings** permite que el estado de los objetos sean cambiados y las interfaces sean asignadas a un VPN en particular.

El **Interface Binder (IFBI)** sirve para definir y observar los enlaces de la unidad y las interfaces de los módulos de las troncales y los módems.

El **Control Network Editor (CNED)** sirve para añadir, mostrar y realizar pruebas en las rutas de control de los nodos DXX.

El **ID Interval Editor (IDED)** sirve para definir el rango de los ID's válidos para cada clase de objeto que el Network Editor y otras herramientas pueden añadir a la base de datos.

## 5.6.ROUTER

Esta herramienta permite al usuario manejar las diferentes conexiones a través de la red. El Router muestra la red tal como la ventana **Workstation** y el operador, de la misma manera que la anterior, puede ver partes específicas de la red.

Las diferentes conexiones que se hacen en el Router son conocidas como **circuitos**. Los circuitos pueden ser enrutados a través de la red de forma manual o automática, ser conectados total o parcialmente. Se pueden planear los circuitos sin una red física existente.

El circuito es identificado por una ID y un nombre únicos. Los parámetros necesarios, tal como capacidad, cliente y señalización pueden ser especificados al iniciar la creación del circuito. La capacidad se encuentra en el rango de 8 kbit/s a 8 Mbit/s. El



circuito básico consiste de dos puntos finales (tales como módems o interfaces) y el enrutamiento.

El enrutamiento es creado, tal como lo mencionamos anteriormente, de forma manual o automática. El enrutamiento manual se realiza seleccionando el camino a través de las diferentes troncales que forman la red. El ruteo automático usa el camino más corto, denominado "**shortest path**" que a través de un algoritmo encuentra la ruta óptima por un criterio de peso (aquí se considera longitud, costo, retardo y ocupación).

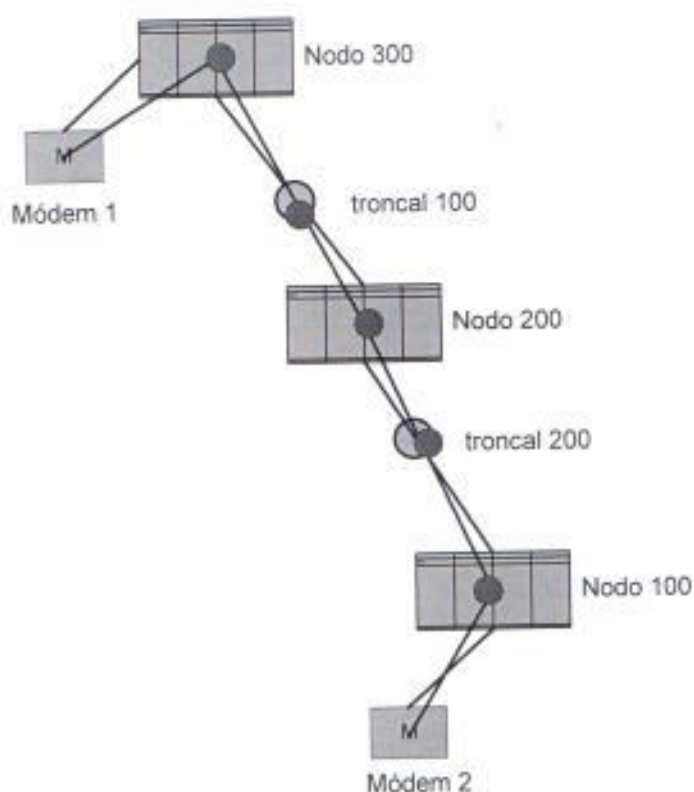
Las rutas de **reserva** pueden ser pre-ruteadas por el router o seleccionadas de forma dinámica por el Recovery Manager. Estas son usadas como un respaldo en caso de ser indispensable. Criterio que usamos al realizar el diseño.

Un circuito complejo con diferentes puntos finales consiste de algunos **subcircuitos** para hacerlo más manejable. Si la topología cambia, se pueden cambiar los circuitos originales. Los subcircuitos pueden ser conectados y desconectados de forma separada.

Las diferentes topologías de los circuitos que podemos realizar son las siguientes:

**Circuitos punto a punto**, es el más usado, es bidireccional y consiste de dos puntos finales y un ruteo, tal como muestra la figura. Al transportar, por ejemplo, una señal PCM, es posible comprimir la señal en una señal DPCM para salvar la capacidad de la red. La compresión puede ser de 64 kbit/s a 32 kbit/s, 24 +o 16 kbit/s. Otra forma de optimizar el uso de la capacidad de la red es poner el circuito para funcionar en determinadas horas. La topología de un circuito se muestra en la figura 5.5.

Una manera especial de recuperación de datos en casos de pérdida total del enlace es usando la herramienta que se denomina **Disaster Recovery Manager** y está disponible con los circuitos tipo **swap**. La idea es reemplazar los puntos finales de un circuito por otro cuando, por alguna razón, el punto final principal es dañado. Por conveniencia los diferentes circuitos **swap** pueden ser usados con el mismo punto **swap** para permitir reemplazar múltiples puntos finales en un simple paso.

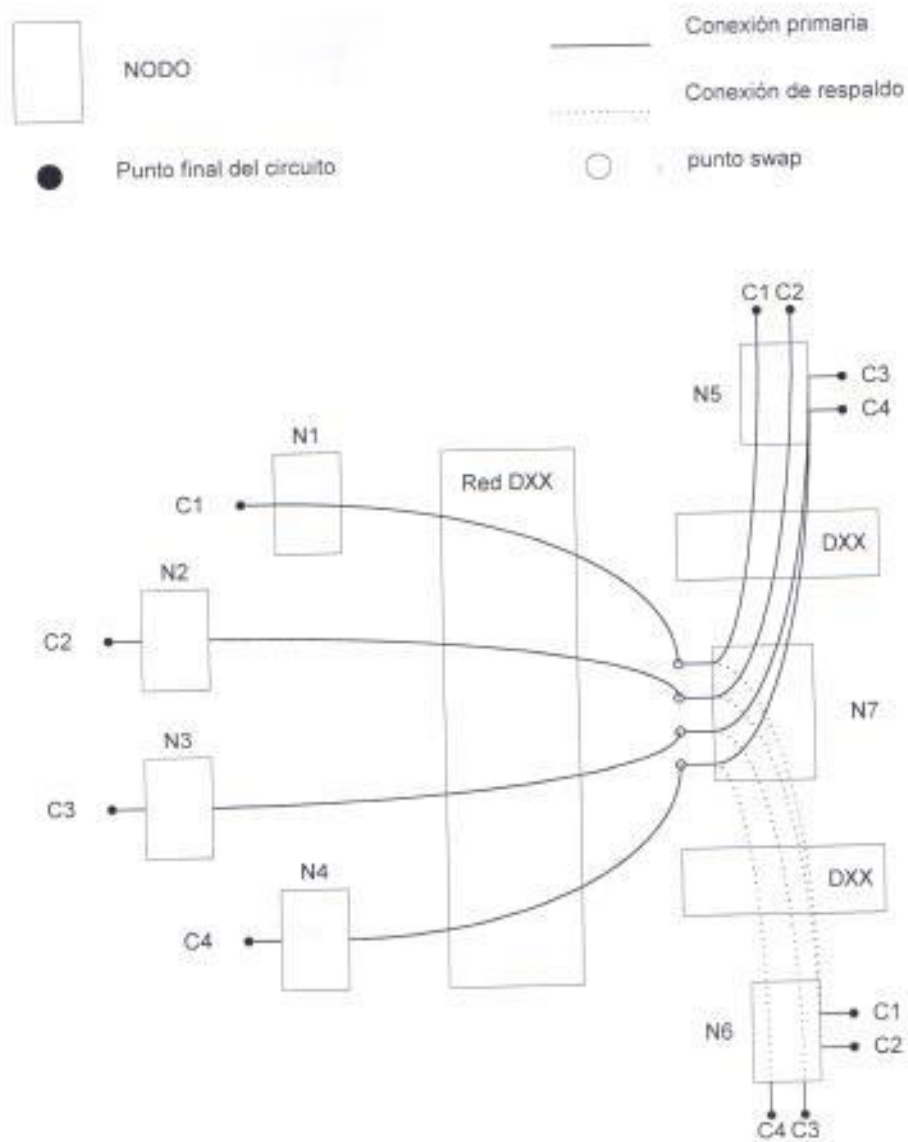


**FIG.5.5.- Topología del circuito punto a punto**

La configuración de este circuito se muestra en la figura 5.6.

El otro tipo de circuito es el **broadcast**. Este circuito es unidireccional y consiste de un punto final master y mucho puntos esclavos que pueden ser interfaces, nodos, subcircuitos y rutas.

El circuito **punto-multipunto** es similar al broadcast, pero el flujo de datos es bidireccional.



**FIG. 5.6.- Circuito Swap**

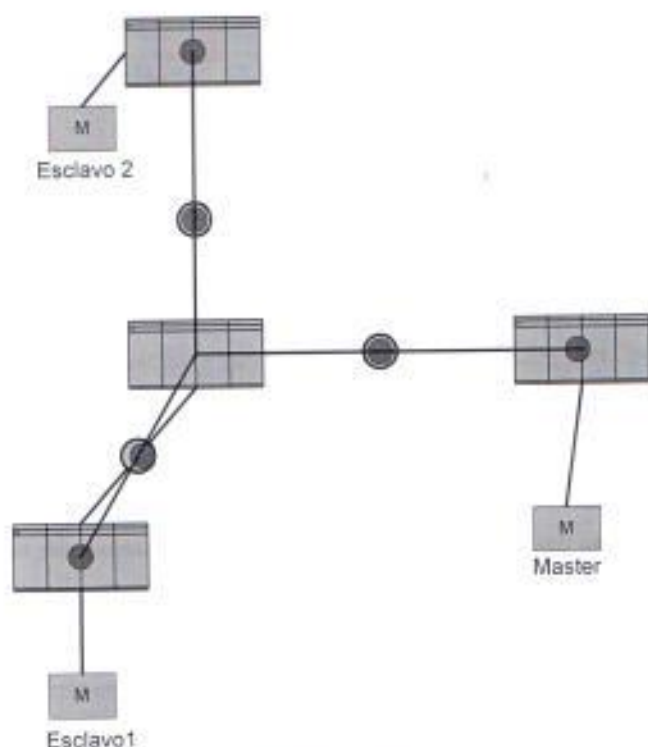


FIG. 5.7.- Circuito punto multipunto

## 5.7. PRUEBAS DE CIRCUITOS

La herramienta que se usa para hacer las pruebas de los circuitos es el **Circuit Loop Test**, esto nos permite detectar y localizar problemas en los circuitos creados y conectados por el Router. Se puede determinar la calidad de los circuitos y ver el detalle de los mismos. Se pueden realizar pruebas con determinados patrones y ver el control que sobre estos ejerce.

Las diferentes clases de circuitos pueden ser probadas de forma unidireccional y bidireccional. El test es definido para el circuito seleccionado. En el caso de un circuito swap para ser probado uno de los posibles pares de puntos deben ser seleccionados primero.



Al probar un circuito broadcast, deben ser seleccionados el punto final master y al menos uno de los puntos esclavos.

Notemos, al analizar los diferentes casos, que el análisis de cada circuito posee sus restricciones respectivas.

Los circuitos punto multipunto son probados de forma unidireccional, igual como se lo hace con los circuitos broadcast, pero, así mismo, pueden ser probados de manera bidireccional.

El circuito puede ser probado de dos maneras diferentes. El primer tipo de prueba se refiere a las **pruebas de control** el cual es configurado en las señales de control (105 - 109, 108 - 107, 105 - 106) por la circuitería interna. El otro tipo de prueba se denomina **test**. Esto significa que el camino del circuito seleccionado es probado usando diferentes patrones de pruebas. Tanto los circuitos síncronos como asíncronos pueden ser probados.

#### 5.7.1. RECURSOS DE LA PRUEBA DE CIRCUITOS.

Enumeramos los recursos disponibles para la prueba de algún circuito.

- **X-Connection** o crosconexión. El circuito puede ser probado por un comando de crosconexión para un puerto de una interface del punto final dado o una troncal.
- **Lazo a una IF.** El lazo a una interface es activado por un comando de **manejo**
- **Lazo de línea** es activado por un comando de **manejo** en un punto final dado de la interface.
- **Lazo V.54.**- El lazo es activado para los módems. Cuando es detectado por un circuito externo, es activado por los recursos de la prueba.
- **Lazos externos.**- Un lazo hipotético es trazado externamente del DXX.
- **Lazo externo local.**- Este tipo de lazo es posible cuando la unidad VCM tiene un módulo V.24 DTE.

Los resultados de las pruebas permiten determinar el porcentaje de error, las fallas y la calidad del enlace. Estas pruebas tienen contadores según la norma G.821.

### 5.8. SISTEMA DE MANEJO DE FALLAS (FAULT MANAGEMENT SYSTEM)

El sistema de manejo de fallas Fault Management System, el FMS, es usado para monitorear y reportar el estatus de las fallas en la red. Esto incluye una supervisión continua de los nodos de la red. Los datos de falla son recopilados de las unidades de la red por los servidores DXX. Los eventos de falla detectados son filtrados, y, si es necesario, se almacenará en la base de datos.

Este monitoreo es realizado de tal forma que se observa el tiempo real. El principio de funcionamiento del FMS es mediante un poleo de las fallas. Un **poleo** es un conjunto de preguntas desde las unidades de control. El poleo es parametrizado por los servidores del DXX. Cada servidor es responsable por la recolección de los eventos de falla de una o más áreas de la red. El mecanismo de reporte de fallas de los nodos de la red son implementadas para soportar una jerarquía del poleo. La unidad de control monitorea las condiciones de falla de las otras unidades en el nodo. El servidor DXX monitorea el estatus de falla del nodo y este resultado es reportado por la unidad de control. Esta información, siempre en tiempo real, es reportada desde el servidor de la red hacia la base de datos.

Basta solo un poleo al nodo para determinar las fallas existentes. Sólo en condiciones críticas se cambian los parámetros de poleo, tales como el número de poleados, el periodo de poleo entre otros.

Las fallas pueden ser catalogadas de acuerdo a los estados que presentan. Estas pueden ser graves, medianas o leves.

Las fallas de revisión inmediata son las PMA y se presentan cuando un equipo remoto es apagado, o la línea no se encuentra presente.

La alarma DMA es de mediana intervención, pudiendo interferir en el normal funcionamiento de la red, pero no en una situación crítica y la alarma MEI son inconsistencias presentadas en el sistema.

## 5.9. PERFORMANCE MANAGEMENT SYSTEM

Esta herramienta es usada para realizar reportes y monitoreo de la calidad de los objetos del NMS. Esta calidad de los **circuitos**, **troncales** y de las **interfaces MUAP<sup>6</sup>** se reporta de acuerdo a los parámetros dictados por la CCITT G.821. También se puede hacer las estadísticas de la **capacidad de croconexión del nodo**, las estadísticas de la **capacidad de las troncales**, y estadísticas de **errores de los caminos de control en la red de control**.

El servidor DXX toma cuidadosamente toda una colección de datos. Las estadísticas de cada objeto monitoreado son recolectados diariamente con la intervención de la workstation, que recoge los datos cada quince minutos.

### 5.9.1. FACILIDADES DE MANEJO DE CALIDAD

- Monitoreo de las estadísticas G.821 de las troncales.- Que pueden ser monitoreado de forma separada en cada extremo. El contador funciona durante 24 horas y permite ver los promedios del tiempo total (TT), tiempo no disponible (UAT), segundos de errores (ES), segundos de errores severos (SES) y minutos degradados (DM). También se pueden obtener otro tipo de estadísticas.
- Monitoreo de las estadísticas G.821 de los circuitos.- Dependiendo de la estructura del circuito se pueden ver estas estadísticas. El **tail link** representa que la línea del suscriptor y el **DXX link** representa las secciones de las troncales entre los nodos de acceso. El **tail** y el **DXX link** pueden ser combinados.

<sup>6</sup> MUAP significa Multi-User Access Point



Se puede también monitorear adicionalmente estadísticas del **CRC** y estudiar la calidad del enlace punto a punto. Si esta estadística no es posible realizarla, entonces no se puede analizar el circuito punto a punto.

- Monitoreo de las estadísticas de las interfaces MUAP.- Son disponibles cuando las estadísticas del **CRC** son usadas.

La forma como se muestran estas estadísticas es de forma tabular y gráfica.

### 5.10. RECOVERY MANAGEMENT SYSTEM

El RMS (Recovery Management System) es un programa de aplicación que permite recuperar los enlaces si las fallas en las troncales de los nodos ocurren en la red DXX, todo esto efectuado por el **Recovery Control Program** (RCP).

El principio de recolección empieza transfiriendo la información del usuario durante la normal operación de la estación de trabajo.

No todas las troncales son usadas para la normal transferencia de información a través de la red. Una parte de estas troncales son usadas como respaldo en caso de que existan problemas. Las que son usadas en forma normal se denominan **primarias**, mientras que las segundas son de respaldo o **backup**.

La capacidad de las troncales primarias no son usadas en su totalidad de manera tal que puedan ser usadas si los circuitos fallan.

Si el circuito falla, el **Programa de Control de Recuperación** permite que de manera automática debido a las fallas que el sistema reporte.

El RCP puede ser iniciado por el operador a través de las siguientes acciones:

- Recuperación de una troncal con o sin error.
- Recuperación de todas las troncales con fallas.



- No recuperar las troncales que se encuentran en operación.
- Recuperar un circuito con o sin error.
- Recuperar todos los circuitos que tienen fallas y aquellos circuitos que usan una troncal con fallas.
- No recuperar los circuitos que se encuentran en operación.

Las restricciones en la aplicación de las opciones que tiene este sistema las enumeramos a continuación:

- No poseer backup de las troncales.
- No tener troncales de recuperación.
- No poseer troncales que no pueden ser recuperadas.
- No puede ser usado un backup espontáneo.

## **CAPÍTULO 6**

### **INSTALACION DE LOS EQUIPOS**

#### **6.1. INSTALACIÓN DE MULTIPLEXORES**

La instalación de los equipos crosconectores implica un proceso que consta de los siguientes pasos:

- Instalación del equipo de monitoreo y control de la red.
- Configuración y planeación de la red.
- Instalación física del equipo.

##### **6.1.1. INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE MONITOREO Y CONTROL DE LA RED**

En primer lugar debemos cargar el software de control de la red. Detallaremos, a breves rasgos, sus componentes fundamentales.

##### **6.1.1.1. INSTALACIÓN DE LA BASE DE DATOS.**

Debemos crear un directorio para que todos los archivos requeridos para instalar la base de datos. Los scripts para crear los dispositivos de la base de datos son: **DBINIT.QRY** y **DBCRE.QRY**.

Para preparar la base de datos para el monitoreo lo creamos en el Sistema Sybase 10 SQL Server. Debemos crear el nombre de la base de datos en el archivo **THRES.QRY**.

Se debe instalar la licencia después de instalar la estación de trabajo y el servidor y la base de datos.

### 6.1.2. CONFIGURACIÓN Y PLANEACIÓN DE LA RED

Para colocar cada uno de los nodos se debe planear la red. Los nodos pueden ser instalados físicamente primero, considerando los cálculos presentados en el capítulo 3 y después realizar las configuraciones respectivas que validarán su presencia en el diseño de control.

Si es que optamos por instalar físicamente cada uno de los nodos (recordar que dicho proceso debe realizarse  $n$  veces, donde  $n$  es el número de nodos existentes en nuestra red), consideraremos el siguiente plan de instalación.

- Ingresar con una máquina portátil y el software correspondiente via puerto serial al nodo.
- Realizar las configuraciones del reloj, ya sea este interno o externo, en cada uno de los nodos correspondientes.
- Actualizar los dispositivos disponibles en cada equipo

Lo esencial de la instalación física es recibir la señal de reloj del equipo principal. Al reconocer esta señal, se tiene enganchado un nodo con el otro.

Refiriéndonos a la conformación lógica de la red, se debe considerar los siguientes elementos:

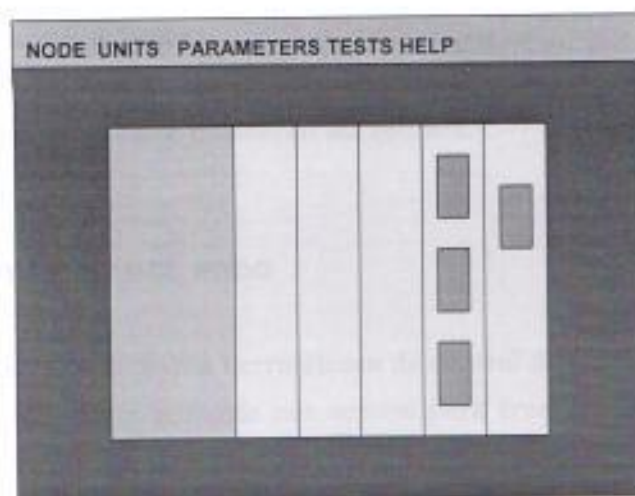
- Instalación de nodos.
- Instalación de troncales de enlace.
- Instalación de circuitos.

### 6.1.3. INSTALACIÓN FÍSICA DE LA RED

Veamos una visión general del tema: Una vez que el tendido de fibra óptica se ha realizado y se han comprobado las atenuaciones y potencias de las mismas, el instalador procede a colocar el equipo en el sitio de su final ubicación. Después, con la ayuda de la portátil, ingresaremos al nodo y en la pantalla de la misma, tendremos una visión general del rack, tal como muestra la figura 6.1.

Aquí ingresaremos en SUBRACK INVENTORY e ingresaremos las unidades existentes.

Después en Parameters, configuraremos el reloj. Configuraremos el reloj que sea provisto por una fuente de 2048 KHz ya que las propiedades del jitter y de la fluc-



**FIG. 6.1.- Pantalla principal de acceso al nodo**

tuación lenta de fase son mejores<sup>7</sup>. Para determinar que el reloj ha sido perfectamente configurado tomaremos en cuenta los siguientes aspectos:



- El CLOCK OUTPUT debe ser habilitado para coger la fuente de reloj externamente.
- En AVAILABLE PORTS señalaremos el módulo de la fibra que se conecta con el nodo central. Éste automáticamente tomará la señal del reloj principal.
- Una vez que la señal está disponible, debemos confirmar que aparezca el mensaje SYNC CLOCK BUS 1 y MASTER CLOCK STATE OK.

#### 6.1.4. CONFIGURACIÓN LÓGICA DE LA RED

En la configuración lógica de la red debemos considerar que los croconectores después de ser instalados deben revalidarse en la base de datos construida para el efecto. Por ello tomaremos en cuenta los siguientes puntos al instalar nuestro diseño:

- Configuración del croconector. Colocar de "planeado" a "en uso" el nodo con todas las interfaces que posee.
- Creación de las troncales que unen los diferentes puntos.
- Creación de los circuitos que enlazarán los routers.<sup>8</sup>

##### 6.1.4.1. CONFIGURACIÓN DEL NODO

En el capítulo 5 mencionamos una herramienta de control de los croconectores que es el NETWORK EDITOR. Este utilitario nos servirá para crear el nodo, poner en uso la interfaz y crear el circuito correspondiente.

Una vez que hicimos el reconocimiento del nodo y que se engancha con la señal de reloj, desde nuestra consola de trabajo procederemos a señalar en el TOOLBOX (caja de trabajo) y coger la opción de LOCATION. Ubicamos las tres locaciones donde se encontrarán nuestros nodos. Gráficamente lo vemos en la figura 6.2.

<sup>7</sup> Refiérase al capítulo 4

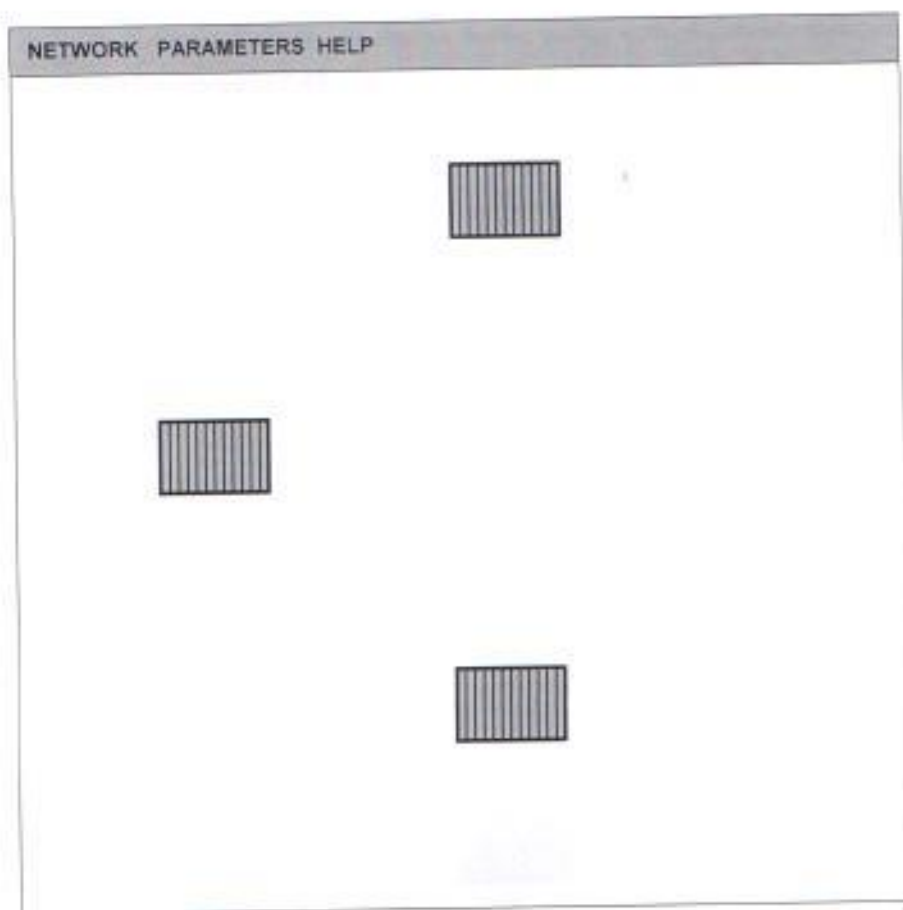
<sup>8</sup> Refiérase al capítulo 4

Dentro de cada una de las locaciones ubicaremos los nodos que se enlazarán a través de las diferentes troncales de la red.

Haciendo doble clic con el mouse en la locación entraremos en ella y señalaremos en el TOOLBOX el BASIC NODE y lo ubicaremos de igual manera que lo hicimos con LOCATION. De allí, señalando el NODE EDITOR en el TOOLBOX abriremos nuestro nodo y colocaremos cada tanto las interfaces y módulos de nuestro interés.

Recordemos que los necesarios en nuestra configuración son los siguientes:

- SXU
- VCM y sus módulos V.35 hembra
- PAU
- SCU
- GMH y sus módulos OTE-LED



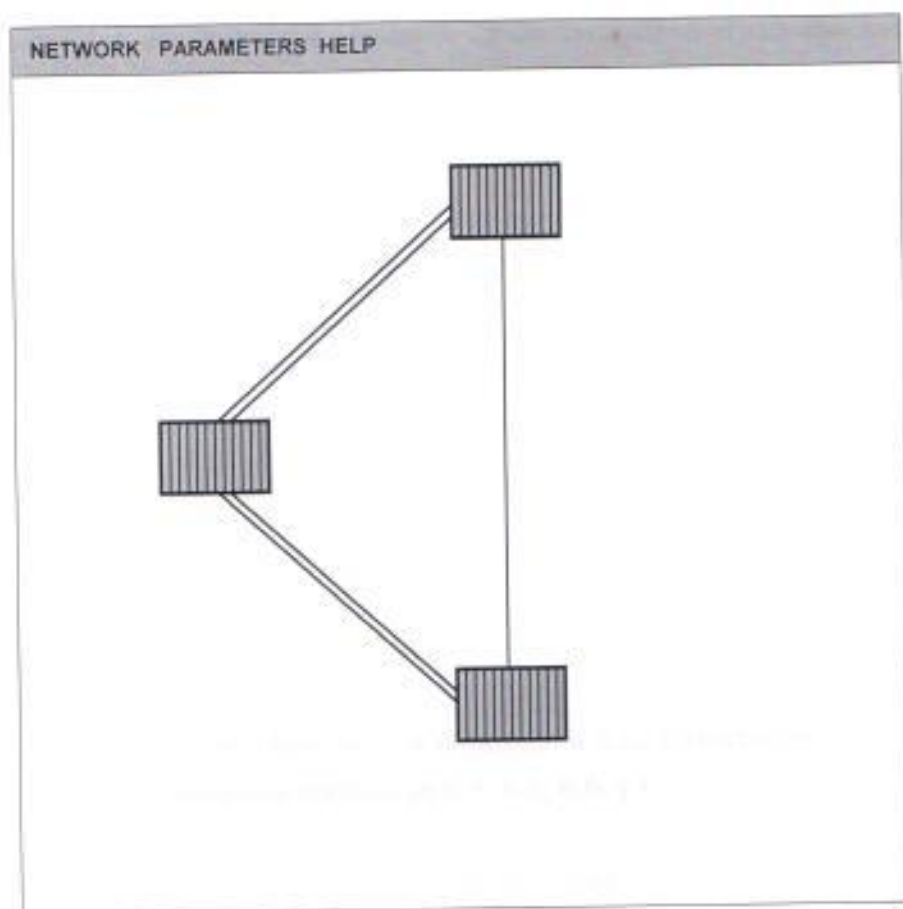
**FIG 6.2.- Pantalla del Network Editor**

#### **6.1.4.2. CONFIGURACIÓN DE TRONCALES**

Cuando ubicamos el nodo en cada locación debemos colocar la interfaz y el módulo en uso a la velocidad de 2 Mbit/s para tener las troncales parametrizadas de forma similar.

Señalamos en el TOOLBOX la opción de troncales a 2 Mbit/s y señalamos cada uno de los nodos. Veremos las troncales que enlazan los nodos y haremos un BIND (juntura) entre ambos nodos, tal como muestra la figura 6.3. No hay que olvidar que en las

troncales que unen directamente los nodos Norte y Sur con el Centro debemos colocar la opción de troncal protegida 1+1.



**FIG. 6.3.- Troncales de enlace**

#### 6.1.4.3. CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS

Una vez colocados tanto el nodo como el circuito se procederá a configurar el circuito. Para esto ponemos en uso los módulos V.35 de la VCM, considerando que debe ya estar conectado el cable de Martis a Motorola<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Ver el Apéndice 2.



Una vez que la interfaz está en uso abrimos la aplicación DXX ROUTER y ponemos en CIRCUIT añadir un circuito. Todos los nodos se tornarán de color rosa y seleccionamos los dos puntos a enlazar<sup>10</sup>. Parametrizamos el circuito colocando el nombre y las características principales. Después hacemos un BIND CIRCUIT y un RUTEO MANUAL del circuito y lo ponemos en uso.

## 6.2. CONFIGURACIÓN DE LOS NODOS MOTOROLA

En la configuración de los routers MOTOROLA debemos considerar los siguientes aspectos:

- Configuración del nodo MOTOROLA.
- Configuración del puerto y la estación FRAME RELAY FRI para enlazar los diferentes puertos hacia el agregado de fibra óptica.
- Configuración del puerto y la estación SDLC para ingresar cada uno de los cajeros.

En esta primera parte, señalaremos los parámetros más importantes del nodo. Para esto tomemos como referencia las figuras 6.4, 6.5, 6.6, y 6.7.

En la figura 6.4. tomaremos en cuenta los detalles más importantes:

- El nombre que le asignamos al nodo es de ocho caracteres como máximo y otorga una identificación personal al nodo.
- La dirección del nodo sirve para la configuración de todas las llamadas, saltos y otras propiedades a nivel de protocolos (este particular será detallado de mejor manera cuando veamos la configuración de puertos y estaciones SDLC y FRAME RELAY).
- MAXIMUM ROUTING HOPS son posibles saltos a través de los diferentes nodos para llegar a este punto de destino.

<sup>10</sup> Refiérase al capítulo 3 para ver todos los circuitos a realizar.

- También observamos los parámetros de alarma que son muy indispensables para el control adecuado de nuestra red.

The screenshot shows a HyperTerminal window titled 'motorola - HyperTerminal'. The menu bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Línea', 'Transferir', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations. The main text area displays the following configuration parameters:

```

Node Name: GYE
Node Address: 200
Node Number: 16
Chassis Type: 6560
Maximum Routing Hops: 15
Maximum Routing Hops For Voice: 2
Hop Count Facility Code: 200
Control Port Subaddress: 98
Control Port Idle Disconnect Time (minutes): 10
Alarm Distribution: CTP
Alarm Printer Mnemonic: (blank)
Alarm Selection: HIGH+MED
Threshold Alarm Timer (minutes): 15
Broadcast Port Subaddress: 95
•Number of Broadcast Nets: 0
•Number of Broadcast Input Channels: 1
•Billing Printer Mnemonic: (blank)
•Billing Record Call Threshold: 10

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

At the bottom of the window, a status bar shows: '00:00:44 conectado | VT100 | 9600 8-N-1 | [DESPLAZAR] | [MAYÚS] | [NUM] | [Captura] | [Imprimir]

**FIG 6.4.- Parámetros principales del router**

- En la figura 6.5, tenemos el parámetro CPU UTILIZATION THRESHOLD que nos especifica el tamaño del buffer utilizable en caso de alarmas severas y medias.
- LAN CONNECTION SUBADDRESS es la dirección con la que están compuestas las llamadas que se hagan al router.
- NODE LOCATION se refiere a la ubicación física del nodo.
- TRAFFIC PRIORITY es la prioridad que se dará a los diferentes paquetes de datos que salgan del equipo. En caso de ser requerido por su importancia, puede ser EXP (sumamente alto), HIGH (alto), de lo contrario, lo típico es MED (mediano), LOW (bajo).

The screenshot shows a HyperTerminal window titled "motorola - HyperTerminal". The window contains the following text:

```

Maximum Billing Records: 100
*Billing Record Timer (minutes): 0
PVC Billing Record Timer (minutes): 0
SVC Billing Record Timer (minutes): 0
*Maximum Simultaneous Cells: 0
Port Utilization Threshold (%): 80
Buffer Utilization Threshold (%): 75
CPU Utilization Threshold (%): 80
Port Error Threshold: 10
PAD Bulletin Message: (blank)
PAD Banner Message: "M^JMotorola 6560 (node %N) port %P(%C)^M^J
DCP Facility: 201
*Codex Proprietary Protocol ID: 192
*LAN Connection Subaddress: 94
Contact: (blank)
Domain Name: (blank)
Node Location: (blank)
*Traffic Priority: MED

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

At the bottom of the window, there is a status bar with the following information: "00:00:16 conectado VT100 9600 8-N-1 [DISPLAZAR] [MAYUS] [NUM] [Captura] [Imprimir"]

**FIG 6.5.- Parámetros del router**

En la figura 6.6. recalacamos los siguientes puntos:

- TRAFFIC PRIORITY STEP indica el número de paquetes de mayor prioridad que se almacenan en la cola.
- MAX FRAME SIZE es el parámetro que indica el número máximo de paquetes del nivel de enlace que puede recibir el nodo ya se en un enlace WAN o LAN.
- ROUTE SELECTION TABLE indica cuantas entradas en la tabla de rutas permitirá el nodo.
- MNEMONIC TABLE SIZE indica el número de entradas en la tabla de nemónicos.
- PVC SETUP TABLE SIZE, INBOUND CALL TRASLATION TABLE SIZE nos dan una idea de la cantidad de PVCs que podemos configurar en el nodo y el número de entradas o "entries" en la tabla de llamadas entrantes.
- BILLING PRINTER2 MNEMONIC es una ruta alternativa de almacenamiento de datos importantes del nodo. Este puede ser una PC (Personal Computer)



**FIG 6.6.- Parámetros principales del router**

En la figura 6.7. destacamos los siguientes parámetros de interés:

- El DC ENABLE FACILITY y el DC NEGOTIATE FACILITY se usan en el caso de compresión de datos.
- Con OUTBOUND CALL TRANSLATION TABLE SIZE configuramos el tamaño de tabla de traslación de las llamadas salientes.



The image shows a HyperTerminal window titled "motorola - HyperTerminal". The window contains a list of configuration parameters for a Motorola router. At the bottom of the window, there is a status bar with the text "00:01:24 conectado VT100 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAYÚS NUM Capture Imprime".

```

*DC enable facility: 61
*DC negotiate facility: 62
*Ring Frequency: 25Hz
*Voice Switching Table Size: 16
*Max Switch Service Entries: 200
Number of Digits to be Omitted from CAEP: 0
Digits to prefix in CAEP: (blank)
*Outbound Call Translation Table Size: 64
GSC Call Rate(Number of Calls per Sec.): 0

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

**FIG 6.7.- Parámetros principales del router**

### 6.3. CONFIGURACIÓN FRAME RELAY PARA NODOS MOTOROLA

Una vez configurado el nodo procederemos a guardar en memoria los parámetros más relevantes a nivel de FRAME RELAY que permita enlazar ambos nodos. Recordar que el croscconector es transparente al nodo, ya que éste se maneja básicamente en la capa de transporte, por lo que lo más importante de la relación Martis-Motorola es la presencia de las señales de portadora y el estado "listo" del DTE físico (En este caso en particular es el router Motorola).

Al configurar en FRAME RELAY debemos considerar tanto el puerto como la estación. El puerto que se enlaza con el croscconector en FRAME RELAY es uno y que el número de estaciones FRAME RELAY será el número de cajeros a enganchar en ese nodo.

Tratemos primero la configuración del puerto FRAME RELAY para lo que tomaremos como referencia la figura 6.8.

- El tipo de puerto será FRI (Frame Relay Interface Port). Notar que el asterisco (\*) sirve para indicarnos que esta configuración será almacenada en el equipo cuando éste sea reseteado.
- El tipo de conexión será SIMP, esto significa que para su funcionamiento no necesita señales de control entrantes.
- La fuente del reloj CLOCK SOURCE puede ser interna o externa. En este caso el reloj lo tomaremos de los croconectores, por lo que la fuente será EXT.
- PACKET SEQUENCE COUNTING se refiere al esquema de numeración de paquetes que puede ser módulo 8 o módulo 128. Si es módulo 8 es NORM (Normal); en caso de ser 128 es EXT (Extendida)
- CONTROL PROTOCOL SUPPORT define el protocolo de control habilitado para el manejo dinámico de los PVC. El protocolo puede ser escogido entre LMI, ANNEX\_A, ANNEX\_D, AUTO (que escoge al que viene configurado en el otro extremo) y NONE. En nuestro caso escogimos ANNEX\_D.
- Podemos dar prioridad a una estación backup en particular a través de HIGH PRIORITY STATION.

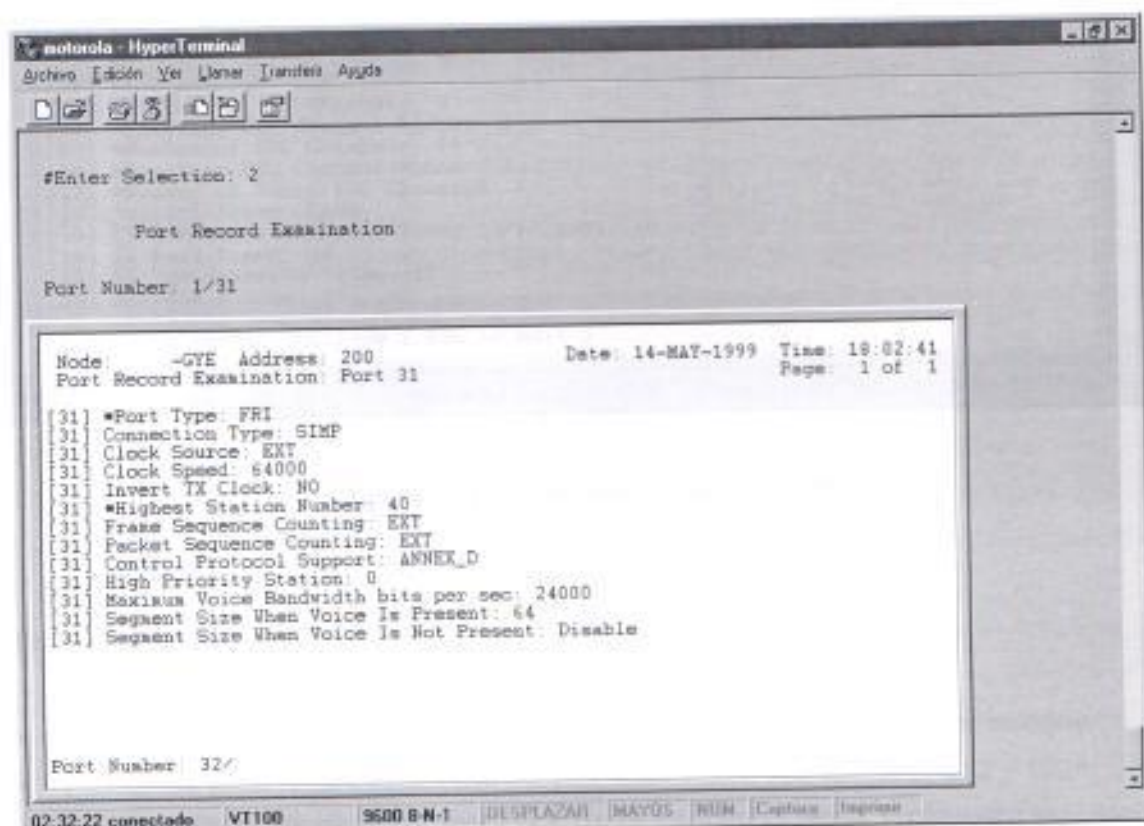
El resto de parámetros no son de importancia ya que no vamos a usar canales de voz. Vale la pena observar que los parámetros de configuración se encuentran deshabilitados.

En cuanto a las estaciones FRI, recordemos que debemos configurar una estación por cada puerto SDLC que configuremos. No tomamos en cuenta las estaciones SDLC ya que, como indicaremos más adelante, sólo será configurada una estación SDLC porque manejamos sólo una aplicación de este tipo.

Para ver esto con mayor claridad tomemos como referencia las figuras 6.9. y 6.10.

- El tipo de estación puede ser configurada como ANNEX\_G o BYPASS. En este caso escogimos la estación ANNEX\_G ya que permite tener mayores parámetros de control en el puerto.
- Se configuran el DLCI, el CIR y el BURST SIZE tal como vimos en el capítulo 2.

- La forma de congestión se la realiza de forma NORMAL. Esto significa si tenemos paquetes BECN o FECN la tasa de transmisión se reduce al CIR.
- LINK ADDRESS es la configuración lógica del terminal. Puede ser DTE o DCE. Recordar que en uno de los nodos debe ser DTE y en el otro DCE.
- El número de canales PVC es aplicable únicamente a estaciones ANNEX\_G y puede llegar a ser como máximo 128 canales PVC. Lo mismo es aplicable para los SVC y pueden ser como máximo 512.
- Cuando se establece en primera instancia el enlace escogemos que tipo de paquete lo inicia. En el caso de estos equipos tenemos las siguientes posibilidades: NONE (Ninguno), SABM o DISC.
- T1 TRANSMISSION TRIES indica el tiempo de retransmisión del paquete.



**FIG 6.8.- Parámetros del puerto FRI**



- T4 POLL TIMER indica el tiempo de sondeo de las señales para detectar si están presentes.
- K FRAME WINDOW el número de tramas no reconocidas que pueden ser enviadas. A un más alto valor de K, tendremos un más alto "throughput"

```

[10] *Station Type: ANNEX_G
[10] DLCI: 25
[10] Committed Information Rate (CIR): 9600
[10] Committed Burst Size (BC): 19200
[10] End-to-End Transit Delay: 50
[10] Congestion Control Mode: NORMAL
[10] Voice Congestion Control Mode: Disabled
[10] Link Address: DCE
[10] *Number of PVC Channels: 0
[10] *Starting PVC Channel Number: 1
[10] *Number of SVC Channels: 16
[10] *Starting SVC Channel Number: 1
[10] *Number of Voice SVC Channels: 0
[10] Initial Frame: SAEM
[10] T1 Transmission Retry Timer (1/10 sec): 30
[10] T4 Poll Timer: 40
[10] N2 Transmission Tries: 10
[10] K Frame Window: 15

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

```

**FIG. 6.9.- Parámetros del puerto FRI**

En la figura 6.10. recalcaremos los siguientes puntos:

- W PACKET WINDOW especifica el número de paquetes que puede ser enviado
- P PACKET SIZE indica el tamaño del paquete. Puede ser 128,256, 512 y 1024.
- DATA QUEUE UPPER THRESHOLD y DATA QUEUE LOWER THRESHOLD indican los límites máximo y mínimo de la cola de transmisión



```

motorola - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Línea Transfer Ayuda
FRI station examination: port 31, station 10 Page: 2 of 2
[10] W Packet Window: 15
[10] P Packet Size: 1024
[10] Data Queue Upper Threshold: 5
[10] Data Queue Lower Threshold: 0
[10] Restart Timer: 180
[10] Reset Timer: 180
[10] Call Timer: 200
[10] Clear Timer: 180
[10] Peak data link util. monitoring interval size: 0
[10] X.25 Options: NONE
[10] Restricted Connection Destination: (blank)
[10] CUG Membership: ---,---,---,---,---,---,---,---
[10] Billing Records: OFF
[10] Frame Segmenter: Disabled

Station Number: 11/_
00:03:56 conectado VT100 9600 8-N-1 [DISPLAZAR] [MAYÚS] [NUM] [Captura] [Imprimir]

```

**FIG 6.10.- Parámetros del puerto FRI**

#### 6.4. CONFIGURACIÓN SDLC PARA ROUTERS MOTOROLA

Por cada cajero que nosotros tengamos o vayamos a añadir deberemos configurar un puerto SDLC con su respectiva ESTACIÓN.

Veamos, en primera lugar, los puntos más importantes del puerto SDLC valiéndonos para ello de la figura 6.11.

- El tipo de puerto es SDLC y el subtipo dependerá si está atachado al controlador o al ATM. Si se encuentra donde el controlador será HPAD y si se encuentra donde el ATM será TPAD.
- En el control del puerto se tiene el mismo criterio de selección que para el puerto FRI.
- TRANSMISSION ENCODING trata de la codificación que se usará en los regeneradores (en este caso los módems) y puede ser NRZ o NRZI.

- TRANSMISSION TYPE para las señales TPAD siempre es TWA.
- La fuente del reloj siempre es EXT ya que los módems son siempre DCE.
- MAXIMUN FRAME SIZE indica el máximo tamaño de trama permitida.



**FIG. 6.11.- Parámetros del puerto SDLC**

Para la estación SDLC veamos la figura 6.12.

- Se asigna una dirección a la estación y un tamaño K a la trama
- AUTOCALL MNEMONIC es el nombre que será ingresado en la tabla de nemónicos y servirá para hacer los llamados correspondientes en dichas estaciones.
- La prioridad del tráfico es igual que para un puerto FRI. Escogemos una prioridad de tráfico alto.
- RECONNECTION TIMEOUT es el número de segundos en los que se produce una reconexión, mientras que RECONNECTION TRIES LIMIT es el número de veces que la reconexión debe hacerse.

The screenshot shows a HyperTerminal window titled 'motorola - HyperTerminal'. The menu bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Llamas', 'Transfer', and 'Ayuda'. The status bar at the top indicates 'SDLC Station Examination: Subtype TPAD, Port 38, Station 1' and 'Page: 1 of 1'. The main display area shows the following configuration details:

```

[1] Station Address: 34
[1] K Frame Window: 7

[1] Autocall Mnemonic: cordov
[1] Protocol ID: C3000000
[1] CUG Membership: ---,---,---,---,---,---,---,---
[1] QLLC Options: XIDs
[1] XID: (blank)
[1] Station Subaddress: (blank)
[1] Group Address: 00
[1] Billing Records: OFF
[1] X.25 Network Password: (blank)
[1] Traffic Priority: HIGH
[1] *Protection Level: NONE
[1] Reconnection Timeout: 2
[1] Reconnection Tries Limit: 4
[1] Call Timer: 0
[1] Idle Timer: 0
[1] Verify Connection Timer: 0
[1] Unsuspend Wait Timer: 180

```

The status bar at the bottom shows '02:48:33 conectado VT100 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY15 NUM Captura Imprimir'.

**FIG 6.12.- Estación del puerto SDLC**

## 6.5. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE MÓDEMS

En la instalación de estos equipos debemos tener las siguientes consideraciones:

El módem ubicado en cada uno de los sitios remotos debe ser standalone, es decir, que no sea montable en un rack.

Mientras que los equipos ubicados en la matriz serán montados en un rack.

La configuración puede realizarse mediante el panel frontal de dicha pantalla o entrando por el puerto serial de dicho módem. Como este último va a ser habilitado para la comunicación con el router, en el caso del nodo, y con la aplicación en sí, tenemos que realizar dicha configuración manualmente con la ayuda del teclado que dicho equipo posee.

El equipo tiene una gama de procesos muy amplios y sus aplicaciones son diversas, por lo que resaltaremos los puntos de mayor importancia para efectuar nuestro enlace.

En el menú principal nos desplazamos a través de las diferentes pantallas hasta que aparezca **MODIFY CONFIGURATIONS** y seleccionamos los siguientes parámetros:

- Dial line, 2 Wire. (Línea dedicada 2 hilos)
- Modulation V.33. (Modulación V.33)
- Max. DCE rate: 9600. (Velocidad máxima del DCE 9600)
- Min. DCE rate: 9600. (Velocidad mínima del DCE 9600)
- V.34 Asym Rates Disable.
- Originate (Origen) en el módem del nodo.
- Answer (Respuesta) en el módem ubicado en el sitio donde se encuentra la aplicación.
- El reloj se lo configura interno y receptor.
- La compresión de datos es normal.



## **CAPÍTULO 7**

### **MANTENIMIENTO DEL ENLACE**

#### **7.1. INTRODUCCIÓN**

En el mantenimiento de nuestro diseño debemos considerar que se tiene que realizarlo en los siguientes puntos:

- Mantenimiento de equipos
- Mantenimiento de rutas

Estos dos puntos están ligados por el sistema de control del enlace. Sin embargo, las decisiones y trabajos que se deben tomar al respecto son sumamente diferentes.

El mantenimiento de rutas implica un monitoreo constante de la planta externa. Como veremos más adelante, tenemos las herramientas de control confiables que nos garantizarán una solución adecuada. Mientras que el mantenimiento de equipos implica limpieza de hardware y desarrollo y control del software.

#### **7.2. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

En el mantenimiento de equipos debemos considerar que en nuestro diseño incluimos tres tipos que son:

- Crosconectores
- Ruteadores
- Módems

Cada uno de ellos tiene su software aplicativo para un mejor control. Empezaremos tratando el mantenimiento de los crosoconectores.

En el capítulo 5 mencionamos las herramientas de software con la que cuentan los equipos Martis para el diseño y control de la red.

En el control de la red nos referimos a la herramienta FAULT MANAGEMENT SYSTEM que a través de un sondeo continuo a los diferentes nodos y troncales de la red determina el tipo de fallas con que esta cuenta. La pantalla general del FAULT MANAGEMENT SYSTEM tiene una vista general que se aprecia en la figura 7.1.

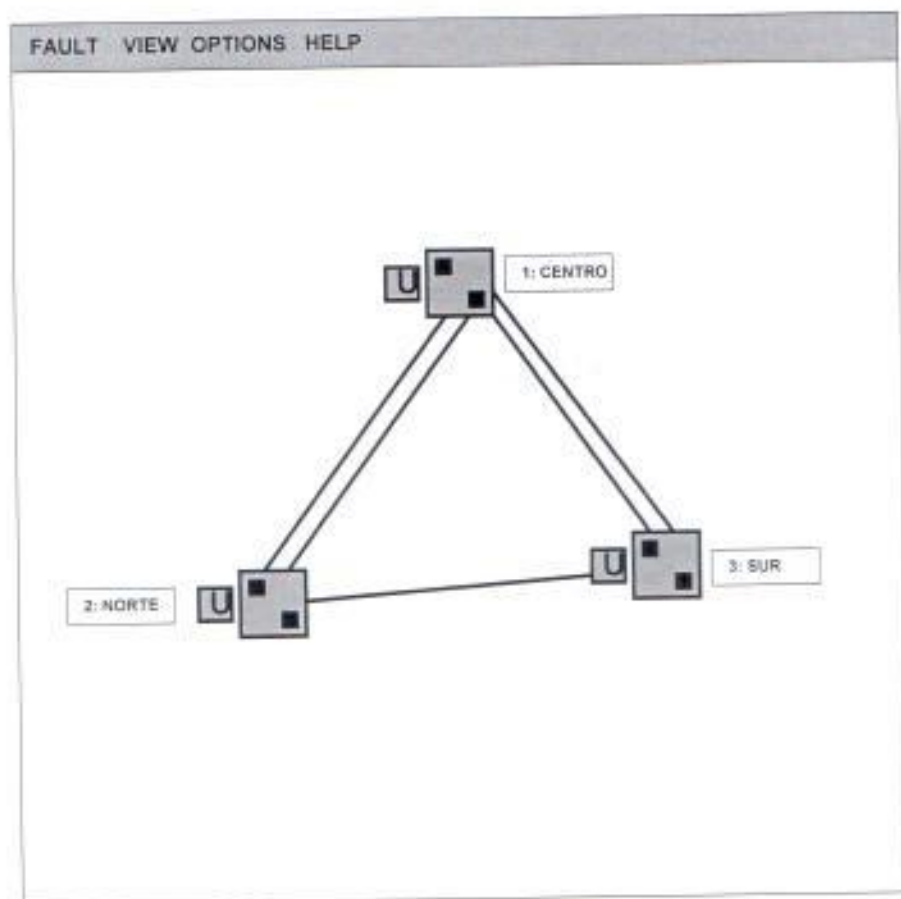
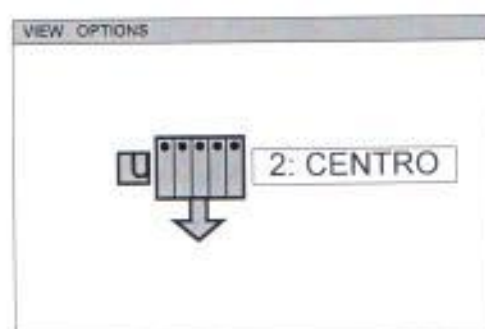


FIG. 7.1.- Pantalla principal del Fault Management

En la pantalla principal podemos observar las ubicaciones de cada uno de los nodos existentes en la red. Las ubicaciones y las troncales se alarman en caso de existir fallas.

Para determinar que tipo de falla está presentándose en la red hacemos doble clic con el mouse en la ubicación. El resultado de esta acción es observar la región que comprende esa ubicación y el nombre del nodo que le compete tal como muestra la figura 7.2.



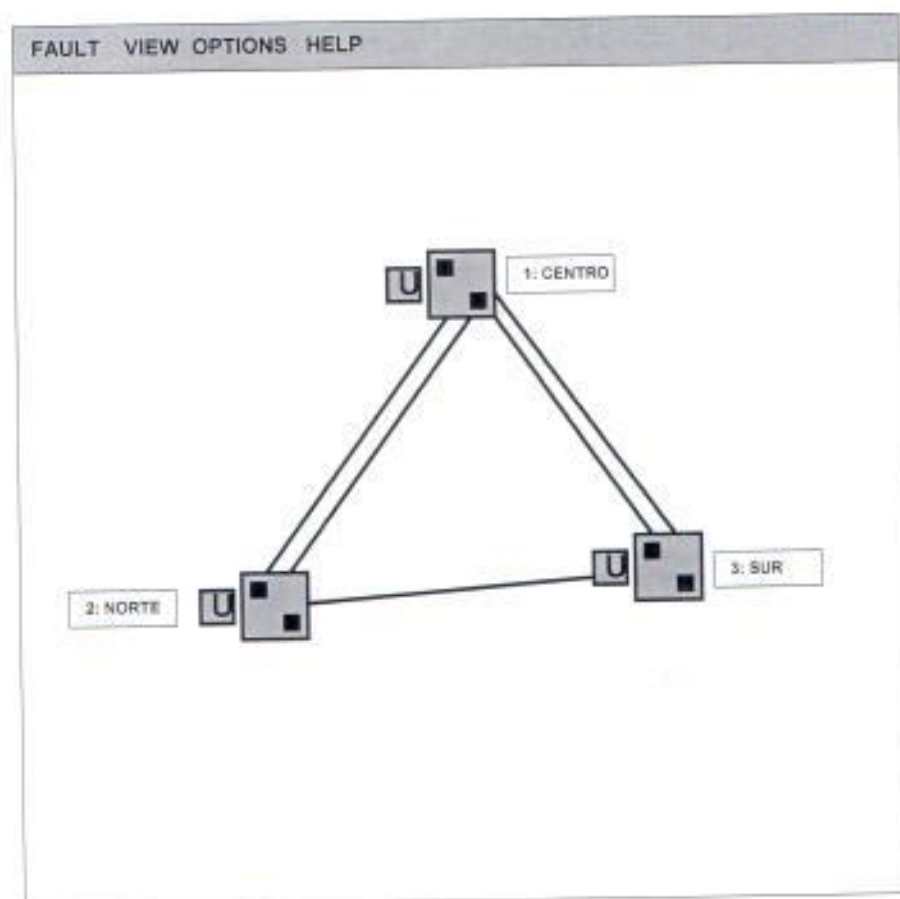
**FIG. 7.2.- Locación del nodo**

Los colores mostrados son visibles en situaciones de normalidad. Cuando el equipo se encuentran con fallas se tienen los colores rojo (PMA), amarillo (MEI) y verde(DMA)<sup>11</sup>.

Cuando una troncal se alarma presenta errores dentro de la norma ITU-T G.721 que presenta los errores severos y leves. Si una troncal se alarma inmediatamente se referencia a la base de datos presentado una alarma PMA. El usuario verá alarmada la estación de trabajo tal como se muestra en la figura 7.3. Al presentarse esta situación la labor de mantenimiento correctivo y ver la falla que tiene la fibra. Esta acción de monitoreo nos permite dar el mantenimiento dependiendo de la alarma presentada.

<sup>11</sup> De acuerdo al capítulo 4

En el mantenimiento preventivo de la fibra este deberá realizarse con las mediciones del OTDR. Lo más aconsejable es que no se lo efectúe en horarios de trabajo para no perjudicar al usuario. Sin embargo, y debido al sistema de protección que presentamos en el diseño el horario en el que se realicen dichos trabajos no presentará inconveniente alguno.



**FIG. 7.3.- Alarmas observadas**

La fibra óptica es un medio totalmente seguro que permite asegurar pocas reparaciones. El principal inconveniente que se tendrá es por la ubicación de la fibra que en postes de la empresa eléctrica posee un alto riesgo de falla. Sin embargo, la



triple redundancia física y el sistema de control aseguran una solución rápida y efectiva y con menores costos. El backbone de la red es sumamente seguro.

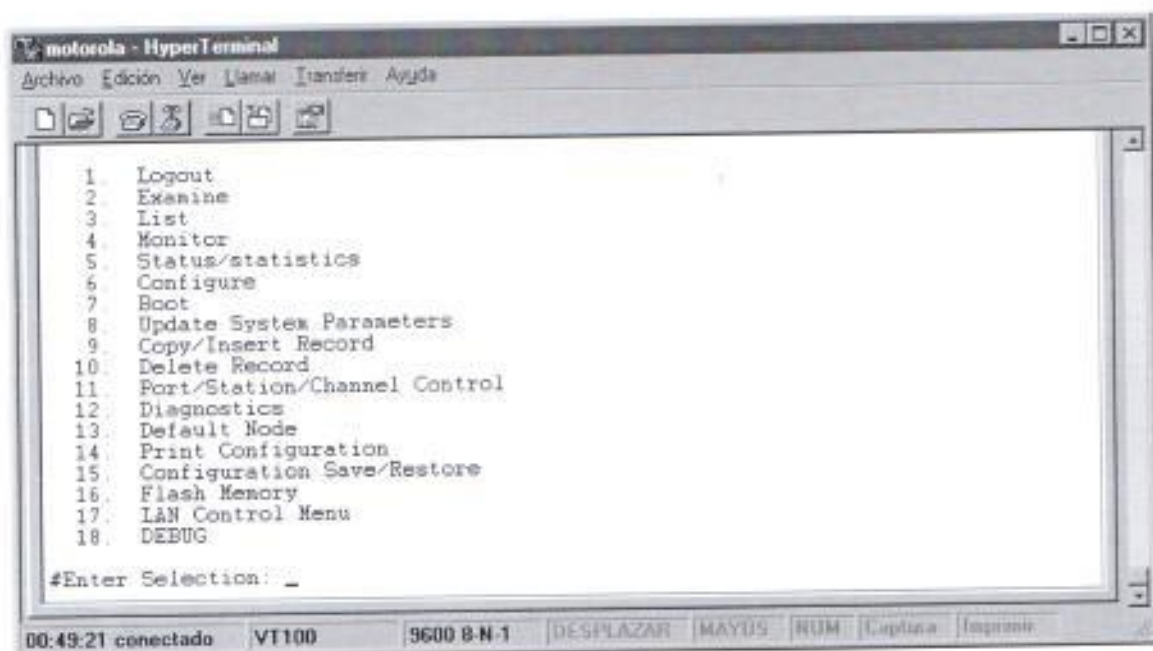
La limpieza de equipos es un asunto crítico ya que en el momento de realizarlo los ATMs que cuelgan de dicho nodo quedarán afuera. El caso más crítico es la limpieza de los equipos es en el nodo centro ya que con este mantenimiento todos los equipos estarían apagados. Lo óptimo es realizarlo cada seis meses. El tiempo de limpieza está en el lapso de dos a cuatro horas como máximo. Para limpiar cada una de las tarjetas se deberá seguir con las normas regulares de seguridad como contar con pulsera antiestática, líquido limpiacontactos, etc.

### **7.3. MANTENIMIENTO DE RUTEADORES**

El mantenimiento de estos equipos tiene las mismas características que el de los croconectores. Sin embargo, su monitoreo nos permite contar con herramientas de control para ver si el enlace final hacia el cajero está en óptimas condiciones.

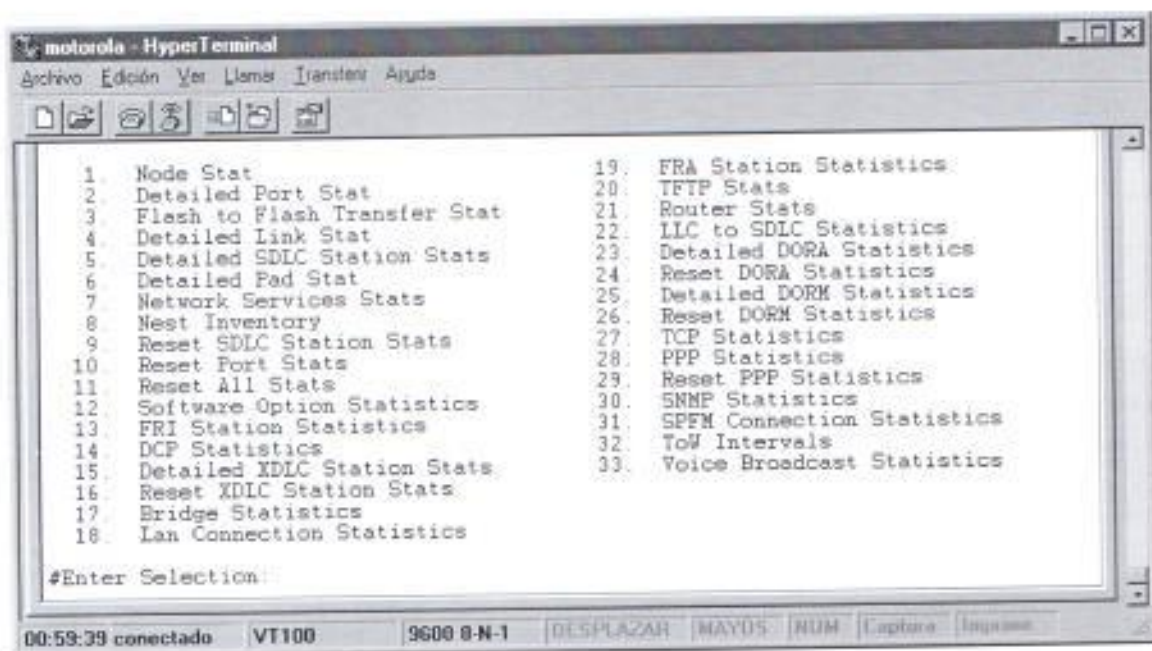
Analicemos cada una de las opciones:

Al ingresar vía CTP al router veremos la pantalla principal del mismo tal como muestra la figura 7.4.



**FIG. 7.4.- Pantalla principal de control de los ruteadores**

Para ver el estatus de un puerto y la estación se escoge la opción 5. (La opción 6 sirve para la configuración. Esta opción fue analizada con mayor detalle en el capítulo 6) Al escogerla ingresaremos a otra pantalla que se muestra en la figura 7.5.



**FIG. 7.5.- Pantalla principal de status/statistics del router**

Las opciones DETAILED PORT STAT, DETAILED SDLC STATION STATS, NETWORK SERVICES STATS y FRI STATION STATISTICS nos permitirán realizar el control de los diferentes puertos y estaciones conectados a los diferentes cajeros.

Los cajeros se encontrarán operativos siempre y cuando se encuentren los SVCs formados. Para ver si se encuentran operativos, escogemos la opción NETWORK SERVICES STATS con lo que accedamos a la pantalla que se muestra en la figura 7.6.

Aquí escogemos la opción de SVC CALL SUMMARY y podremos ver todos los SVCs formados. Para citar un ejemplo consideremos el mostrado en la figura 7.7.

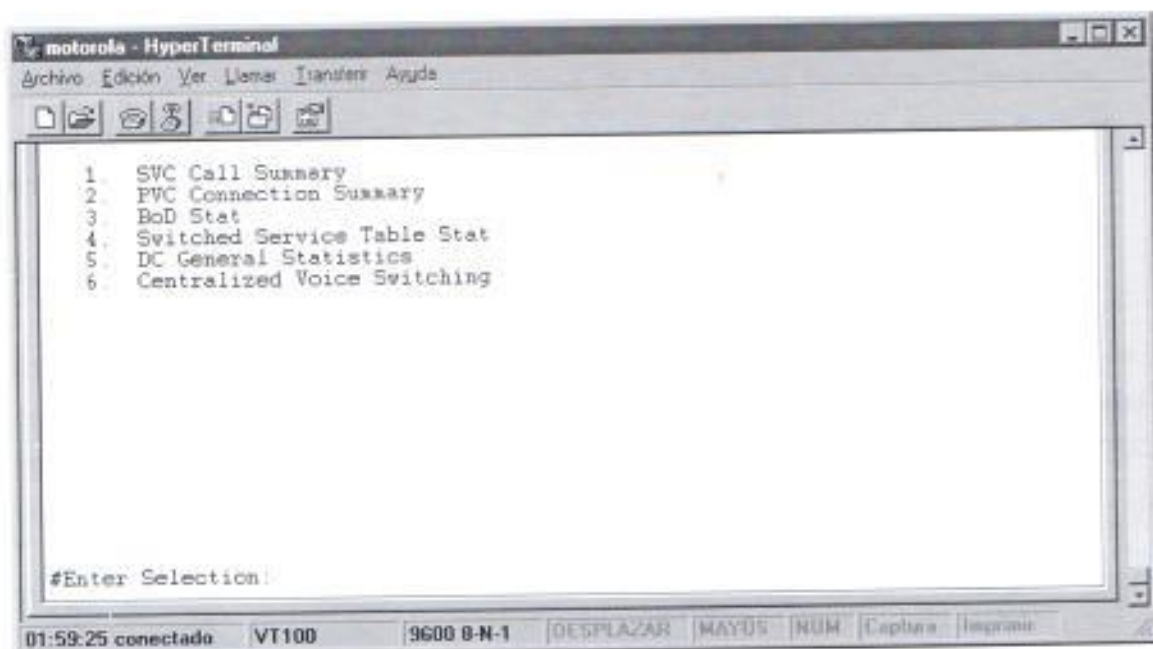


FIG. 7.6.- Pantalla de Network Services del Router

motorola - HyperTerminal

Archivo Edición Ver Llamas Transferir Ayuda

Calling Channel	Called Channel	Facilities R F N C	Connection Time
LCON-4	FRI-31S32(16)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:20:44
FRI-31S3(15)	FRI-31S2(1)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:08
SDLC-38s1	FRI-31S2(2)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:08
FRI-31S7(16)	FRI-31S2(3)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:09
FRI-31S1(1)	LCON-1	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:11
FRI-31S8(16)	FRI-31S2(4)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:11
FRI-31S8(15)	FRI-31S2(5)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:11
FRI-31S4(16)	FRI-31S2(6)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:11
FRI-31S4(15)	FRI-31S2(7)	0 0 0 0	17-MAY-1999 12:21:11
FRI-31S17(16)	X25-32(1)	0 0 0 0	17-MAY-1999 23:55:52
FRI-31S3(16)	X25-32(4)	0 0 0 0	17-MAY-1999 23:57:25
X25-37(16)	X25-32(3)	0 0 0 0	18-MAY-1999 0:15:48
FRI-31S10(16)	X25-32(5)	0 0 0 0	18-MAY-1999 6:35:00
LCON-7	FRI-31S40(16)	0 0 0 0	18-MAY-1999 7:54:40
X25-14(4)	X25-32(2)	0 0 0 0	18-MAY-1999 8:20:04
PAD-6	ControlPort	0 0 0 0	18-MAY-1999 11:05:49

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

02:55:46 conectado VT100 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAYUS NUM Captura Imprimir

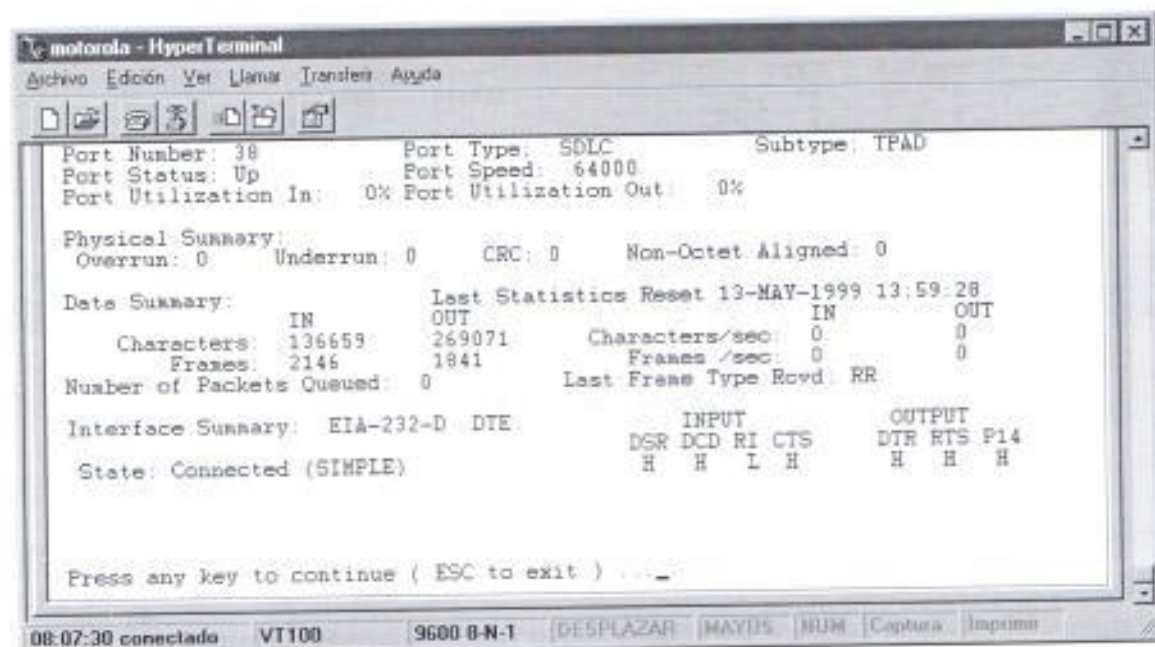
FIG. 7.7.- SVCs formados



En la figura 7.7. podemos ver el esquema de los canales llamados y llamantes. Al formarse el SVC en el puerto FRI y la estación SDLC (situación que se dará en el centro) se observará directamente el enlace entre la estación FRI y la estación SDLC.

Para el resto de puntos se formarán SVCs entre estaciones FRI.

El usuario del sistema debe tener el listado de todos los puertos FRI y sus estaciones y con cual cajero se engancha. Entrando al router del centro podemos determinar cualquier SVC caído y de allí procederemos a revisar en primer lugar el puerto SDLC, tal como lo vemos en la figura 7.8.



**FIG. 7.8.- Estadísticas del puerto SDLC**

Una vista general de dichas estadísticas se observan en las figuras 7.9. y 7.10.

Los parámetros que deben ser tomados en consideración son STATION STATUS y QLLC STATE. En condiciones normales de operación, el primero siempre permanecerá en UP (alto) y el segundo en LINK\_OPENED, si, el enlace FALLARA estarán en DOWN e INOPERATIVE respectivamente

```

motorola - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamas Transfer Ayuda

Port Number: 38      Port Type: SDLC      Subtype: TPAD
Station Number: 1   Station Address: 34  Station Status: Up
QLLC State: LINK_OPENED  Negotiated DCP Level: NONE

Data Summary:
Last Statistics Reset 13-MAY-1999 13:59:29
  Characters:  IN      OUT      Characters/sec:  0      0
               130795  256333  Frames /sec:    0      0
  Frames:      2048   1757    Last Frame Type Rcvd: RR
Number of Packets Queued: 0

Control Frame Summary:
      IN      OUT      IN      OUT
RR:   2844651  2846701  REJ:  0      0
RNR:  0        0        DISC:  0      0
SNRM: 0        7        RD:   0      0
UA:   7        0        FRMR: 0      0
DM:   0        0        UP:   0      0
XID:  0        0        TEST: 0      0

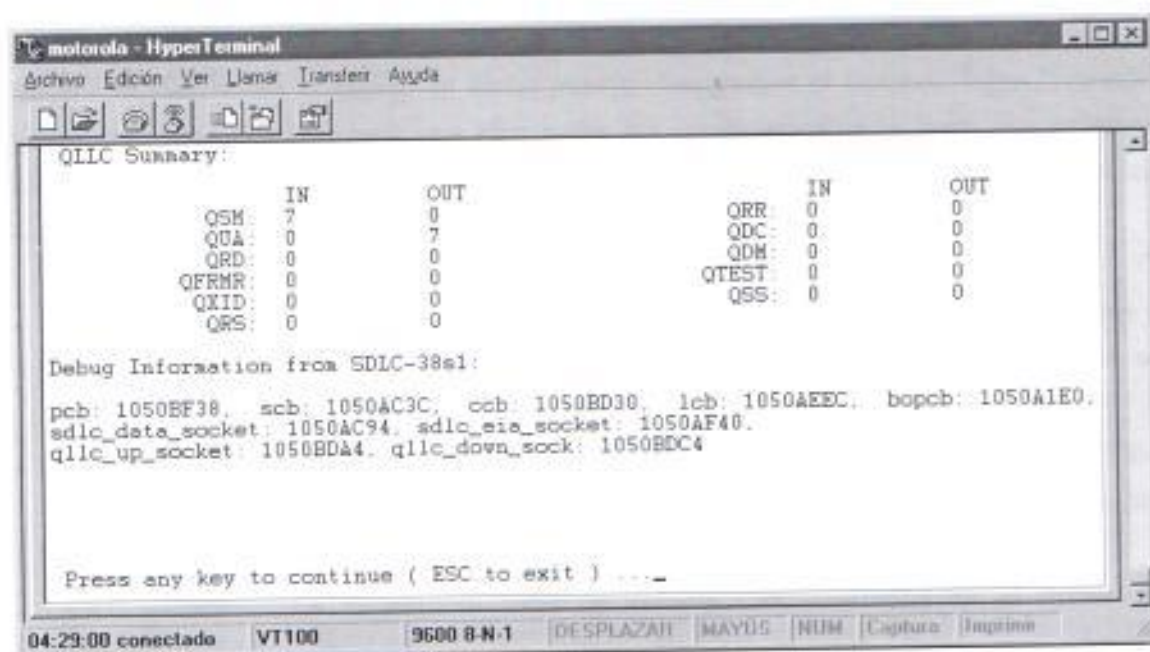
Press any key to continue ( ESC to exit )

04:28:44 conectado  VT100  9600 8-N-1  DESPLAZAR  MAYUS  NUM  Control  Transfer
  
```

**FIG. 7.9.- Estadísticas de la estación SDLC, primera pantalla**

En cuanto al mantenimiento de módems conlleva esencialmente a la verificación de una adecuada configuración e instalación de los mismos. Periódicamente, al igual que en los otros equipos, debemos realizar la limpieza de los mismos, tomando en cuenta el uso de la pulsera antiestática y el líquido limpiacontactos. La limpieza del equipo toma de diez a quince minutos.

En el capítulo 6 analizamos la configuración de los mismos.



**FIG.7.10.- Estadísticas de la estación SDLC, segunda pantalla**

#### 7.4. MANTENIMIENTO DE RUTAS

En el mantenimiento de las rutas que enlazarán los nodos así como los diferentes cajeros debemos considerar que debemos mantener tanto las que son de cobre así como las de fibra.

Al tratarse del mantenimiento de las rutas, debemos considerar dos aspectos:

- Mantenimiento preventivo de las rutas.
- Mantenimiento correctivo de las mismas.

El mantenimiento preventivo de las rutas se dará para determinar si el enlace está en óptimas condiciones y sin al interferencia de ruido. Una forma de verificar la

realización de este tipo de labores es ayudándonos mediante las estadísticas del puerto SDLC tal como lo vemos en la figura 7.8.

En el resumen sobre el estado de dicho puerto observamos el sumario físico "physical summary" que nos brindará una idea sobre las condiciones de la línea que estamos manejando. Los puntos principales que hay que tomar en cuenta lo resumimos en las siguientes líneas:

- **Overrun errors:** Es el número total de errores que exceden al número permitido y contado por el driver de entrada/salida. Ocurren cuando los datos recibidos se pierden porque no son procesados por el CPU.
- **Underrun errors:** Es el número total de errores debajo del número permitido contado por el driver de entrada/salida. Ocurren cuando la transmisión de las tramas no es completada porque el CPU se sobrecarga momentáneamente.
- **CRC errors:** Es el número total de errores CRC contados en el driver de entrada/salida.

Cuando los contadores de alguno de estos tres parámetros se incrementan, se debe realizar un mantenimiento correctivo de la línea dedicada. En caso de no existir errores en dichos contadores el mantenimiento de la línea de cobre se hará cada 6 meses.

Otro tipo de mantenimiento correctivo se da cuando la línea está caída. Esta situación es fácilmente visible en el panel de alarmas el puerto o la estación SDLC caen. Refiriéndonos nuevamente a la figura 7.8. si vemos el estatus de las señales eléctricas DCD abajo efectuaremos una revisión total de línea de enlace.

Así como en la línea dedicada contamos con las herramientas indispensables para determinar situaciones conflictivas en el caso de la ruta de fibra óptica contamos con un software de medición que brinda una idea de las condiciones de transmisión de la fibra y que nos brinda una directriz de los procedimientos a seguir.



Cuando existe alguna falla tendremos una alarma tal como la apreciable en la figura 7.3. Las alarmas pueden ser clasificadas de acuerdo a su importancia tal como lo vimos en el capítulo 4.

## CAPITULO 8

### COSTOS

#### 8.1. COSTOS DE EQUIPOS

A lo largo de todos los capítulos anteriores, describimos una serie de elementos que nos servirán para la configuración, instalación y manejo propio de la red. Es por esto que enumeramos a continuación los equipos indispensables para realizar el proyecto son:

- **Node basic de 8 slots**

Marca: Tellabs

Modelo: Martis Dxx

- **Router**

Marca: Motorola

Modelo: MP- Router 6560

- **Modem**

Marca: Motorola

Modelo: V3400

- Un **Servidor** para Administración de los equipos.

- Una **Workstation**

- Una **Impresora**

Detallaremos de manera general el costo y las especificaciones de cada equipo.

## 8.1.1. COTIZACIÓN DEL CROSCONECTOR

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI	PREC TOTAL \$
1	MARCA: TELLABS	3	7,045	21,135.00
	MODELO: MARTIX DXX			
	TARJETAS			
	XCG	1		
	SXV	1		
	VCM 10T	1		
	SCU	1		
	PFUA	1		
	PFUB	1		
	POWER	1		
	VMM con módulos V.35	1		
	CABLES			
	SOFTWARE DE ADMINSTRC	1	140	140
	<b>TOTAL</b>			<b>21,275.00</b>

TABLA 8.1.- Cotización del Midi Node de 8 slots

Observemos que el software de administración es un rubro aparte. No es necesario adquirir una licencia adicional ya que con éste controlaremos toda la red.

## 8.1.2. COTIZACIÓN DEL EQUIPO MP-ROUTER 6560

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI \$	PREC TOTAL \$
1	MARCA: MOTOROLA	3	6,000.00	18,000.00
	MODELO: MP-ROUTER 6560			
	DATOS SINCRONICOS			
	INTERFACE: V.35			
	SOFTWARE DE ADMINISTRAC	1	200	200
	ALIMENTACION: 110 v			
	<b>TOTAL</b>			<b>18,200.00</b>

TABLA 8.2.- Cotización del MP-Router 6560

## 8.1.3. COTIZACIÓN DEL EQUIPO MODEM MOTOROLA V3400

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI \$	PREC TOTAL \$
1	MARCA: MOTOROLA	48	528.00	25,344.00
	MODELO: V.3400			
	ALCANCE: 8 Km			
	ALIMENTACION: 110 v			
	<b>TOTAL</b>			<b>25,344.00</b>

TABLA 8.3.- Cotización del Modem Motorola



## 8.1.4. COTIZACIÓN DEL SERVIDOR

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PRECIO UNI \$	PRECIO TOTAL \$
1	Procesador Pentium II de 450 MHz	1	2,300.00	2,300.00
	Incluye Microsoft windows NT 4.0			
	Licencias para servidor y 10 clientes	10		
<b>TOTAL</b>				<b>2,300.00</b>

TABLA 8.4.- Cotización de un Servidor

## 8.1.5. COTIZACIÓN DE UNA WORKSTATION

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI \$	PREC TOTAL \$
1	PC300, con procesador Intel celeron	1	999.00	999.00
	Desde 300 MHz, disco duro 2 Gbyte			
	Memoria Ram de 32			
<b>TOTAL</b>				<b>999.00</b>

TABLA 8.5.- Cotización de una estación de trabajo

### 8.1.6. COTIZACIÓN DE UNA IMPRESORA.

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI	PREC TOTAL \$
			\$	
1	Marca Epson Lx 810 Con cinta incluida	1	350	350
				<b>350.00</b>

**TABLA 8.6.- Cotización de Impresora**

La impresora, cuyo detalle de costo lo exponemos en la tabla 8.6, servirá para conectar al router y vía puerto pad enviar los datos de alarma de la misma. Esto permitirá ejercer un mayor control en la verificación de errores.

En el siguiente punto trataremos los costos de los cables con los que enlazaremos los diferentes puntos así como también que importe monetario llevará la instalación de los diferentes equipos y medios de transmisión. Finalmente haremos un resumen de los principales costos de los mismos.

## 8.2. COTIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN

### 8.2.1. COTIZACIÓN DE LA FIBRA OPTICA.

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI \$	PRECIO TOTAL \$
101	Cable para planta externa de fibra monomodo (125u) tipo con mensajero constituido por 4 fibras de buffer primario con código de colores, contenido en buffer tabular envueltos en filamentos de refuerzo y cerrado en chaqueta primaria , protegida al 100% con armadura de cinta de acero corrugado y con chaqueta exterior de cubierta, apropiado para instalación aérea resistente a la humedad y la interperie. Diseñada y probada en concordancia con TIA/EIA-568 <sup>a</sup> .AMP 295025-1	30000m	3,96	118800.00
102	Fibra Monomodo 4 hilos interno			
103	Fibra monomodo 4 hilos con conector FC	4	7,70	30,80
104	Fibra Monomodo Redundante	10000	3,96	39,600.00
<b>TOTAL</b>				<b>158,430.80</b>

**TABLA 8.7.- Cotización del cable de fibra óptica**

## 8.2.2. COTIZACIÓN DEL PAR DE COBRE

ITEM	DESCRIPCION	CANTD Rollo	PREC UNI \$	PREC TOTAL \$
1	Par de cobre con recubrimiento De PVC	100	30.00	3,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>3,000.00</b>

TABLA 8.8.- Cotización del cable del Par de Cobre

## 8.2.3. COTIZACIÓN DEL CABLE DE DATOS DE 2 HILOS

ITEM	DESCRIPCION	CANTD Rollo	PREC UNI \$	PREC TOTAL \$
1	Marca Belden, blindado Categoria 5	100	45.00	4,500.00
<b>TOTAL</b>				<b>4,500.00</b>

TABLA 8.9.- Cotización del cable de datos



### 8.3. COSTOS DE INSTALACIÓN

#### 8.3.1. COSTOS DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	PREC UNI	PREC TOTAL \$
			\$	
1	MIDI NODO DE 8 SLOTS	3	563,6.00	1,690.80
1	MP-ROUTER 6560	3	100.00	300.00
1	MODEM 3400	48	50.00	2,400.00
1	UN SERVIDOR	1		50.00
1	UNA WORKSTATION	1		50.00
1	IMPRESORA	1		20.00
	MATERIALES			850.00
	OBRA DE MANO			3,500.00
<b>TOTAL</b>				<b>8,869.80</b>

**TABLA 8.10.- Cotización de la Instalación de los equipos**

En el costo de instalación de los equipos consideramos los materiales que implican su puesta en funcionamiento así como también las horas de labores que esto emprendería. Notemos que se trata todo esto como un conjunto. Si se quiere desglosar cada uno de los rubros, deberá efectuarse otro tipo de consideraciones.

## 8.3.2. COSTOS DE INSTALACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

ITEM	DESCRIPCION	CANTD m	PREC UNI \$(por 100m)	PREC TOTAL \$
101	TENDIDO DE LA FIBRA OPTICA	30000	15.00	4,500.00
	MONOMODO, 4 HILOS			
	ALQUILER DE LOS POSTES			2,000.00
	MATERIALES			850.00
	OBRA DE MANO			2,500.00
	<b>TOTAL</b>			<b>9,850.00</b>

TABLA 8.11.- Cotización de la Instalación del cable de fibra óptica

#### 8.4. RESUMEN DE COSTOS

Consideramos en el análisis final de los costos de instalación dos opciones: la primera que incluye la redundancia física del nodo norte al nodo sur, con aproximadamente un costo adicional de cuarenta mil dólares más y la segunda en la que dicho rubro es omitido. Todo esto con el fin de ver la opción de no instalar esta redundancia, que, aunque importante, no es sumamente necesaria como las otras troncales de enlace.

ITEM	EQUIPO	COSTO TOTAL
1	CROSCONECTOR MARTIS	21,275.00
2	ROUTER 6520	18,000.00
3	MÓDEM MOTOROLA	25,344.00
4	SERVIDOR	2,300.00
5	ESTACIÓN DE TRABAJO	999.00
6	IMPRESORA	350.00
7	CABLE FIBRA ÓPTICA	158,430.00
8	PAR DE COBRE	3,000.00
9	CABLE UTP	4,500.00
10	INSTALACIÓN DE EQUIPOS	8,869.80
11	INSTALACIÓN FIBRA ÓPTICA	9,850.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 252,917.80</b>

**TABLA 8.12. - Costos finales de instalación con redundancia física**

En la tabla 8.13. mostramos el monto de instalación sin la ruta redundante. Estos datos serán muy útiles al momento de considerar la mejor opción de implementación del diseño.

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	CROSCONECTOR MARTIS	21,275.00
2	ROUTER 6520	18,000.00
3	MÓDEM MOTOROLA	25,344.00
4	SERVIDOR	2,300.00
5	ESTACIÓN DE TRABAJO	999.00
6	IMPRESORA	350.00
7	CABLE FIBRA ÓPTICA	118,800.00
8	PAR DE COBRE	3,000.00
9	CABLE UTP	4,500.00
10	INSTALACIÓN DE EQUIPOS	8,869.80
11	INSTALACIÓN FIBRA ÓPTICA	9,850.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 213,287.80</b>

**TABLA 8.12. - Costos finales de instalación con redundancia física**



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de la exposición mostrada en los diferentes capítulos hemos establecido las pautas para el diseño de una red de comunicaciones que enlaza diferentes puntos en ambiente SDLC.

Sin embargo, el backbone de nuestra red, permite que no solo la interacción SDLC-FRAME RELAY sea efectiva, sino también aplicaciones desarrolladas en TCP/IP y otros protocolos. Todo esto gracias al performance de los equipos, especialmente del router motorola, cuya característica principal es tener un software multiprotocolo.

Si nos referimos al enlace con fibra óptica, los croconectores permiten apreciar el uso de la multiplexación estadística TDM, la conversión electro-óptica y el comportamiento de tramas, paquetes a través de las capas de transporte y enlace principalmente:

Puede que el trabajo inicial de implementación del proyecto sea lo suficiente oneroso en nuestro medio como para que no sea fácilmente aplicable. Sin embargo la tendencia actual es desarrollar redes privadas de telecomunicaciones que brinden seguridad al usuario para una comunicación rápida y efectiva.

Por esto hemos ofrecido dos alternativas: con redundancia física del nodo norte al sur y omitiendo dicha instalación. Sin la construcción de la ruta redundante ahorraremos más de cuarenta mil dólares que bien podría ser usados si la red así lo amerita. La presencia de los dispositivos de control asegurará un mantenimiento adecuado con pocas fallas en el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ascend, GLOSSARY, Ascend, 1999.
2. Frame Relay Forum, THE BASIC GUIDE TO FRAME RELAY NETWORKING, Frame Relay Forum, 1998, pp. 1-86.
3. Helmut An De Meulen, Warner Schäfer, SYSTEMS NETWORK ARCHITECTURE, Editorial Addison Wesley, 1994, Págs. 1-221.
4. Tellabs, GENERAL DESCRIPTION, Tellabs, 1998, pp. 31-41.
5. Motorola, MOTOROLA ISG, SERIES MODEM V 3400, Motorola, 1996.
6. Motorola, VANGUIDE, OPTIONS & PROTOCOL MANUALS, SNA/SDLC PROTOCOL, Motorola, 1998, pp. 1-117.
7. Motorola, VANGUIDE, OPERATION SOFTWARE MANUALS, Motorola, 1998, pp. 1-100, 149-157.
8. Motorola, VANGUIDE, OPTIONS & PROTOCOL MANUALS, FRAME RELAY INTERFACE/ACCESS (FRI, FRA), Motorola, 1998, pp. 1-94.
9. Motorola University, VANGUARD 65XX. Operation Course for Customers. Marzo 1997. Motorola.
10. Paradyne, FRSBOOK, 1998, Paradyne, pp. 1-48.
11. Tellabs, MIDI NODE OPERATION, Tellabs, 1994, pp. 1-50.

12. Tellabs, TECHNICAL DESCRIPTION, Tellabs, 1994, pp. 1-50.

13. William Stallings, DATA AND COMPUTER COMMUNICATIONS, Macmillan Publishing Company, 5ta edición. Págs. 301-316.