

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESPECIALIZACIÓN TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE LA RED DE SERVICIOS DE
BANDA ANCHA A TRAVÉS DE LOS NODOS
DE ACCESO DE ANDINATEL S.A. QUITO**

Autor

VERÓNICA LUCÍA GÓMEZ UNDA

SANGOLQUÍ – ECUADOR

JULIO – 2005

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el presente proyecto de grado titulado “DISEÑO DE LA RED DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA A TRAVÉS DE LOS NODOS DE ACCESO DE ANDINATEL S.A. QUITO” ha sido desarrollado en su totalidad por la señorita Verónica Lucía Gómez Unda con CI. 171653806-9, bajo nuestra dirección .

Atentamente,

Ing. Carlos Usbeck
DIRECTOR

Ing. Rodrigo Silva
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A mis padres Janeth y Edwin por haberme inculcado buenos principios y a saber valorar y respetar a los demás. Por haberme enseñado lo importante de la superación y saberme dar los medios necesarios para poder desarrollarme profesionalmente.

A mi abuelita Blanquita con quien he compartido alegrías y penas y ha sabido comprenderme en los momentos difíciles de mi vida.

A mi hermano Xavier gracias por su paciencia y por estar junto a mi en todo momento

Al Ing. Edgardo Salazar por su confianza en el desarrollo de este proyecto y enseñanza impartida., que además de ser mi maestro es mi mejor amigo.

Al Ing. Carlos Usbeck y al Ing. Rodrigo Silva que con su dedicación y paciencia me han permitido desarrollar este proyecto, ya que me han apoyado tanto técnica como personalmente

A ANDINATEL S. A. quien me ha permitido crecer en el campo laboral y profesional.

Verónica Gómez Unda

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermano por haberme apoyado durante toda la carrera de estudios y estado junto a mí en los momentos buenos y malos.

A mi esposo quien con su amor y cariño me ha apoyado en la culminación del proyecto .

Al resto de mi familia, que de una u otra forma me ha dado fuerza para seguir creciendo profesional y personalmente.

Verónica Gómez Unda

PRÓLOGO

El presente proyecto de titulación Diseño de la Red de Servicios de Banda Ancha a través de los Nodos de Acceso de ANDINATEL S.A. Quito tiene como objetivo integrar varios servicios de valor agregado a más de la telefonía pública convencional, tales como ADSL de banda ancha, ISDN de acceso básico y primario; logrando integrar voz, datos, video e Internet sobre un mismo par de cobre, optimizando eficientemente los recursos de red.

Es por esto que se realiza un análisis de las tecnologías de acceso, ventajas y desventajas, teniendo en cuenta los requerimientos de la empresa y de los usuarios. Se realiza para esto un análisis previo de tráfico y estudio de las alternativas de equipos de comunicaciones de tres fabricantes de mayor importancia a nivel mundial, los mismos que son Ericsson, NEC y ALCATEL.

En el diseño se presenta las topologías de red y equipos de conmutación, transmisión y acceso interconectados entre sí de cada uno de los anillos con que cuenta ANDINATEL S.A. en la ciudad de Quito.

Para finalizar se realiza un estudio económico del proyecto que permitirá determinar el costo de línea POTS, costo de línea ADSL, costo de la línea RDSI BRI y RDSI PRI. Además se logrará determinar el tiempo de recuperación de la inversión y las ganancias que esto le representará a la empresa en cinco años.

CAPÍTULO I	1
SITUACION ACTUAL DE LAS REDES DE ACCESO DE ANDINATEL S.A. EN QUITO.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANILLOS DE FIBRA ÓPTICA EN QUITO.....	1
1.2.1. Anillo Central	2
1.2.2. Anillo Sur Oeste	3
1.2.3. Anillo Norte.....	3
1.2.4. Anillo Valle	4
1.2.5. Anillo Cumbayá.....	4
1.3. ANILLOS DE LOS NODOS DE ACCESO	5
1.3.1. Anillo Carcelen 3	5
1.3.2. Anillo Cotocollao 2	6
1.3.3. Anillo EL Condado.....	6
1.3.4. Anillo Iñaquito 4.....	7
1.3.5. Anillo La Luz	7
1.3.6. Anillo Guajaló 1	8
1.3.7. Anillo Pintado 3.....	8
1.3.8. Anillo Quito Centro 1	9
1.3.9. Anillo Villaflora 3	9
1.3.10. Anillo Monjas 2.....	10

1.3.11.	Anillo Mariscal Sucre	10
1.3.12.	Anillo Guamaní	11
1.4.	RED DE ANILLOS METROPOLITANOS NEC –QUITO Y DE LOS NODOS DE ACCESO.....	11
1.5.	EQUIPOS DE ACCESO	11
1.5.1.	Equipos NEC (FA- 1201).....	12
1.5.2.	Equipos Ericsson	25
1.5.2.1.	Nodos de Acceso Ericsson (Diamux).....	25
1.5.3.	Equipos Alcatel	28
1.5.3.1.	Nodos de Acceso Alcatel (Litespan 1540).....	28
1.6.	TECNOLOGÍA PDH (PLESIOCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY)	36
1.7	TECNOLOGIA SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY)	39
1.7.7.	Diferencias PDH-SDH	46
1.7.9.	Jerarquía SDH	48
1.7.10.	Ventajas de SDH	48
1.7.11.	CONFIGURACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE SDH DE ANDINATEL..	49
1.7.12.	Beneficios del sistema SDH	50
CAPÍTULO II.....		52
TECNOLOGÍAS DE ACCESO		52
2.1.	XDSL.....	53
2.1.9.	MODULACION DE XDSL	55

2.2.	ADSL (ASYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE).....	55
2.3.	VDSL (Very high speed DSL)	71
2.4.	Comparación entre VDSL y ADSL.....	76
2.5.	Conjunto de servicios basados en VDSL	76
2.6.	Comparación de las aplicaciones entre ADSL Y VDSL.....	76
2.7.	Transmisión FDD-DMT	77
2.8.	Interrelación de VDSL y ATM.....	78
2.9.	MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO (ATM).....	81
2.9.2.	Funcionamiento de ATM	81
2.10.	IMA (Inverse Multiplexing over ATM)	86
2.11.	CABLE MODEM.....	87
2.12.	RDSI.....	93
2.13.	PROTOCOLO V5	108
2.15.	Selección de equipos	125
CAPÍTULO III		126
DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA.....		126
3.1.	Análisis de Tráfico.....	126
3.2.	Tráfico actual de las Centrales Telefónicas.....	127
3.3.	Capacidad Actual de puertos ADSL.....	140
3.4.	Selección de equipos	146
3.5.	Criterios de Diseño	146

3.6.	Diagramas de la red	148
CAPÍTULO IV.....		156
DISEÑO DE UN NODO GENÉRICO.....		156
4.1.	Equipamiento de Litespan 1540	156
4.2.	Conexiones con equipo SDH y de energía	164
4.3.	Diagrama del Nodo de Acceso	166
4.4.	Gestión de la Red.....	168
CAPÍTULO V		170
ANALISIS DE COSTOS		170
5.1.	Costos de los materiales y equipos a utilizarse.....	170
5.2.	Costos Unitarios del equipamiento en la central	170
5.3.	Costo de equipos de energía y rectificadores del nodo	174
5.4.	Costos de equipamientos del Nodo	174
5.5.	Costo por servicio	176
5.6.	Costos Totales por Nodo	182
5.7.	Costos de Ingeniería	184
5.8.	Valor Presente Neto (VPN).....	187
5.9.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	188

CAPÍTULO VI.....	193
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	193
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196
ANEXO A	197
ANEXO 1	199
ANEXO 2	227
ANEXO 3	228
INDICE DE FIGURAS	229
INDICE DE TABLAS.....	233
GLOSARIO.....	236

CAPÍTULO I

SITUACION ACTUAL DE LAS REDES DE ACCESO DE ANDINATEL S.A. EN QUITO

1.1. Introducción

En la década de los 80's , empresas contratistas instalaron redes troncales inter centrales con fibra óptica, con capacidades de 34 y 140 Mbps, las primeras instalaciones de la NEC fueron en Quito y de la Ericsson fueron en Guayaquil.

En Cuenca, hace pocos años se instalaron las primeras redes troncales de fibra óptica entre las centrales de Totoracocha y El Ejido, hacia la central de tránsito nacional AXE-10, ubicada en el centro de la ciudad.

En adición a estas primeras redes, que forman la base actual de la planta externa primaria y que se hallan en permanente ampliación, se han instalado los anillos de fibra óptica SDH para el Distrito Metropolitano de Quito.

1.2. Anillos De Fibra Óptica En Quito

Luego de un proceso de selección, en el cual participaron varios proveedores importantes de equipos de telecomunicaciones, basados en las premisas y necesidades que ANDINATEL S.A. solicitó, se realizó el contrato con la SUMITOMO CORPORATION, representante de NEC.

La provisión y puesta en servicio de 5 anillos de fibra óptica con tecnología de transmisión SDH y gestionados centralizadamente, cuya implementación estuvo a cargo de NESIC y ELCO S.A., los mismos que se encuentran funcionando desde finales del mes de agosto de 2001.

Es el primer sistema de este tipo y de esta tecnología que se encuentra instalado y funcionando en el país.

El sistema SDH comprende: Cinco(5)Anillos, conectando 31 centrales telefónicas, a través de 200 Km. de fibra óptica y 27 equipos multiplexores (ADM); con una capacidad instalada de 3.860 enlaces de 2Mbps (E1), equivalentes a 115.800 canales de 64Kbps, de los cuales alrededor del 60% se encuentran utilizados con el tráfico telefónico actual.

Estructura y ubicación de los anillos de fibra óptica:

- Anillo CENTRAL o PRIMARIO
- Anillo SUR-OESTE o SECUNDARIO
- Anillo NORTE o TERCARIO “A”
- Anillo del VALLE o TERCARIO “B”
- Anillo CUMBAYA o TERCARIO “C”

1.2.1. Anillo Central

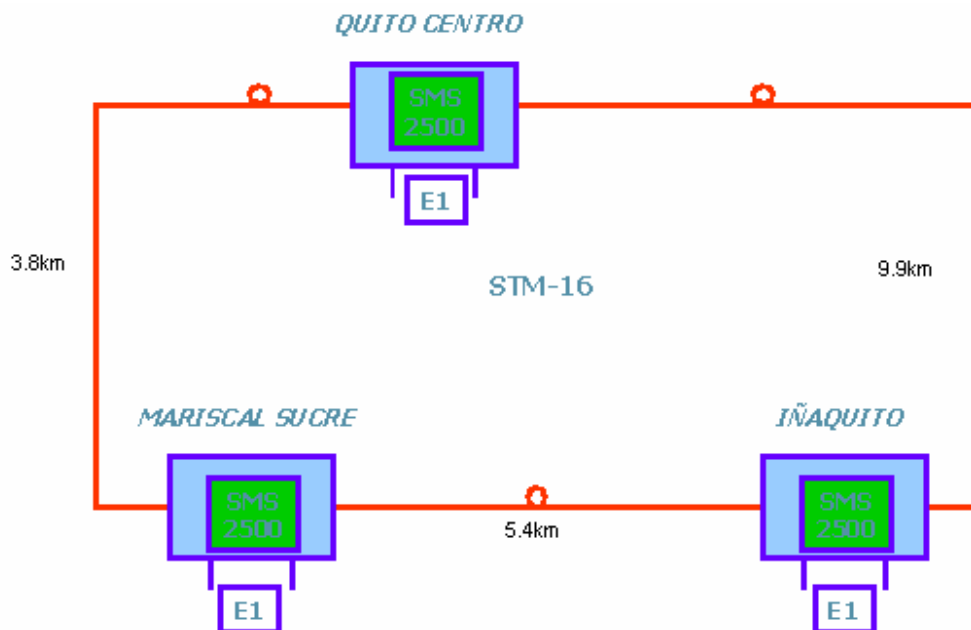


Figura. 1.1. Anillo Central

1.2.2. Anillo Sur Oeste

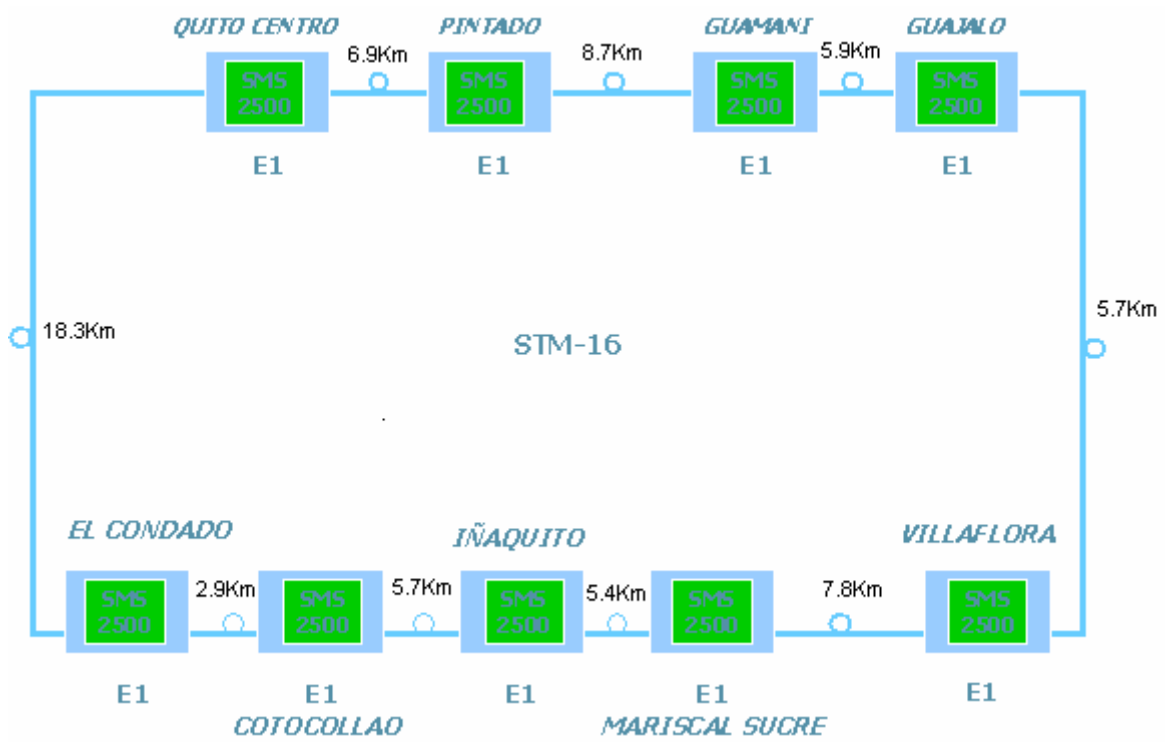


Figura. 1.2. Sur Oeste

1.2.3. Anillo Norte

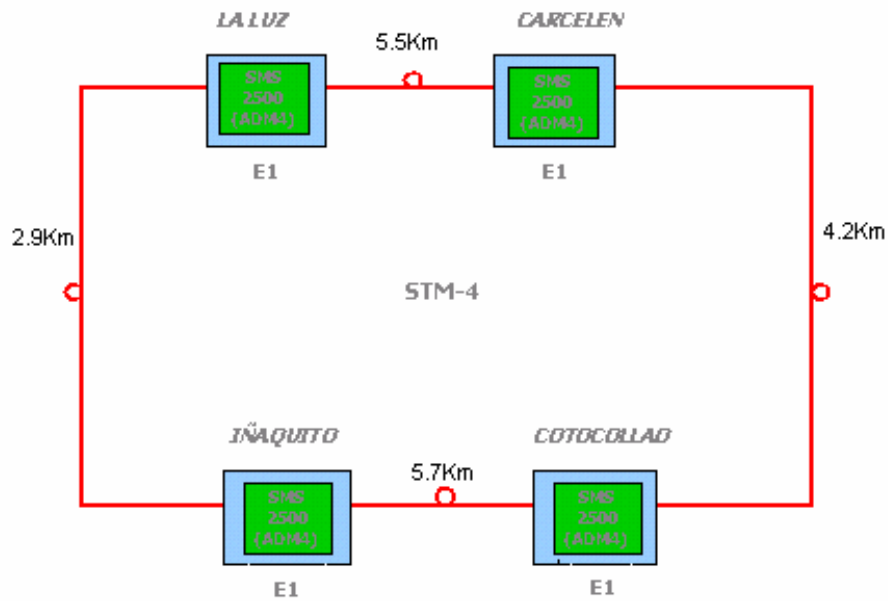


Figura. 1.3. Anillo Norte

1.2.4. Anillo Valle

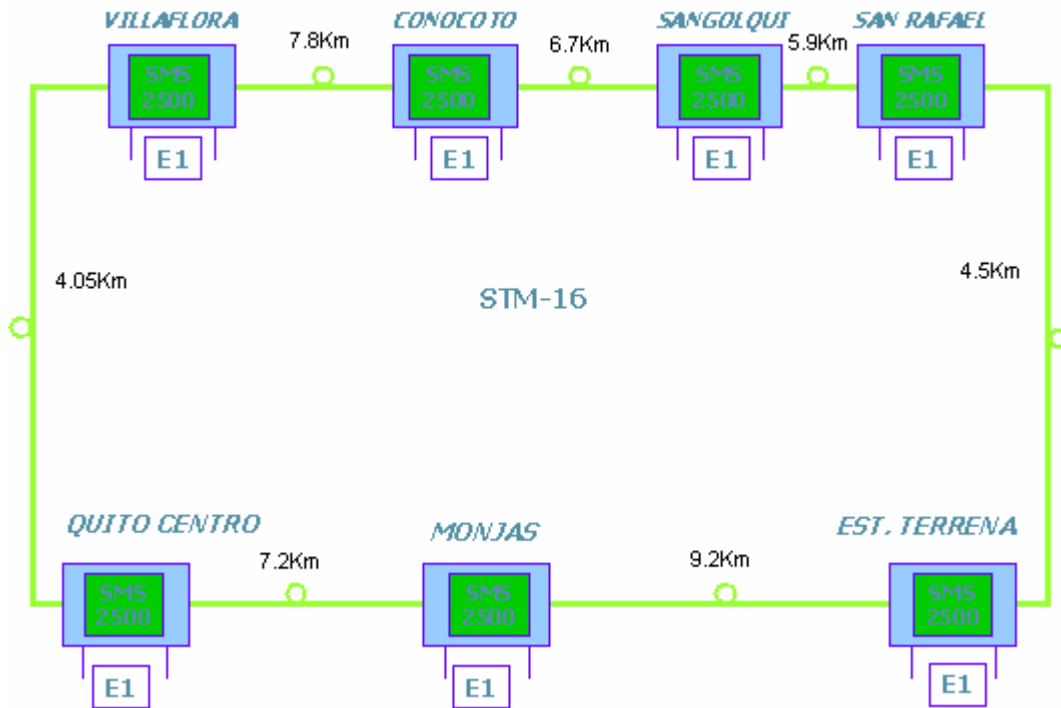


Figura. 1.4. Anillo Valle

1.2.5. Anillo Cumbayá

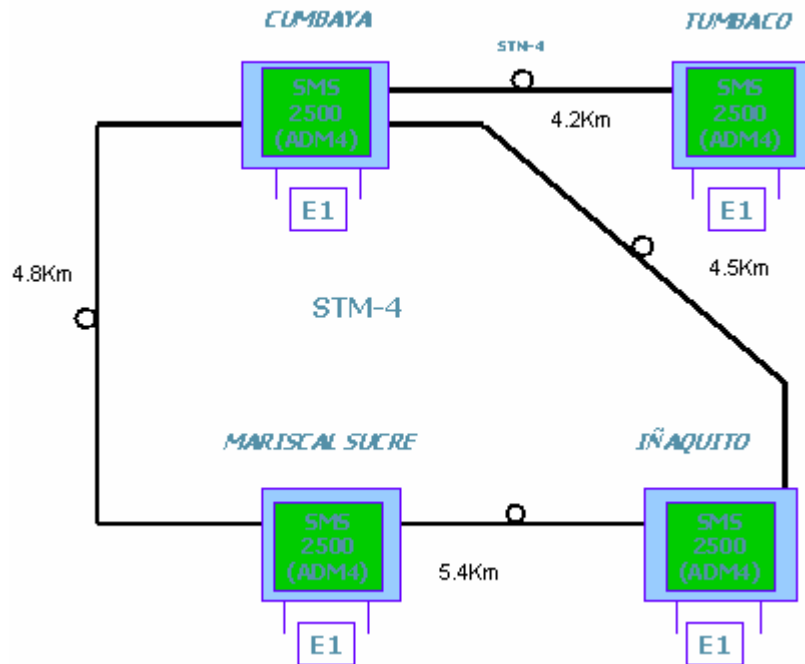


Figura. 1.5. Anillo Cumbayá

1.3. ANILLOS DE LOS NODOS DE ACCESO

En la actualidad existen varios nodos que brindan servicio de banda ancha como ADSL y POTS. Estos anillos SDH conectan los diferentes Nodos de acceso con la respectiva central telefónica, y en el caso de aquellos que brindan servicios ADSL, los equipos DSLAM se conectan con la red ATM de ANDINATEL S. A.

A continuación se muestran los anillos de los diferentes nodos, en donde a la **central telefónica se le conoce como LE.**

1.3.1. Anillo Carcelen 3

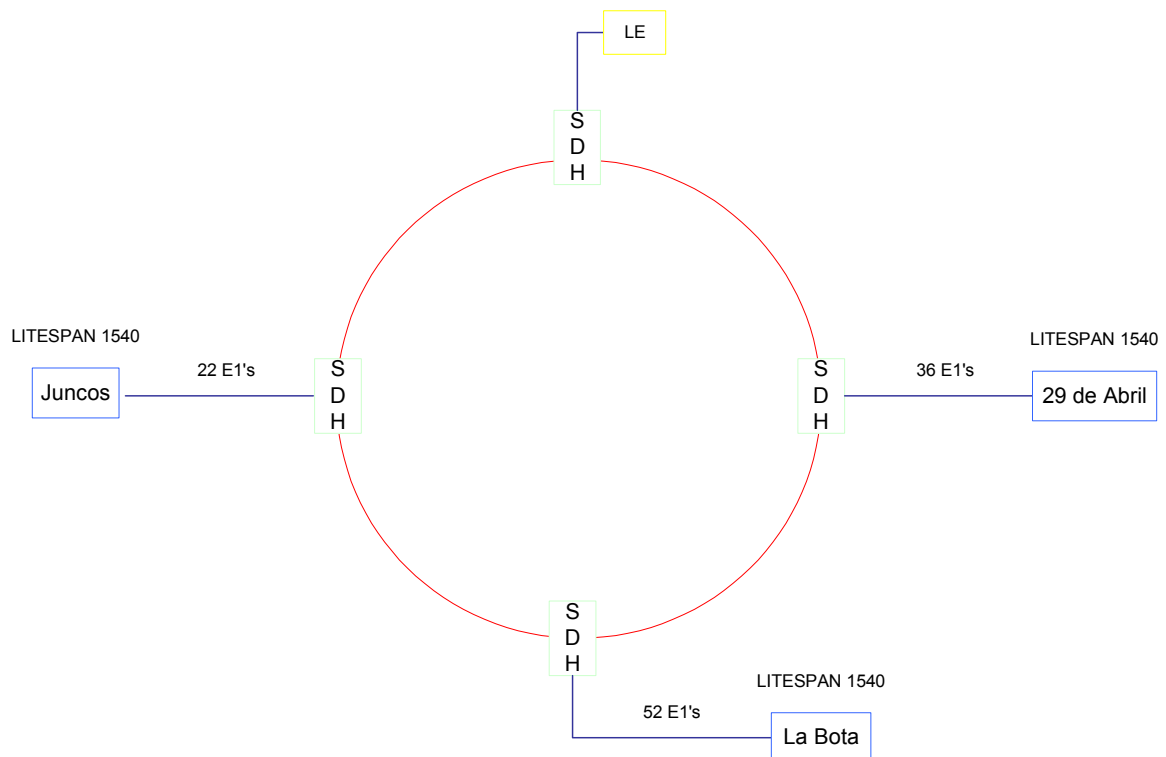


Figura. 1.6. Anillo Carcelén

1.3.2. Anillo Cotocollao 2

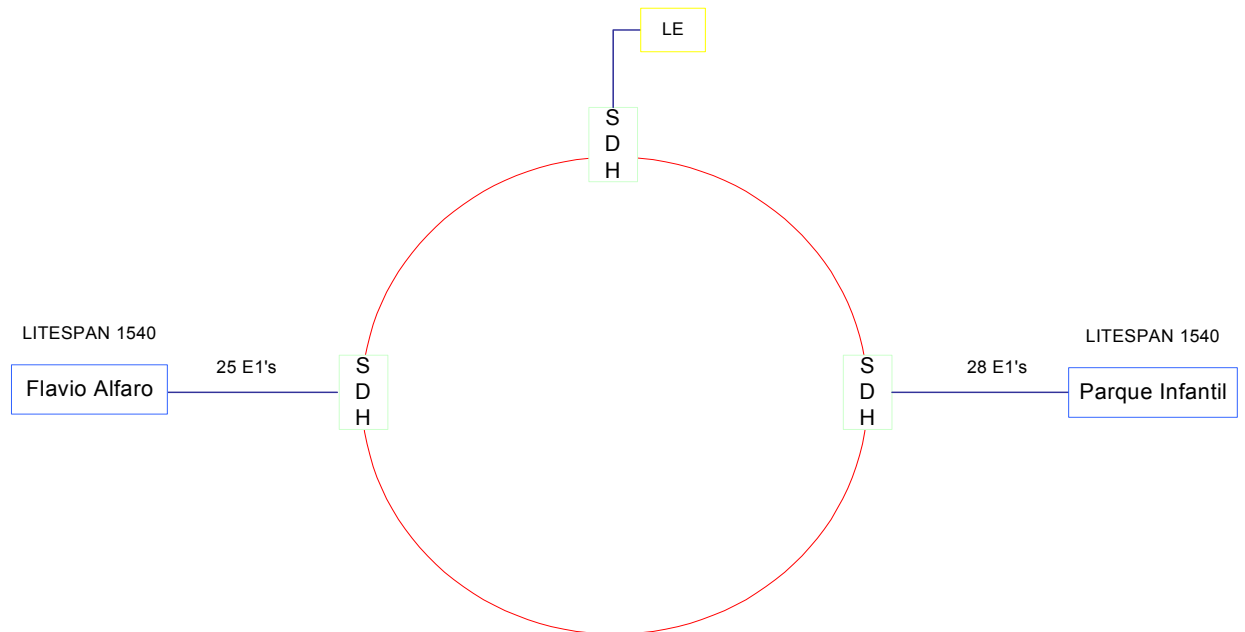


Figura. 1.7. Anillo Cotocollao

1.3.3. Anillo EL Condado

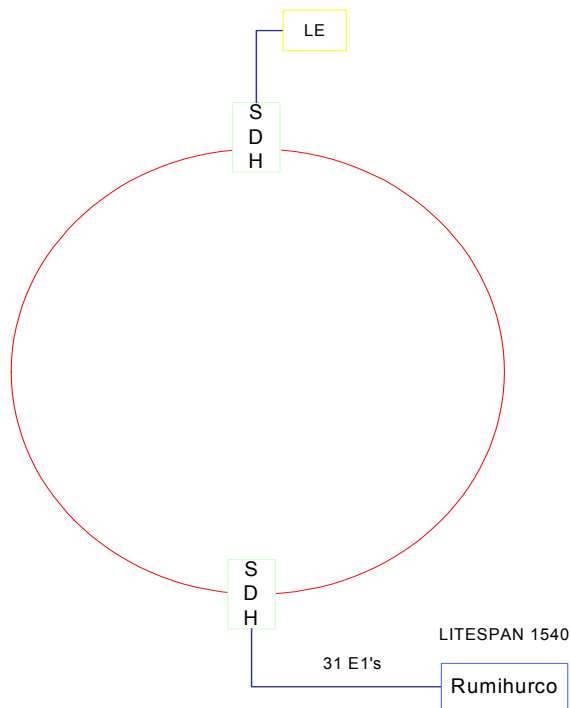


Figura. 1.8. Anillo El Condado

1.3.4. Anillo Iñaquito 4

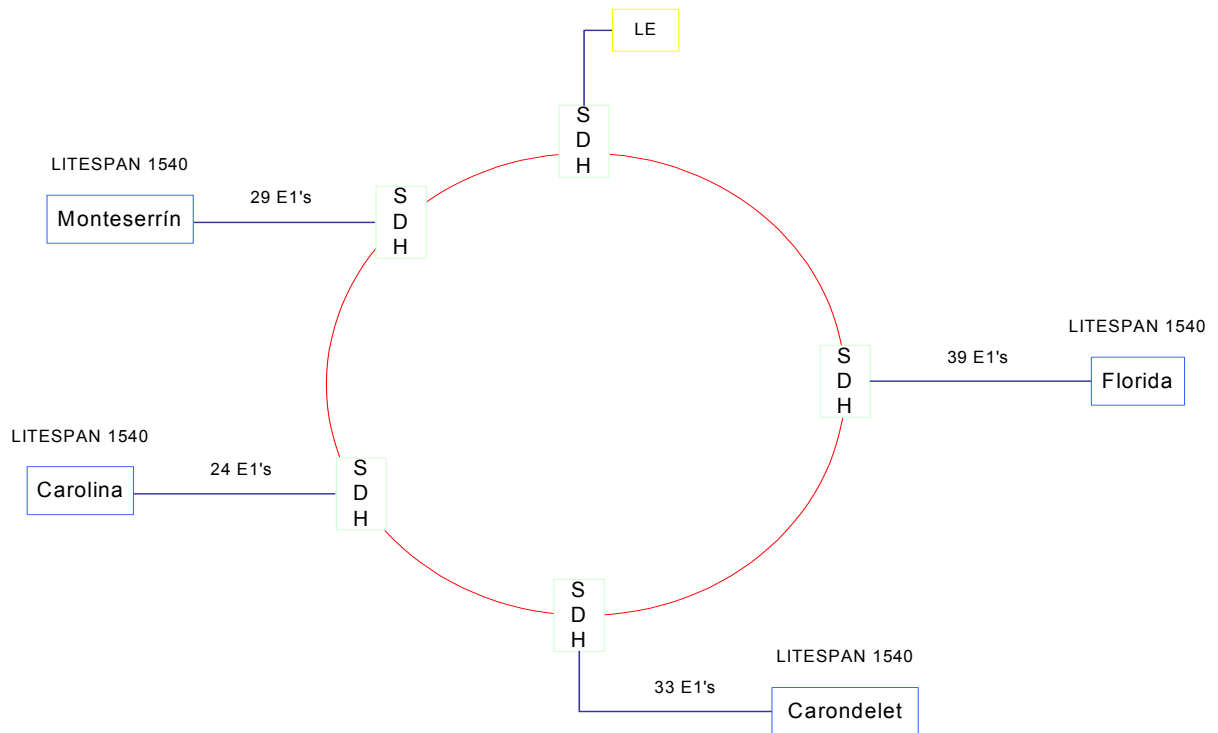


Figura. 1.9. Anillo Iñaquito

1.3.5. Anillo La Luz

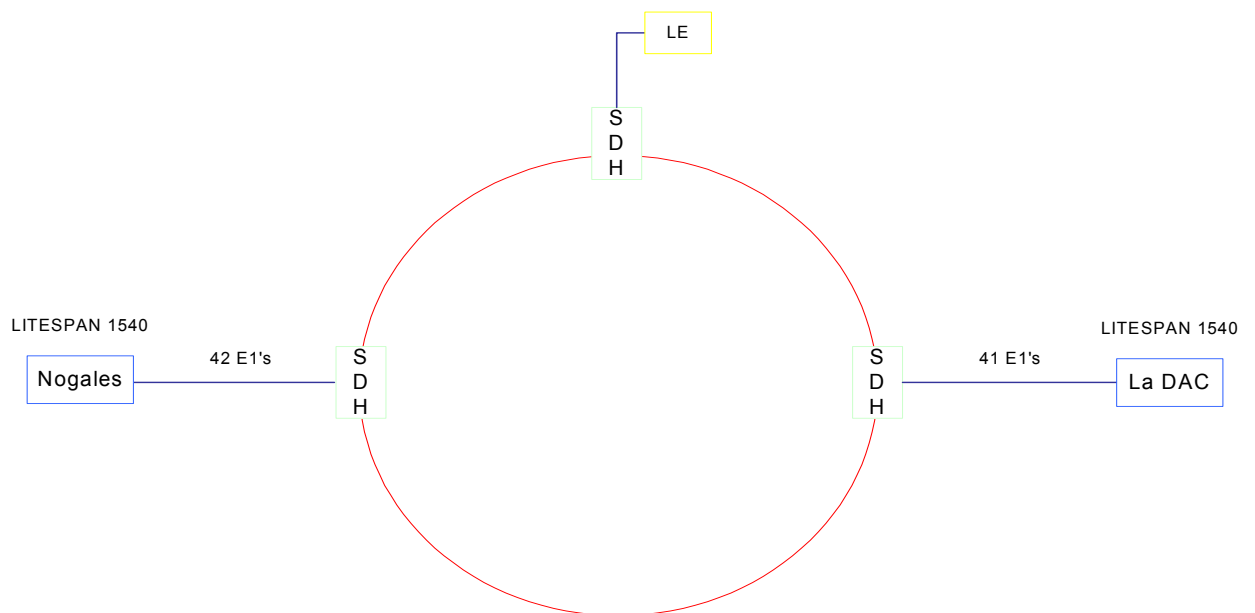


Figura. 1.10. Anillo La Luz

1.3.6 Anillo Guajaló 1

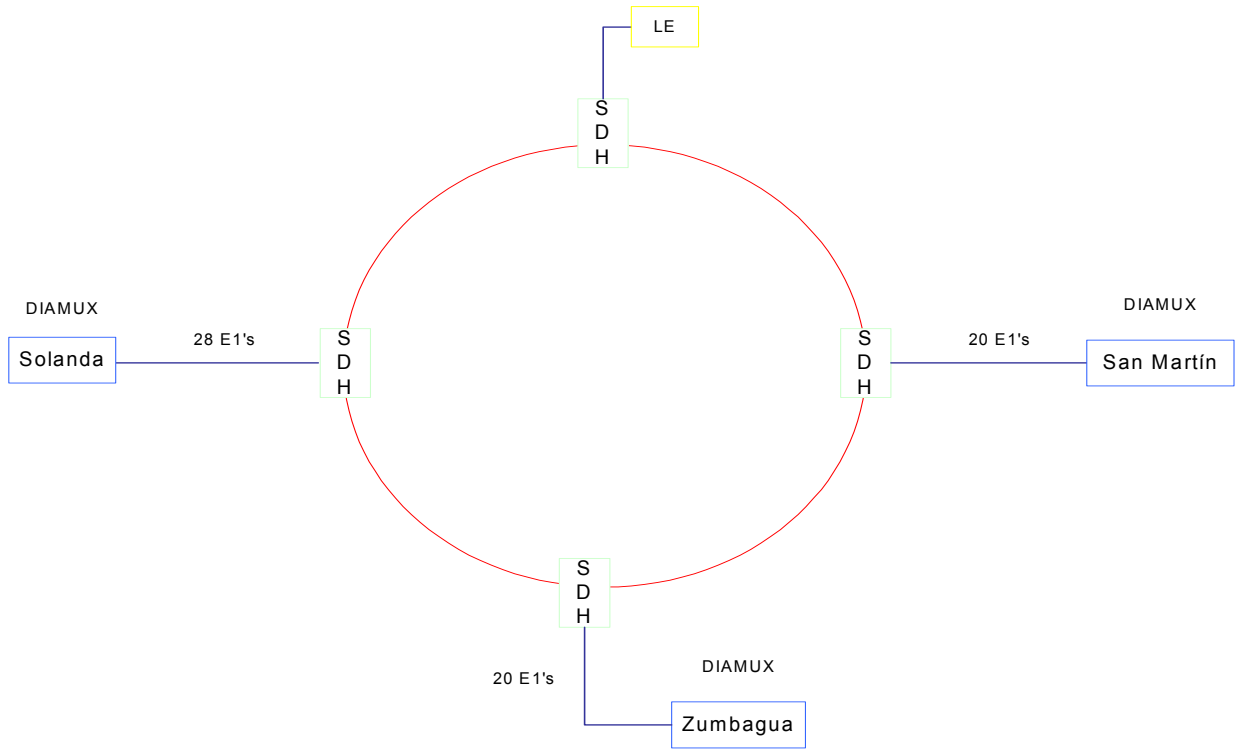


Figura. 1.11. Anillo Guajaló

1.3.7 Anillo Pintado 3

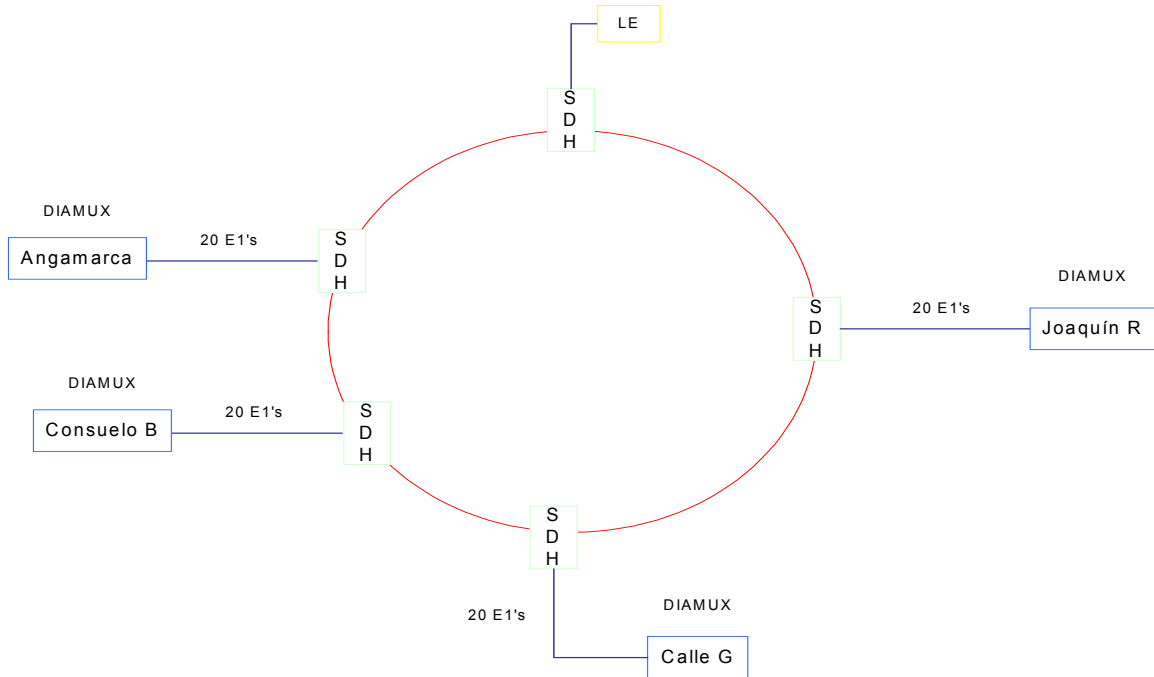


Figura. 1.12. Anillo El Pintado

1.3.8 Anillo Quito Centro 1

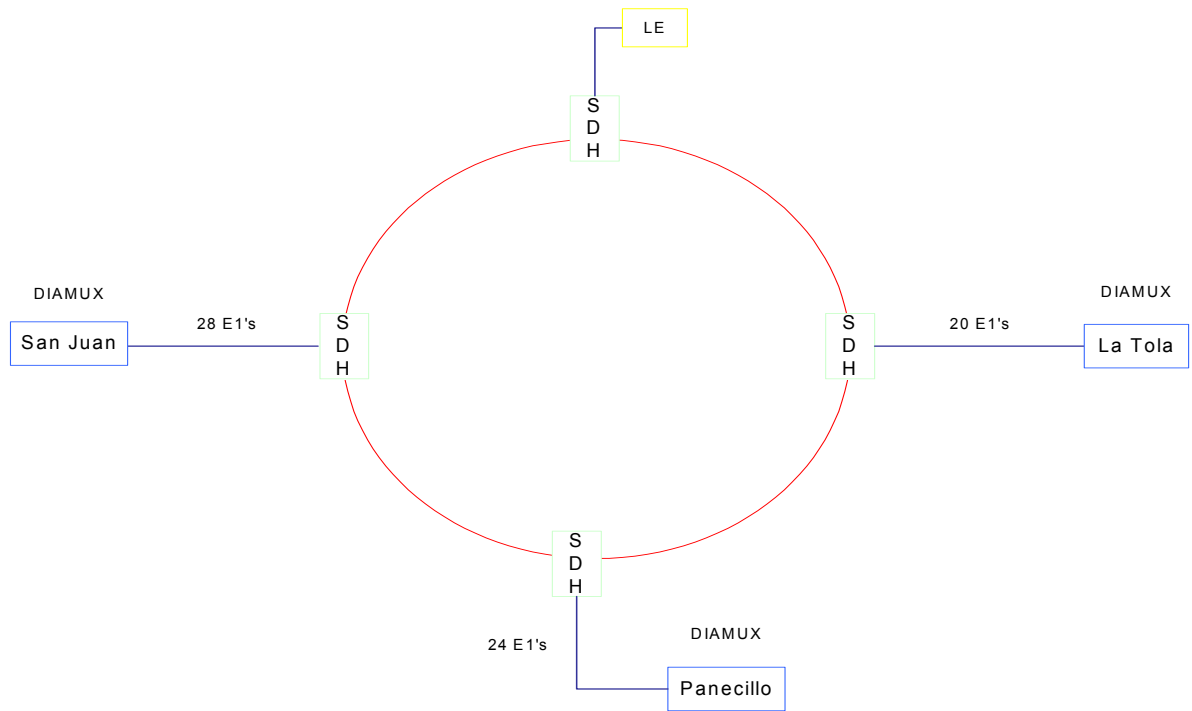


Figura. 1.13. Anillo Quito Centro

1.3.9. Anillo Villaflora 3

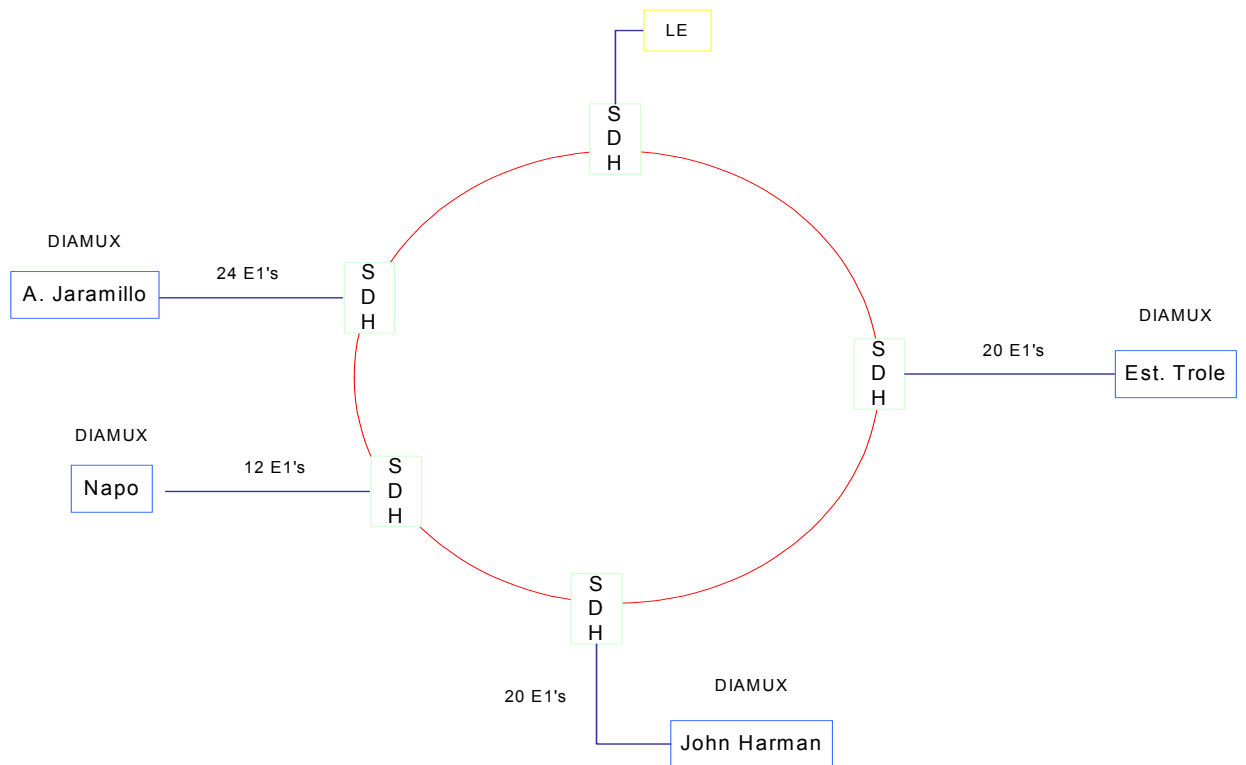


Figura. 1.14. Anillo Villaflora

1.3.10. Anillo Monjas 2

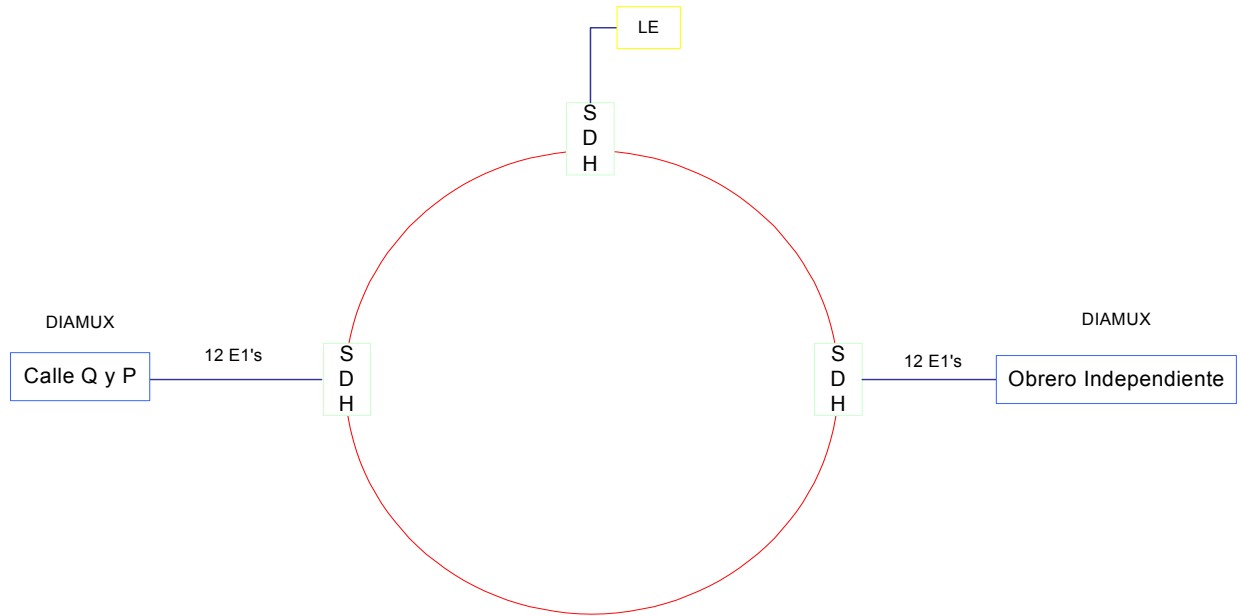


Figura. 1.15. Anillo Monjas

1.3.11. Anillo Mariscal Sucre

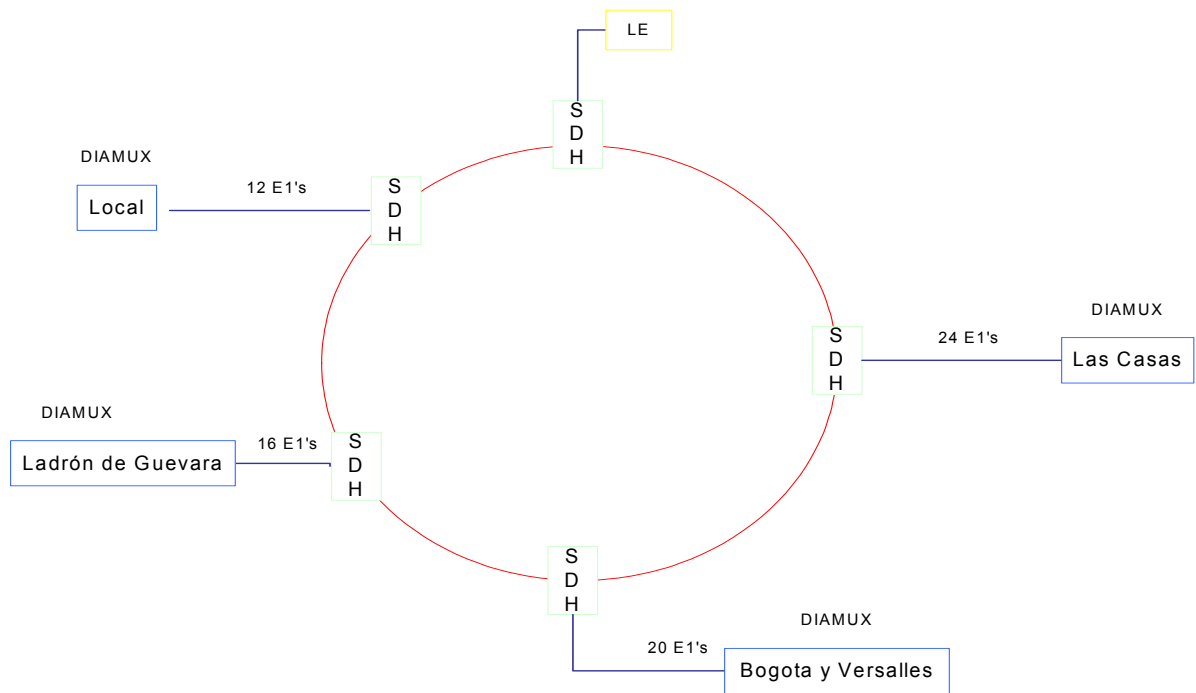


Figura. 1.16. Anillo Mariscal Sucre

1.3.12. Anillo Guamaní

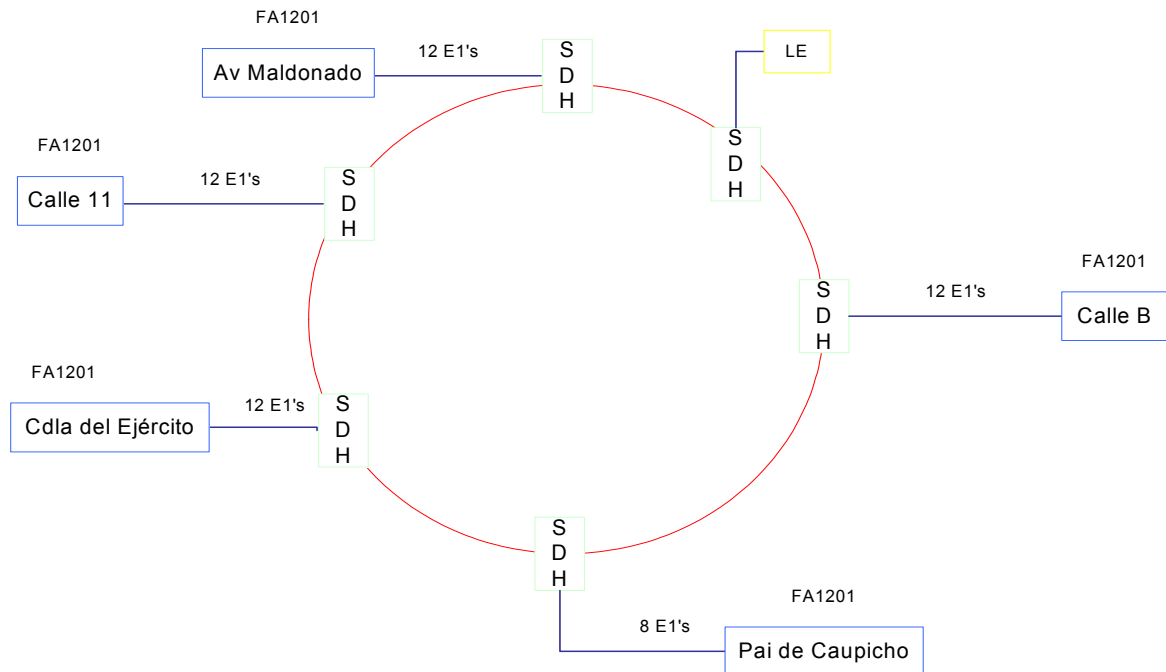


Figura. 1.17. Anillo Guamaní

1.4. Red de Anillos Metropolitanos NEC –Quito y de los nodos de acceso

Ver Anexo 2.

A continuación se describe los equipos que se encuentran actualmente instalados en los nodos de acceso de Andinatel S.A.

1.5. EQUIPOS DE ACCESO

En el mercado existen diferentes tipos de proveedores y fabricantes de equipos de acceso que brindan o soportan varios servicios sobre una misma plataforma. En el presente proyecto se describirá tres de los principales fabricantes de equipos de telecomunicaciones

a nivel mundial en cuanto a equipos de acceso se refiere tales como: NEC, ALCATEL y ERICSSON

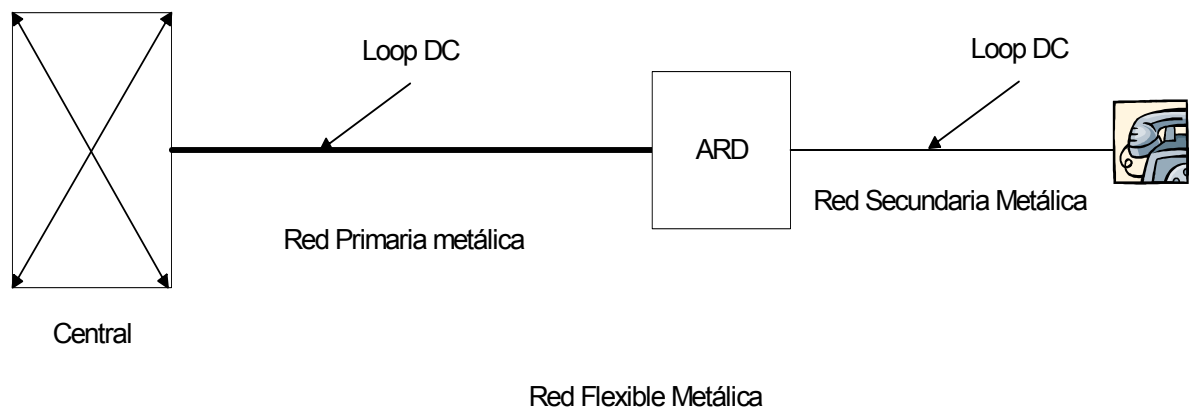
1.5.1. Equipos NEC (FA- 1201)

1.5.1.1. Especificaciones Técnicas del Sistema de Acceso de Banda Angosta

Los equipos de acceso NEC FA-1201 (Fiber Access System) prometen integrar abonados que requieren servicios de voz y datos sobre un par de cobre. Los servicios de banda ancha que ofrece son ADSL, ADSL lite y SDSL, teniéndose esta posibilidad simplemente con el cambio de una tarjeta del equipo.

El FA- 1201 es una plataforma de acceso capaz de integrarse fácilmente al sistema de conmutación telefónica PSTN, gracias a que permite la configuración de interfaz V5.2 abierta que logra integrar a una red ATM a través de una interfaz UNI 3.1 y brindar calidad de servicio QoS de acuerdo al ATM forum.

1.5.1.2. INTRODUCCION



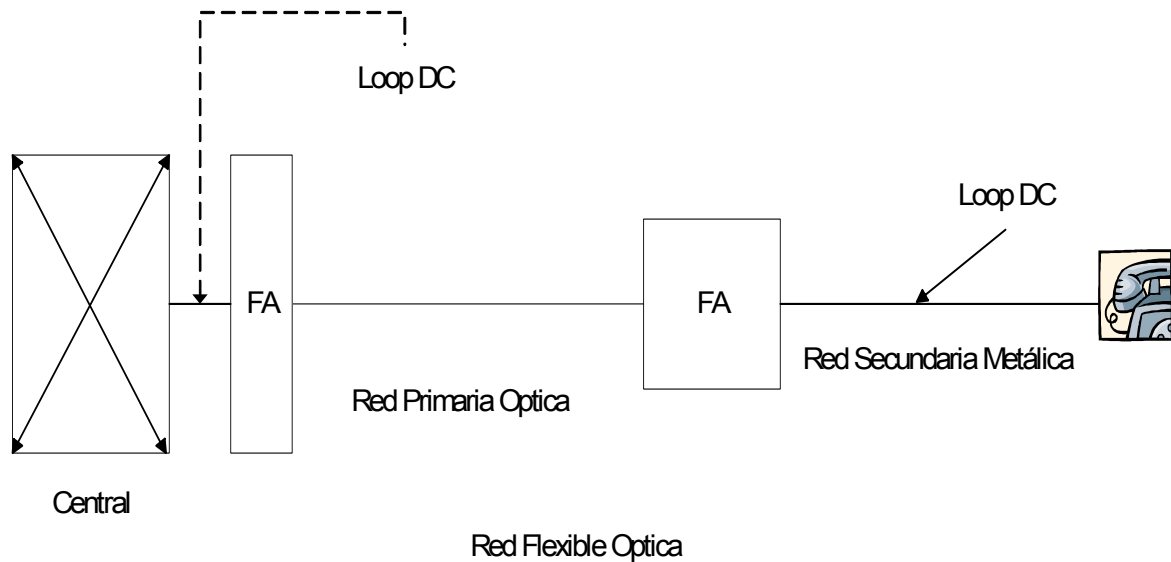


Figura. 1.18. Red Flexible metálica y óptica

1.5.1.3. Señales de Entrada

- Voz
- Datos
- RDSI
- Varios E1 (PCM 30)

1.5.1.4. Señales de Salida

- 2M eléctrico
- 34 M eléctrico
- 34 M óptico

El FA -1201 es definido como un DLC (Sistema Carrier de Loop Digital) que busca atender totalmente al creciente mercado de redes de acceso, ofreciendo una variedad de funcionalidades a través de servicios de telefonía básica y servicios de datos, así como RDSI BRA y RDSI PRI.

EL equipo FA-1201 es el punto alto de más de una década de experiencia en el proyecto y desarrollo de equipos multiplexadores digitales, así como de soluciones sistemáticas. Un software poderoso y un hardware modular se unen para suministrar la más avanzada funcionalidad en términos de red, disponible en todo el mundo.

El equipo FA -1201 incorpora lo mejor de la tecnología en una arquitectura óptima en eficiencia y flexibilidad. La eficiencia se traduce en la máxima utilización del ancho de banda de 2 Mbps y en la integración de los circuitos utilizándose también un nuevo tipo de señalización (V5.1 y V5.2); la flexibilidad permite efectuar la ubicación de diversos tipos de unidades en los sub - bastidores, así como ubicar un canal en varios manojos de 2 Mbps y en cualquier time-slot (cross- conexión).

La integración llega a tal punto, que permite la multiplexación de 16 señales de 2 Mbps y la conversión de la señal multiplexada de 2 34 Mbps eléctrica en óptica en una unidad, siendo posible también que opere en el modo 1+0 (sin protección) ó 1+1 (con protección) en cada enlace óptico.

El FA-1201 es un multiplexador digital que multiplexa señales de voz y datos (incluyendo interfaces RDSI) o señales a 16 x 2 Mbps / 34 Mbps eléctricas en señal óptica de 34 Mbps y viceversa, permitiendo el enrutamiento de canales a través de programación, con utilización de las señalizaciones CAS, V5.1 y V5.2.

El FA-1201 puede ser usado en conjunto con otros multiplexadores de mayor jerarquía de la serie PDH o SDH, buscando tanto aplicaciones en microondas digitales, como sistemas de transmisión por fibra óptica.

APLICACIÓN UDCL (Interfaces analógicas con la central)

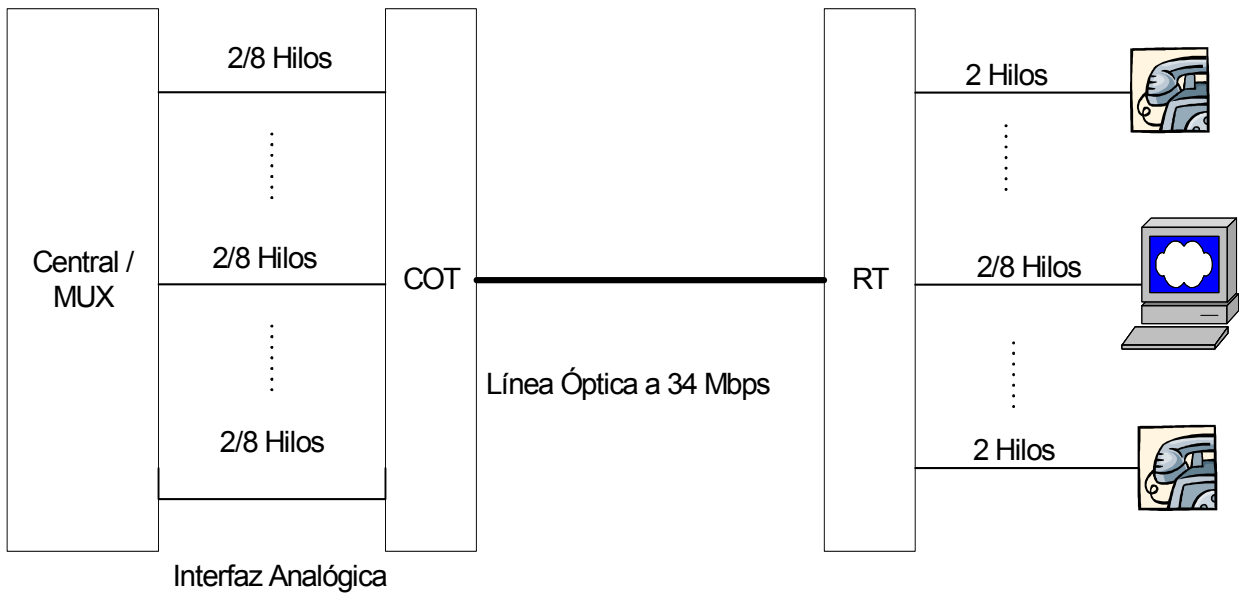


Figura. 1.19. Aplicación UDCL (interfaces analógicas con la central)

APLICACIÓN IDCL (Interfaces digitales con la central)

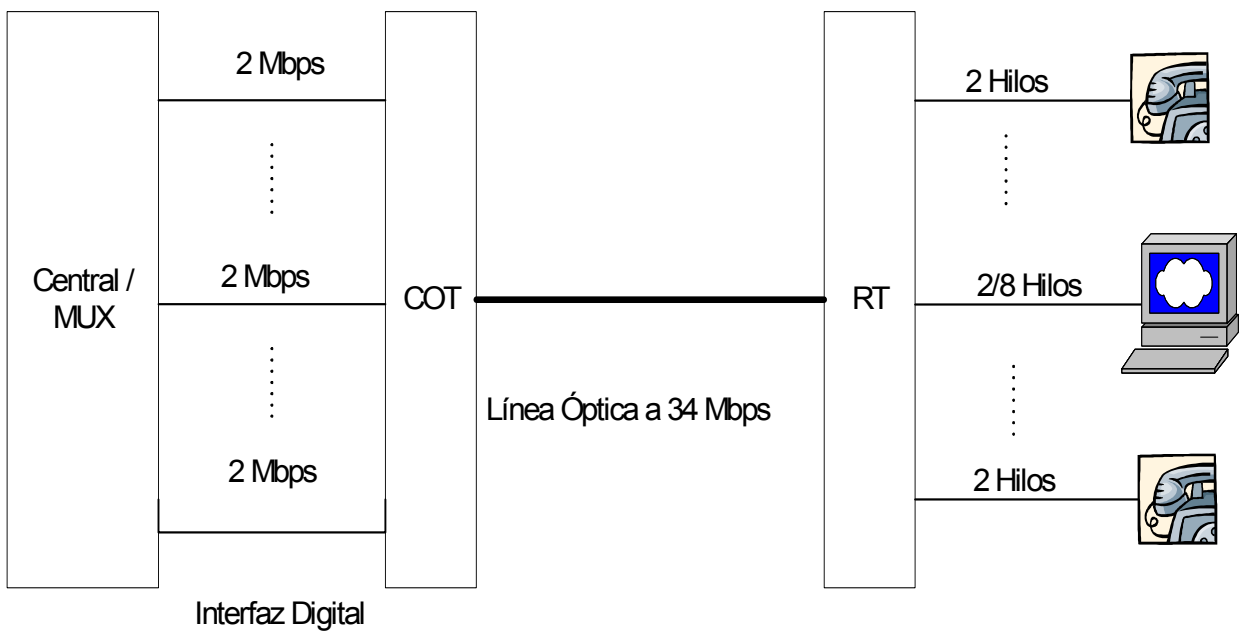


Figura. 1.20. Aplicación IDCL (interfases digitales con la central)

1.5.1.5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Aplicaciones y Características

El equipo FA-1201 posee dos aplicaciones básicas, que definen configuraciones distintas de hardware para cada módulo:

- UDLC (Loop Carrier Universal)
- IDLC (Loop Carrier Digital Integrado)

Las interfaces para el modo UDLC se interconectan a centrales analógicas y consisten en unidades de datos, canal de voz a 2 hilos en loop de corriente a 8 hilos con señalización E&M y unidades RDSI (ISDN BRI).

Las interfaces para el módulo IDCL se interconectan a centrales digitales o equipos SDH y consisten en señales digitales a 2 Mbps ó 34 Mbps, pudiendo utilizar señalización CAS o V5 como opción, de acuerdo con la programación de la central.

Cuando están en el lado de la central (Switching Side), estos equipos son definidos como COT (Terminal de la Oficina Central). Cuando están en el lado de los abonados (Lado de usuario), son definidos como equipos RT (Remote Terminal). Estas definiciones caracterizan configuraciones distintas del equipo.

Para el modo UDLC, los sub- bastidores para los equipos COT y RT son idénticos, diferenciándose solamente por los tipos de unidades y por un cuadro de conexión adicional (mini-tope), existente en el COT. Hasta 3 sub- bastidores pueden ser montados para ubicar las unidades y llegar a 480 canales (capacidad máxima).

Para el módulo IDLC, los sub- bastidores de los equipos COT y RT son diferentes, además de los tipos de unidades. Solamente un sub-bastidor es necesario para los equipos COT y 3 sub-bastidores pueden ser montados para ubicar las unidades y llegar a 480 canales en la RT.

El equipo FA-1201 es totalmente microprocesado, permitiendo su monitoreo local o remoto a través de un sistema de supervisión sofisticado, que facilita el trabajo de manutención del usuario.

1.5.1.6. El equipo FA-1201 realiza las siguientes funciones básicas:

- Digitalización de señales de voz analógicas en señales de 64 Kbps digitales (unidades de canal).
- Multiplexación de 16 señales de 2 Mbps para una señal eléctrica de 34 Mbps.
- Conversión de señales eléctricas de 34 Mbps para señales ópticas a 34 Mbps y viceversa.
- Procesamiento de señalización CAS (sin concentración), V5.1 y V5.2 (con o sin concentración)
- Procesamiento y ubicación de canales RDSI BRI. Interfaz RDSI PRI.
- Inserción de señales de canales de servicio digitales en la señal óptica a 34 Mbps.
- Interfaz para líneas privadas a 2 Mbps (2M líneas privadas)
- Enrutamiento de canales en time-slots de 64 Kbps hasta 16 líneas de 2 Mbps en dos grupos de 8 líneas a 2 Mbps.

1.5.1.7. Algunas de las principales características del equipo incluyen:

- Provee y detecta el estándar de alineado de cuadro CRC-4 (chequeo de redundancia cíclica) encada línea 2Mbps.
- Utiliza el código de línea HDB-3 para señales eléctricas a 2 Mbps y 34 Mbps.
- Proporciona suministro y funciones de manutención local y remota a partir de una microcomputadora
- Proporciona facilidad de gestión remota, a través del sistema de Gestión de Red, utilizando interfaces Q3 y LAN ETHERNET.
- Ofrece interfaces analógicas para abonado común, extensión, teléfono público y señalización E&M.
- Utiliza el código propietario 5B6B para conversación de la señal eléctrica a 34 Mbps en óptica de 34 Mbps.

- Permite la prueba analógica de canales de voz o prueba de las líneas de abonado a través de software (LCT), sin necesidad de instrumentos de medición.

1.5.1.8. ALTO DESEMPEÑO

Este equipo utiliza:

- Circuitos LSI customizados (EPLD)
- Tecnología SMD
- Unidades microprocesadas

Alta confiabilidad y Bajo Consumo

La utilización de circuitos LSI customizados y componentes de tecnología SMD, permite un proyecto compacto, lo que posibilita montar hasta tres sistemas de 480 canales en un único sub – bastidor para aplicación IDLC.

Los circuitos integrados usados en este equipo aumentan la confiabilidad y reducen el consumo, proporcionando así un mejor desempeño.

Casi todas las unidades son microprocesadores, permitiendo la configuración individual de las mismas, así como la implementación de diversas funciones y un óptimo monitoreo del sistema.

1.5.1.9. FACILIDADES DE INSTALACIÓN Y MANUTENCIÓN

- Panel de conexión en los sub – racks “Indoor” para cables externos
- Controles e indicadores desde la parte frontal del sub-rack.
- Cableado interno hecho y verificado en fábrica
- Flexibilidad para montar el equipo
- Unidades Programables

- Reconfiguración automática en caso de falla en la alimentación.

Cables externos son conectados a un panel de conexión en cada sub- bastidor y de éste directamente a cada unidad mediante conectores individuales, facilitando la manutención. Además, los controles e indicadores son accesibles por la parte de adelante del equipo y están disponibles tanto individualmente en cada unidad como de forma concentrada en el bastidor. Todo el cableado interno es hecho y verificado en fábrica, facilitando la instalación y garantizando el equipo contra fallas de conexión.

El equipo puede ser configurado de diversas formas a través del cambio de unidades de programación de las mismas. En caso de falta de alimentación, el sistema es automáticamente reconfigurado tras el restablecimiento de la misma, sin necesidad de cualquier intervención del operador.

1.5.1.10. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

- Basta una unidad convertora en cada sub-bastidor.
- Admite sistema redundante de carga para mayor confiabilidad (dos unidades convertoras)
- Trabaja por equilibrio de carga

El equipo posee sistema redundante de carga, posibilitando doble alimentación por sub-bastidor. La doble alimentación puede ser usada como opción para el aumento de la confiabilidad del equipo, ya que solo una vía de alimentación es suficiente en cada sub-bastidor.

1.5.1.11. SISTEMA DE SUPERVISIÓN LOCAL (LCT)

Alarmas detalladas y monitoreo de desempeño pueden ser observados en el equipo local y remoto para cada enlace COT- RT, con la utilización de una microcomputadora estándar PC utilizada como terminal de control local (LCT). Es posible también la realización de pruebas a través de instrucciones de software con el equipo en funcionamiento normal y alteración de la configuración individual de cada unidad montada en cada sub- bastidor. El

sistema de control es suministrado en ambiente WINDOWS, permitiendo una óptima interfaz hombre – máquina. En el LCT se destacan tres menús principales:

Operación:

- Reporte de alarmas
- Monitoreo de desempeño
- Protección

Administración y Suministro:

- Configuración del equipo / red
- Inventario de Unidades
- Nivel de seguridad
- Administración de los Datos

Manutención

- Loopback
- Prueba de las unidades de canales
- Prueba metálica

1.5.1.12. SISTEMAS DE GESTION DE RED

El equipo puede también ser monitoreado por un sistema de gestión de red (INTEGRA) desarrollado exclusivamente para este equipo, que permite el acceso a los elementos de red (NE) utilizando una interfaz ETHERNET. El INTEGRA puede verificar continuamente las fallas del equipo y alterar su estado de programación, permitiendo una visualización y monitoreo de toda la red, así como su mapeado y configuración.

1.5.1.13. COMPOSICIÓN DEL EQUIPO

El equipo es modular y permite su expansión agregándose módulos y unidades. El equipo esta dividido en dos tipos:

COT: De un lado se encuentran interfaces metálicas analógicas o digitales. En el otro lado, interfaces eléctricas a 2 Mbps ó 34 Mbps, o interfaz óptica a 34 Mbps.

RT: De un lado se encuentran interfaces eléctricas a 2 Mbps ó 34 Mbps, o interfaz óptica a 34 Mbps. En el otro lado, las interfaces metálicas para el usuario.

1.5.1.14. TIPOS DE INTERFACES

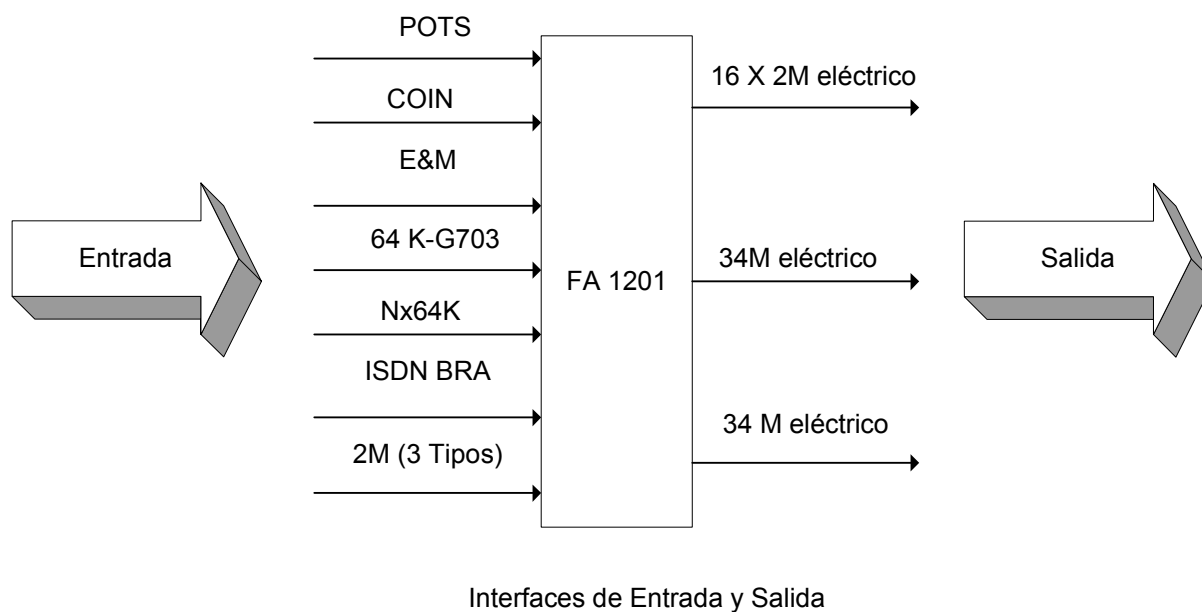


Figura. 1.21. Interfaces de entrada y Salida

El equipo puede ser montado en bastidores o en gabinetes “Indoor” u “Outdoor”.

1.5.1.15 TOPOLOGIA DE LA RED

El equipo FA-1201 fue proyectado para atender a las siguientes topologías de red con sus respectivas características:

Punto a Punto.- Es la configuración más simple que hay. Consiste en 2 usuarios, uno en cada punta del enlace, cada uno intercambiando informaciones entre sí.

Estrella Simple.-En esta configuración, los equipos COT y RT están interconectados directamente entre sí o a equipos SDH. Los servicios de voz de una estación pueden ser ubicados en hasta 3 sistemas de 480 canales independientes a partir del COT (modo IDCL), en un total de tres enlaces ópticos distintos a 34 Mbps.

Barramiento.- En esta configuración, se puede proveer varios elementos remotos a través de un único par de fibras. Los equipos SDH permiten la comunicación de la central con los elementos remotos a través de la inserción y extracción de datos. En este caso el transporte y distribución de los manojos de datos es hecho obligatoriamente por un sistema SDH.

Anillo.- En esta configuración, es posible establecer una red cerrada en anillo muy utilizada actualmente en grandes links urbanos o suburbanos, a fin de proveer un camino de comunicación confiable y de alta capacidad, utilizando técnica de protección. Para esta aplicación, equipos SDH también debe ser utilizados para proveer estas funcionalidades.

1.5.1.16. COMPOSICIÓN FISICA

El equipo FA –1201 puede ser utilizado de dos modos: en gabinete outdoor o en bastidores indoor de 19” patrón ETSI. El bastidor indoor posee panel de alimentación y alarmas, donde pueden ser montados hasta 3 sub-bastidores que componen el equipo (modo UDLC) para aplicación en ambientes cerrados. El gabinete outdoor posee un equipo FA –1201 equipado con hasta 3 sub- bastidores, baterías, ventilación, panel de conexión, disyuntores y fusibles, rectificadores, etc., ubicados dentro de un gabinete cerrado para instalación al aire libre.

ALIMENTACION Y ALARMAS
PANEL DE CONEXIÓN
FA-1201 SUB- BASTIDOR PRINCIPAL
PANEL DE CONEXIÓN
FA- 1201 SUB – BASTIDOR EXPANSION 1
PANEL DE CONEXIÓN
FA- 1201 SUB – BASTIDOR EXPANSION 2
APLICACIÓN FUTURA

Figura. 1.22. Montaje del FA12-01 en Bastidor

PDP Panel de Distribución de energía	CPS (rectificadores)
	APLICACIONES FUTURAS
CUADRO DE CONEXIONES	FA-1201 EXPANSIÓN 1
	FA – 1201 PRINCIPAL
	FDP Panel de distribución de fibras

Figura. 1.23. Estructura de la Cabina ACS D-12 para el FA - 1201

CUADRO CONEXIONES (LATERAL)	DE	FA – 1201 SUB-BASTIDOR PRINCIPAL	RECTIFICADORES Y BATERÍAS (LATERAL)
		FA-1201 EXPANSIÓN 1	
		FA-1201 EXPANSIÓN 2	
		APLICACIONES FUTURAS	
		FDP Panel de distribución de fibras	

Figura. 1.24. Estructura de la Cabina ADT-480 para el FA-1201

	PDP (panel de distribución de carga)	FA –1201 PRINCIPAL
	CPS (Rectificadores)	
	APLICACIONES FUTURAS	FA –1201 EXPANSIÓN 1

CUADRO DE CONEXIONES	Módulo de añadido óptico	FA –1201 EXPANSIÓN 2
	BATERIAS	APLICACIONES FUTURAS

Figura. 1.25. Estructura de la Cabina ACS D-48 para el FA-1201

1.5.2. Equipos Ericsson

1.5.2.1. Nodos de Acceso Ericsson (Diamux)

Introducción

El mercado para las redes de acceso genéricas está creciendo rápidamente, esto se demuestra con la aparición rápida del protocolo V5 y del creciente volumen de ventas. El acceso genérico a servicios conmutados (POTS e ISDN) es una solución independiente del fabricante de los equipos.

El principal producto Ericsson para esta solución es Access 300 Systems Series, que incluye un completo rango de productos multiplexores (Diamux), capaces de cumplir los requerimientos de las redes de acceso modernas.

Diamux está basado en una estructura de sistema modular llamada Plataforma de Sistema Genérico (GSP) que permite, para tener mayor flexibilidad, mejoras y actualizaciones actuales y futuras del Diamux fácilmente.

Actualmente, los nodos de Acceso 300 ofrecen capacidades V5.1 y V5.2 y están aprobados bajo Q198 por más de 25 operadoras con NEC, Fujitsu, EWSD, Lucent, Alcatel, centrales AXE.

El Diamux puede conectarse tanto a equipos Ericsson (centrales) como centrales de cualquier otro fabricante, empleando las interfaces estandarizadas V5.2. El Diamux presta servicios POTS, ISDN y de datos así como numerosos tipos de servicios e interfaces.

1.5.2.2 Sistemas Diamux

Los Sistema Diamux consisten de varios modelos, desde el diamux 500 para lugares medianos y amplios hasta el Diamux NTA-10, que es un pequeño Adaptador Terminal de Red para sub-multiplexing de Acceso Básico ISDN.

Cada Diamux está constituido por 4 bloques principales:

- Interfaces, Agregados y Tributarios.
- Conmutador de circuitos PCM, DXC 1/0.
- Conmutador de paquetes, para señalización interna.
- Unidad procesadora, para manejo de protocolos, etc.

Cada uno de estos bloques está dimensionado de acuerdo con la capacidad y tipo de interfaces requeridas, y en el Diamux 500 pueden ser actualizadas y ampliadas con la simple inserción de nuevos módulos en el rack.

En los sistemas Diamux más pequeños, como Diamux 20, Diamux 20 II y Diamux 120, el conmutador PCM, el conmutador de paquetes y la Unidad procesadora están integrados y dimensionados para manejar la máxima configuración de interfaz de tributarios y agregados.

Los Diamux incluyen una fuente principal de poder y un backup de batería opcional.

Poseen un diseño modular con la posibilidad de cambios de módulos de interfaces de con el fin de adaptarse a varias aplicaciones.

Cada módulo de interfaz está conectado a un highway PCM de 2 Mbps con el conmutador de circuitos PCM en la tarjeta procesadora principal. El conmutador de circuitos PCM de 8 puertos, DXC 1/0, y las partes mecánicas del Diamux limitan las Posiciones de los módulos de interfaz a un máximo de 8.

La señalización de paquetes HDLC es usada internamente para señalización entre la tarjeta principal de procesamiento y los módulos de interfaz. La señalización HDLC se transporta a través de bus serial interno llamado PIP (Processor Interface Protocol), a una velocidad de 2Mbps.

Cada módulo de interfaz maestro está equipado con un microcontrolador para el manejo de funciones de Capas 1 y 2, de esta manera, los módulos de interfaz PCM pueden manejar terminaciones para los protocolos Q.921-LAPD, Q.931, o V5.1-LAPV5.

La tarjeta principal de procesamiento del Diamux incluye el conmutador PCM (Diamux 20 II), y el poderoso sistema de control de micro-procesador para el control de protocolos y manejo de las funciones OAM.

Se puede tener los siguientes Módulos de interfaz:

LTI701: Terminación RJ45 de 2 Mbps E1 PCM, 120 ohm.

LTI 690/698: 2 Mbps E1 PCM, 75/120 ohm.

LTI 691/259: 1,5 Mbps T1 PCM (BNO-conector RJ45).

SDI 692: Interfaz sincrónica de datos, 64-1920 kbps.

OTI 693: PCM 2 Mbps óptico.

ATI 694: Abonados telefónicos analógicos, POTS, 2 abonados.

ATI 760/761: Abonados telefónicos analógicos, Maestro/esclavo POTS, 2/4 abonados.

ALT540: Abonados telefónicos analógicos, Maestro/esclavo POTS, 15 abonados.

BRI 696/168: ISDN BRI, U-interfaz, ANSI T1.601, 3 usuarios.

BRI 695: ISDN BRI, S-interfaz, 3 usuarios.

BRI 795: ISDN BRI, S-interfaz, 1 usuario.

ALI 924/169: Interfaz de línea dedicada analógica, 4 puertos.

Tarjeta principal de procesamiento para funciones de control:

DSU 642/643: Tarjeta principal de procesamiento, incluye conmutador de circuitos de 8 puertos.

Alimentación:

PSU 702: 240 VAC de entrada, +3,3VDC, ± 5 VDC, ± 12 VDC, +17,3VDC, -63VDC y en cable-B -48VDC y en cable -A- 80VAC de voltaje de timbrado para POTS.

PSU 160: 230 VAC de entrada, +3,3VDC, ± 5 VDC, ± 12 VDC, +17,3VDC, -63VDC y en cable -B 0VDC y en cable A -48VDC + 80VAC de voltaje de timbrado para POTS.

PSU 701: 240 VAC de entrada, +3,3VDC, ± 5 VDC, ± 12 VDC, +17,3VDC, -63VDC y en cable B 0VDC y en cable A -48VDC + 80VAC de voltaje de timbrado para POTS.

PBU 731: Unidad de backup (Batería).

1.5.3. Equipos Alcatel

1.5.3.1. Nodos de Acceso Alcatel (Litespan 1540)

Introducción

El Litespan 1540 de Alcatel es una plataforma de acceso multiservicio, capaz de ofrecer servicios de voz y datos, tanto de banda angosta como banda ancha sobre transporte SDH y PDH.

Desde el punto de vista de transporte, existen equipos:

SD

Sirve para transporte SDH, que presenta interfaces de red SDH, por lo que es un sistema que combina equipos de transmisión SDH con equipo de Acceso.

La parte de transmisión SDH puede soportar enlaces punto a punto o configuraciones add/drop en redes en anillo.

PD

Existen 3 posibilidades de transporte PDH:

- Eléctrico G.703.
- HDSL.
- 34 Mbps óptico.

La figura 1.26 muestra Redes de Acceso con configuraciones en anillo y estrella.

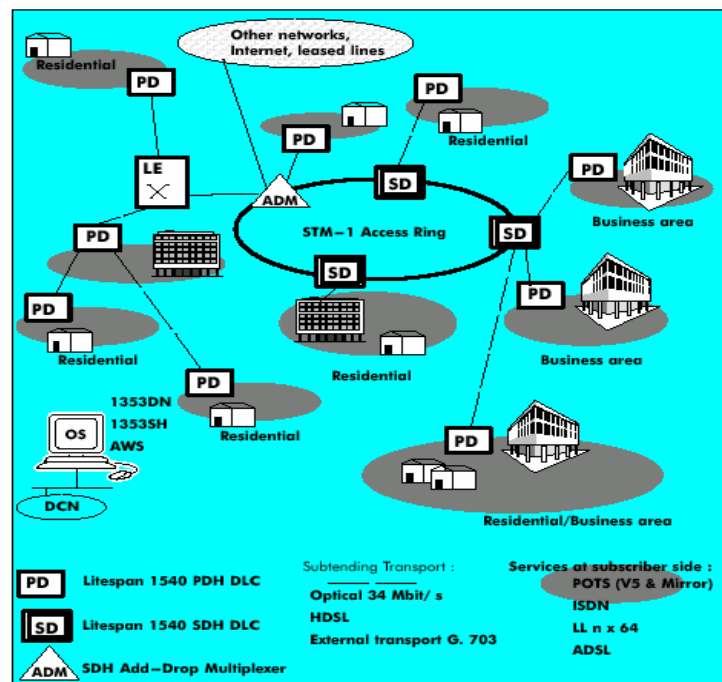


Figura. 1.26. Configuración de Redes de Acceso

En configuraciones en anillo, el número máximo de NA (Nodos de Acceso) para el Litespan 1540 es 16, y en estrella de 15.

Los Nodos de Acceso están conectados a través de la interfaz V5.2 a la central telefónica o LE (Local Exchange).

1.5.3.2. Características generales del Litespan 1540:

- Integra mecanismos de transporte PDH o SDH.
- Permite topologías punto a punto, anillo, árbol, utilizando cobre o fibra óptica, con interfaces abiertas que se conectan a centrales telefónicas y redes de datos.
- Soporta : V5 POTS
- V5 ISDN BRI
- V5 ISDN PRI
- Líneas ADSL
- Líneas dedicadas analógicas
- Líneas dedicadas Nx64
- Líneas dedicadas a 2 Mbps

La disponibilidad de tantos servicios se logra gracias al MLS (Multiservice Line Shelf), que puede encontrarse dentro de un rack interior (Indoor) o exterior (Outdoor). Los equipos Litespan 1540 actúan como DSLAMs y a su vez, integran los servicios mencionados sobre la misma plataforma, y mediante las diferentes tarjetas de línea que soporta.

1.5.3.3. Indoor

En configuraciones Indoor, pueden existir hasta 4 MLS-Le o 12 MLS-Hbe como extensiones, uno de los cuales siempre es el principal (Main).

1.5.3.4. Outdoor

En configuración outdoor, se puede tener hasta 2 MLS (uno principal y otro como extensión).

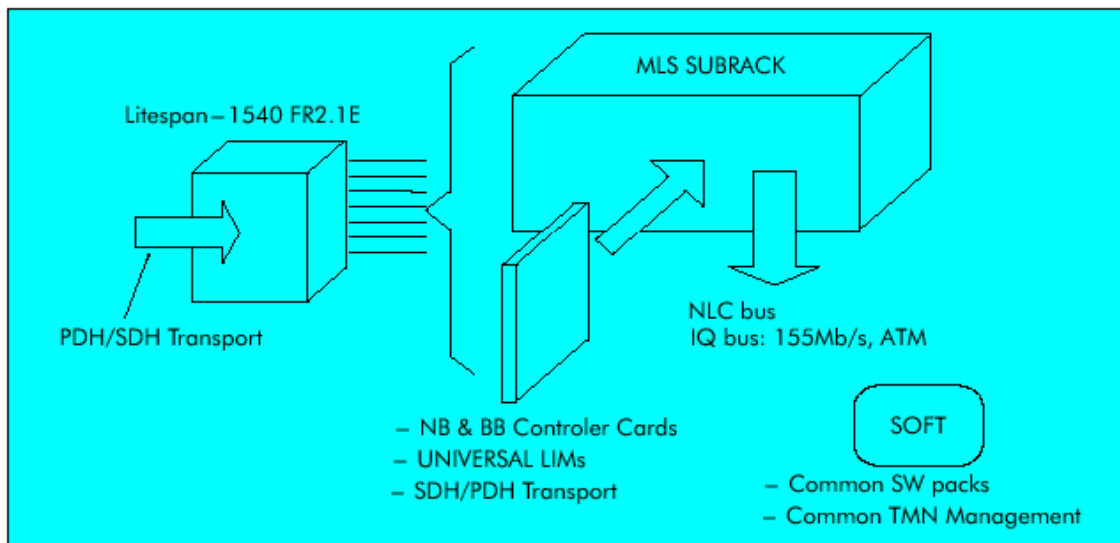


Figura. 1.27. Arquitectura de Litespan 1540

Las posibles configuraciones Indoor de los subracks son las que se muestran en la Tabla 1.3

Subracks MLS	Cantidad
MLS-He Main (Servicios NB y BB)	1
+	+
MLS-Le Extensiones (Servicios NB)	0 hasta 3
MLS-Le Main (Servicios NB)	1
+	+
MLS-Le Extensiones (Servicios NB)	0 hasta 3
MLS-Hb Main (Servicios NB y BB)	1
+	+
MLS-Le Extensiones (Servicios NB)	0 hasta 3
MLS-Hb Main (Servicios NB y BB)	1
+	+
MLS-Hbe Extensiones (Servicios NB y BB)	0 hasta 11

Tabla. 1.1. Configuraciones MLS

Los racks indoor tienen dimensiones máximas de 600 x 2200 x 300 mm., en el que se puede montar hasta 3 subracks (1 principal + 2 extensiones), ordenados en forma ascendente, como se indica en la figura 1.28

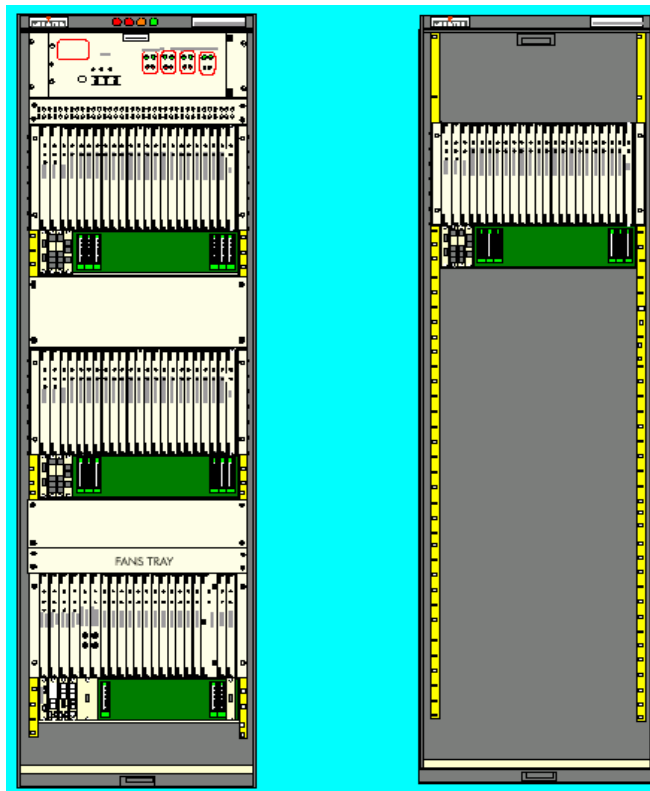


Figura. 1.28. Litespan 1540 con 1 main + 3 Extensiones

1.5.3.4. MLS (Multiservice Line Shelf)

El MLS está estructurado sobre dos sistemas de bus con sus respectivos controladores y terminación del bus

BUS	CONTROLADOR	TERMINACIÓN DEL BUS
Bus IQ	Tarjeta NEHC	Tarjeta MBTPB
Bus NLC	Tarjeta AICC o AANC	Tarjeta MBTPB

Tabla. 1.2. Tipos de Bus

De acuerdo con el tipo de tarjeta (NB o BB) a insertarse en el subrack, se tendrán algunas que se conecten al bus IQ y otras al NLC. Cada tarjeta de línea tiene incorporadas convertidores DC/DC, como se puede ver en la figura 1.29

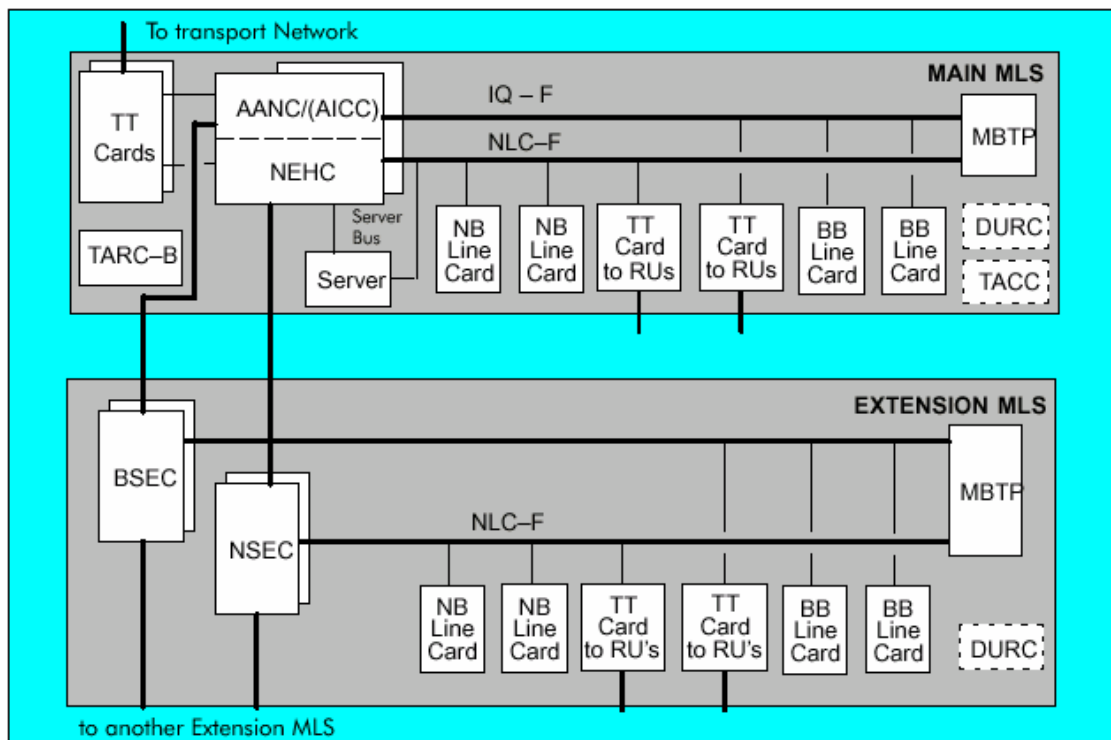


Figura. 1.29. Estructura de MLS Main y Extensión

1.5.3.5. Principales tarjetas que pueden ser insertadas

AICC: Controlador ADSL con interfaz IMA.

AANC: Controlador ADSL con interfaz SDH.

NEHC: Controlador de Banda Angosta.

TARCB: Tarjeta que recoge alarmas internas y externas, administra a las demás unidades y soporta las pruebas de línea.

DURC: Tarjeta generadora de timbrado. (Potencia de timbrado de 30 VA).

TACC: Proporciona diagnóstico y detección de fallas de equipos y líneas de abonados y circuitos de línea de los subracks.

NSEC: Es la interfaz de conexión de un subrack secundario con su precedente. A su vez transporta todas las señales hacia el MLS.

BSEC: Tarjeta de extensión del bus IQ para Banda Ancha.

ATLC-C: Tarjeta con 30 interfaces POTS, con protección de sobrevoltaje en cada línea de abonado.

ATLC-A: Tarjeta con 30 interfaces POTS.

FFLC: Tarjeta con 16 interfaces POTS.

PRCC: Tarjeta que proporciona hasta 4 líneas dedicadas para datos a 2 Mbps.

BALC: 16 líneas de Acceso Básico RDSI – 2B1Q.

LTAC: Terminal de línea ADSL con terminación de 4 puertos POTS. Un set de tarjeta de línea ADSL se compone de: 1 NACC +2 LTAC.

LTAC-B: Terminal de línea ADSL con terminación de 4 puertos POTS o 4 puertos ISDN. Un set de tarjeta de línea ADSL se compone de: 1 NACC-B +2 LTAC-B.

LTAC-C: Terminal de línea ADSL con terminación de 12 puertos POTS. Un set de tarjeta de línea ADSL se compone de: 1 NACC-C +1 LTAC-C.

NACC: Splitter activo ADSL-POTS con 8 terminaciones para puertos ADSL.

NACC-B: Splitter activo ADSL POTS ISDN con 8 terminaciones para puertos ADSL.

NACC-C: Splitter activo ADSL-POTS con 12 terminaciones para puertos ADSL.

1.5.3.6. Capacidades máximas

La siguiente tabla muestra las capacidades máximas para las diferentes configuraciones de MLS:

Capacidad POTS	SDH-DCL				PDH-DCL			
	ATLC	FFLC	ADSL (LTAC/NACC) LTAC- B/NACC-B)	ADSL (LTAC- C/NACC- C)	ATLC	FFLC	ADSL (LTAC/NACC) LTAC- B/NACC-B)	ADSL (LTAC- C/NACC- C)
1 MLS-He	390	208	40	84	390	208	40	84
1 MLS-He + 1 MLS-Le	960	512	40	84	960	512	40	84
1 MLS-He + 2 MLS-Le	1500	800	40	84	1500	800	40	84
1 MLS-He + 3 MLS-Le	2040	1088	40	84	2040	1088	40	84
1 MLS-Le					510	272		
1 MLS-Le + 1 MLS-Le					1080	576		
1 MLS-Le + 2 MLS-Le					1620	864		
1 MLS-Le + 3 MLS-Le					2160	1152		
1 MLS-Hb	390	208	40	84	390	208	40	84
1 MLS-Hb + 1 MLS-Le	960	512	40	84	960	512	40	84
1 MLS-Hb + 2 MLS-Le	1500	800	40	84	1500	800	40	84
1 MLS-Hb + 3 MLS-Le	2040	1088	40	84	2040	1088	40	84
1 MLS-Hb + 1 MLS-Hbe	900	480	88	192	900	480	88	192
1 MLS-Hb + 2 MLS-Hbe	1410	752	136	300	1410	752	136	300
1 MLS-Hb + 3 MLS-Hbe	1920	1024	184	408	1920	1024	184	408
1 MLS-Hb + 11 MLS-Hbe			568	1008	1920	1024	568	1008

Tabla. 1.3. Capacidades POTS y ADSL

1.6. TECNOLOGÍA PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

En un nivel puede existir "un" reloj para cada dirección o un bucle que contienen 4 osciladores controlados por tensión conectados en cadena. En el nivel superior (N+1) se conecta el equipo transreceptor que se encuentra en serie para la circulación del reloj. Es decir, el sistema de transmisión es sincrónico con el último nivel de multiplexación y plesiócrono con el resto de los niveles.

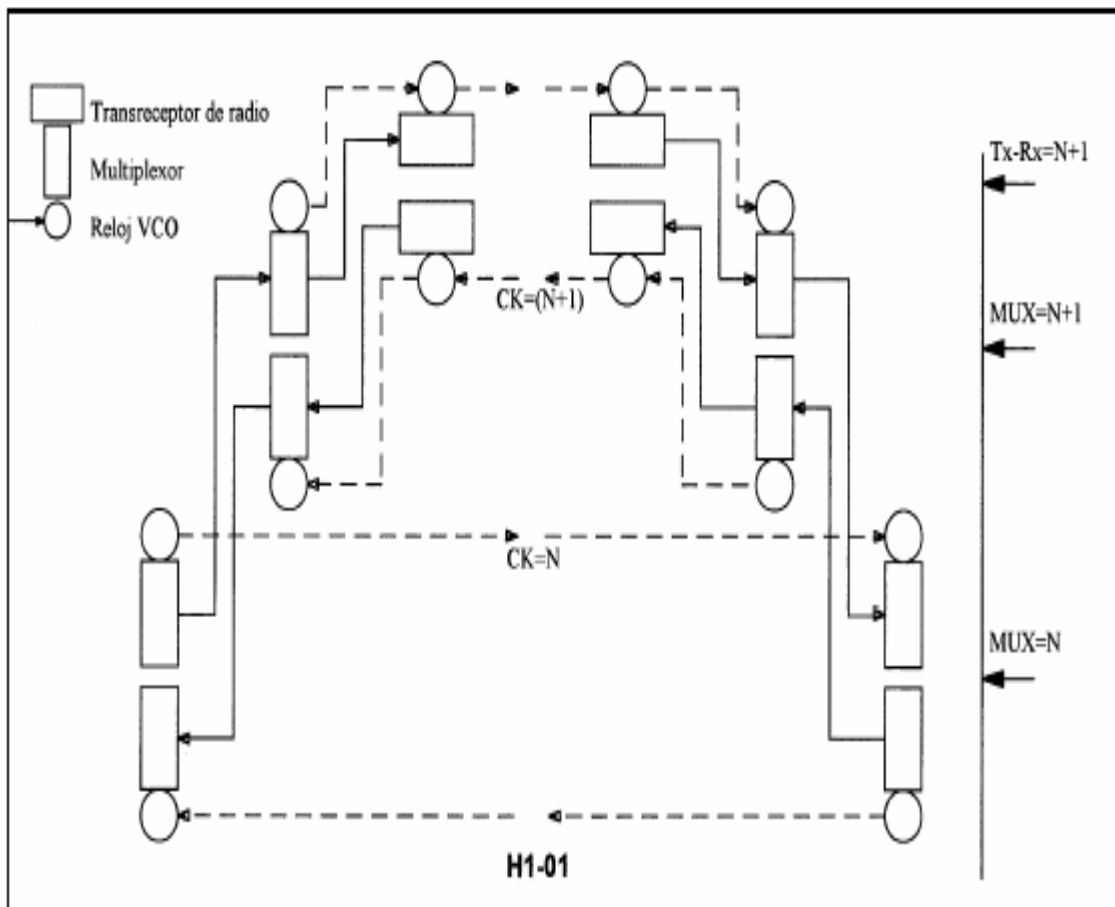


Figura. 1.30. Multiplexación PDH

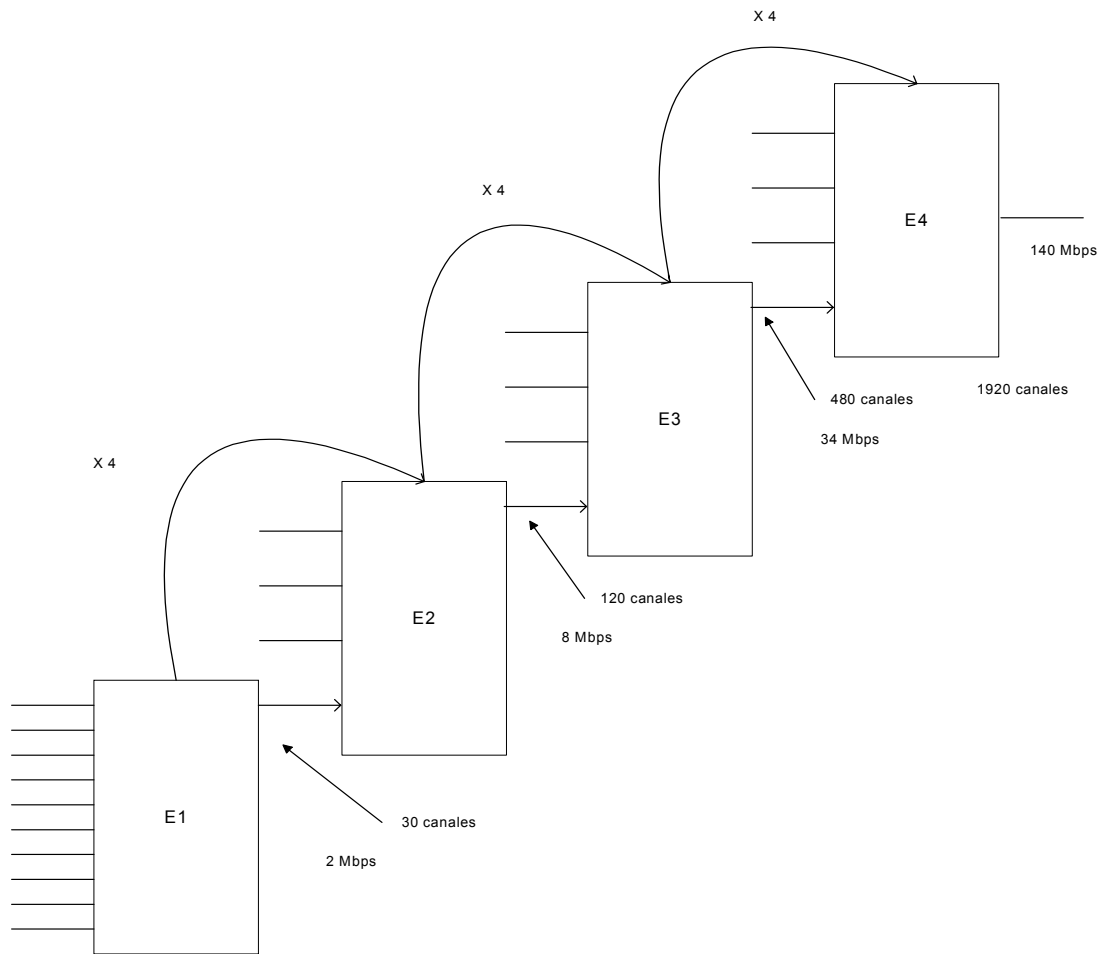


Figura. 1.31. Jerarquía PDH

1.6.1. Características de PDH

- El primer nivel se logra por medio de intercalar bytes (Byte Interleaving)
- Los niveles restantes se logran por medio de intercalar bits
- La duración de las tramas no es la misma para 2M, 8M, 34M, 140M
- El sincronismo de tramas se obtiene mediante una señal de alineación de trama (FAS)
- No todas las interfaces están estandarizadas
- Gestión propietaria

	2048 Kbps	8448 Kbps	34368 Kbps	139268 Kbps
Período de la trama (μs)	125	100.38	44.6927	21.024
Bits/ Trama	256	848	1536	2928

Tabla. 1.4. Jerarquía PDH: Capacidades

1.6.2 Jerarquía PDH: velocidades y capacidad

E0: 64Kbps → 4 Kbps

E1: 2.048 Mbps → 32 E0

E2: 8.448 Mbps → 128 E0

E3: 34.368 Mbps → 16 E1

E4: 139.264 Mbps → 64 E1

El modelo de multiplexación se muestra en el siguiente diagrama.

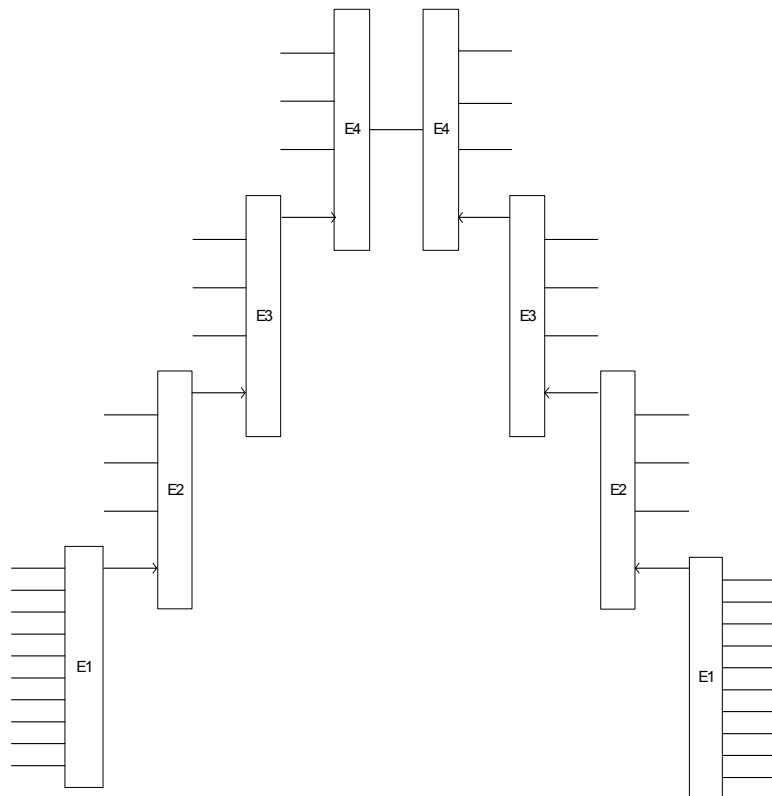


Figura. 1.32. Proceso de Multiplexación y de-multiplexación

Por cuanto los relojes de las entradas no son los mismos, a la salida se añaden bits de relleno para completar una señal de 8448000 bps para el caso de multiplexación de 4 E1's y tener como resultado un E2, tal como se indica en la siguiente figura.

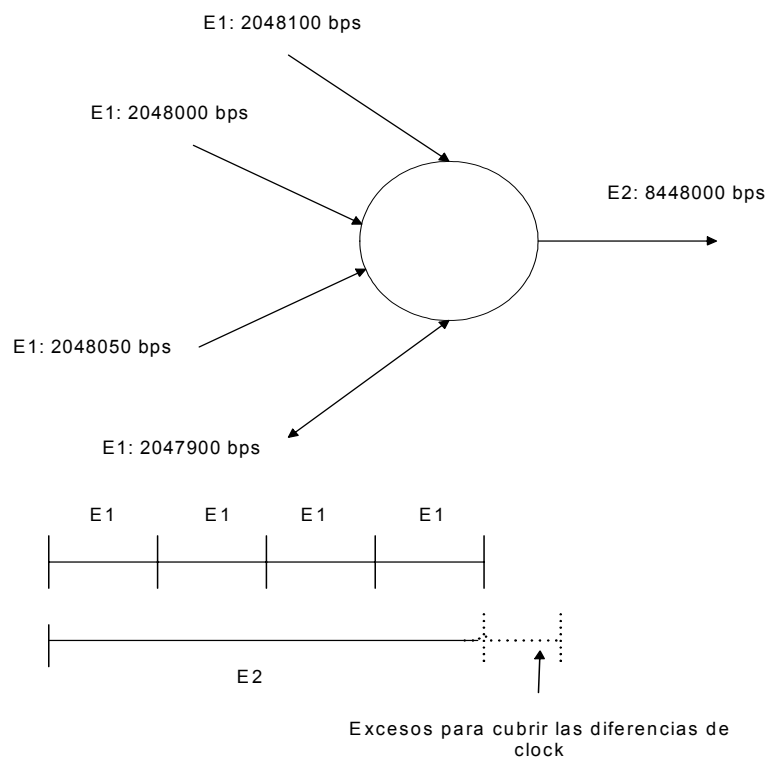


Figura. 1.33. Sincronización plesiócrona

1.7 TECNOLOGIA SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

1.7.1 Introducción

SDH es un estándar internacional para redes ópticas de telecomunicaciones de alta capacidad, por tanto, es un sistema de transporte digital sincrónico diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica y flexible para redes de telecomunicaciones.

1.7.2. Principios básicos

El CCITT en 1988, basado en la primera parte de la norma SONET, elaboró la SDH con el mismo principio de multiplexado sincrónico y capacidad de reserva. Se definió la primera jerarquía de velocidad sincrónica como STM-1 (Synchronous Transport Module, Módulo de Transporte Sincrónico)

STM-1 = 155.520 Mbps.

Este valor coincide con el triple de STS-1 de la red SONET

STM – 1 = 3 x 51.84 Mb/s = 155.52 Mb/s

STM – 4 = 622.08 Mb/s

STM- 16 = 2488.32 Mbps (aproximadamente 2.5 Gbps)

Básicamente la formación de la señal sincrónica es la que se muestra en la figura 1.34:

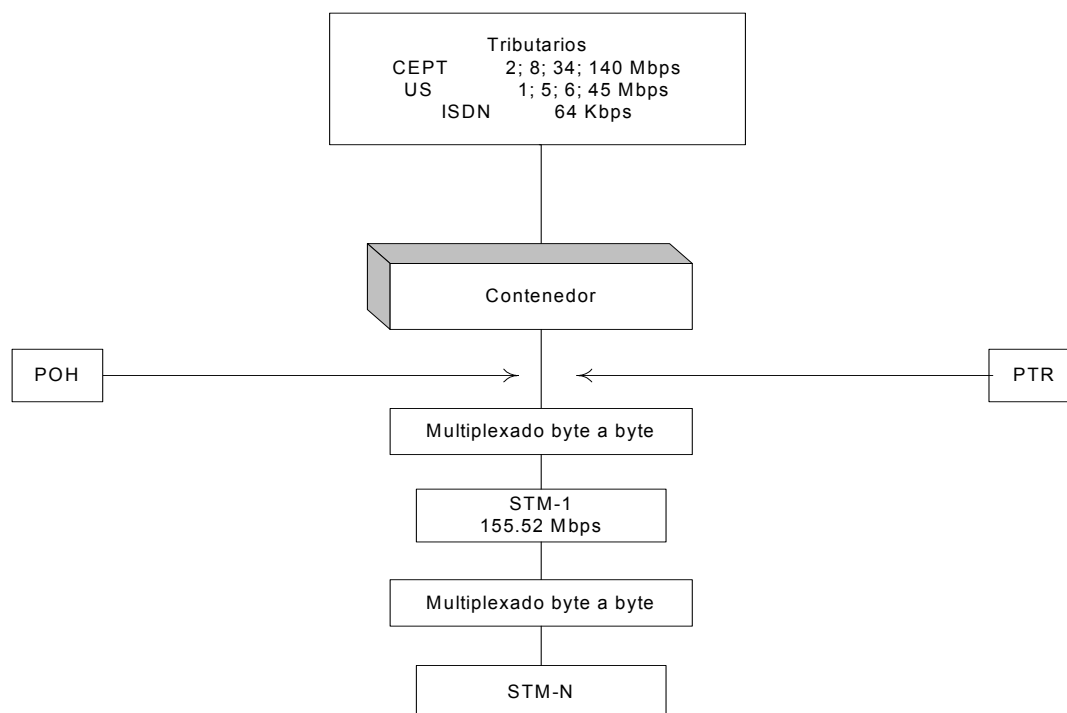


Figura. 1.34. Formación de la Señal Sincrónica

Los tributarios (sincrónicos o plesiócronicos) se acomodan en un contenedor C (Container) que es distinto para cada velocidad. A cada contenedor se le agrega un encabezado o sobrecapacidad de reserva llamada tara de trayecto (TTY) o POH (Path Overhead) para operación, administración y mantenimiento, y un puntero, PTR, formándose lo que se conoce como unidad tributaria TU (Tributary Unit). Finalmente las TU son multiplexadas byte a byte (cada uno equivale a 64kb/s) y con el agregado de información adicional de administración de la red, se forma el módulo STM-1.

Si se desea niveles superiores, basta con volver a multiplexar byte a byte (por simple intercalación) N módulos STM-1, para obtener STM-N.

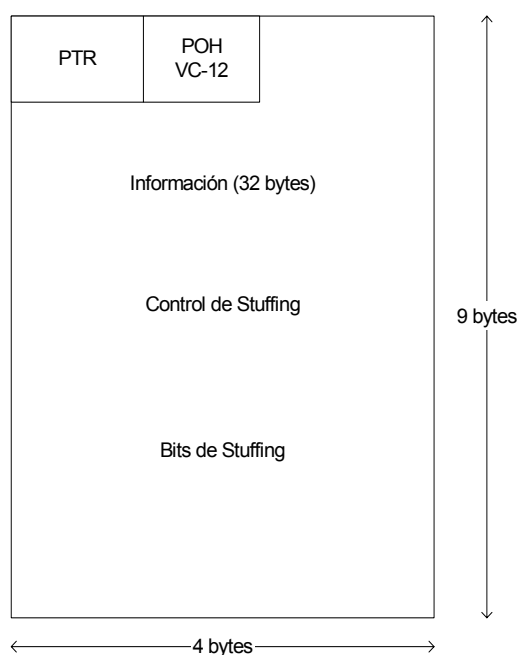


Figura. 1.35. Estructura de la Trama SDH

1.7.3. Ensamble del contenedor y formación de la estructura múltiple

De acuerdo con el tipo de señal a ser multiplexada, existen diferentes contenedores y formación de las tramas o Unidades Administrativas, tal como se indica en las dos figuras 1.36 y 1.37.

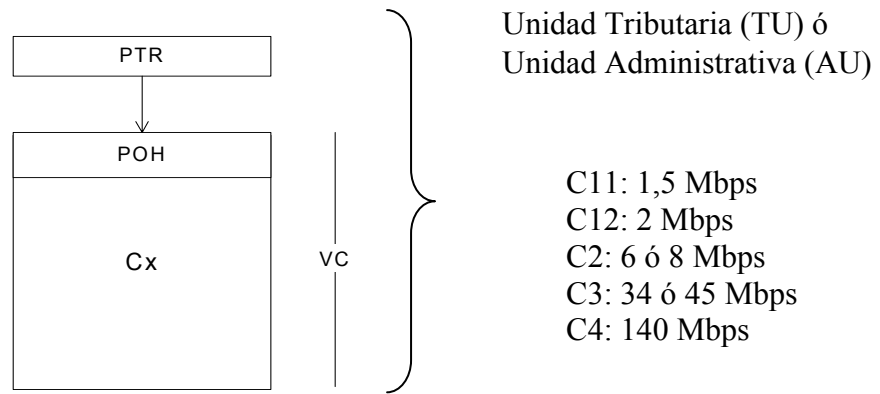


Figura. 1.36. Unidades de la Trama SDH

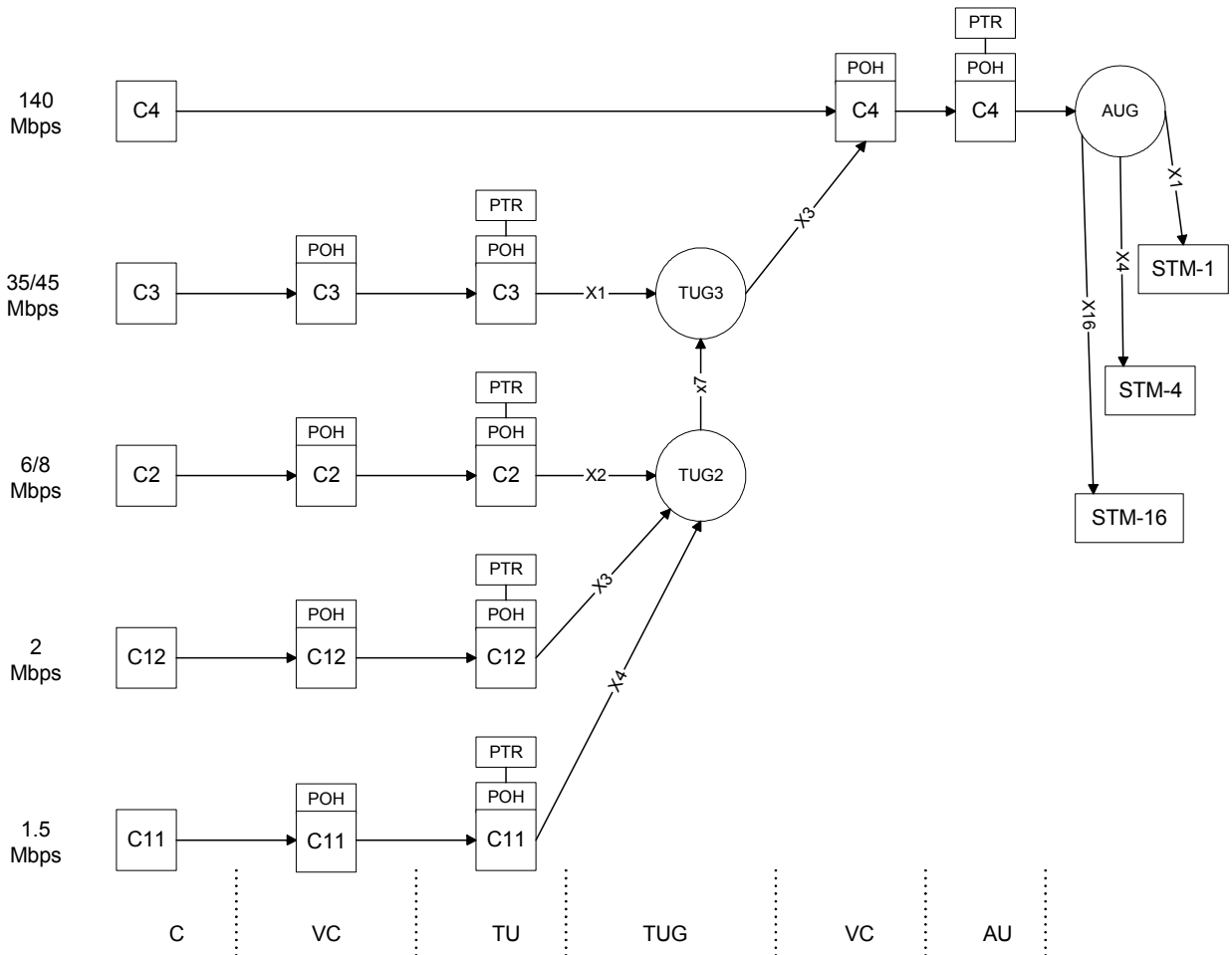


Figura. 1.37. Tipos de Contenedores para formar la Unidad Administrativa

La figura 1.38 muestra el proceso de ensamble del contenedor, los tipos de contenedores y las velocidades correspondientes.

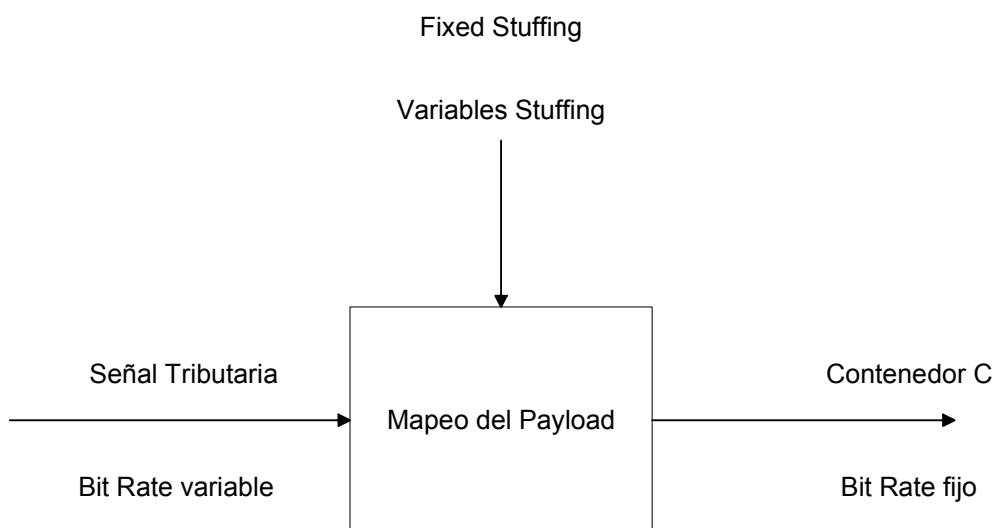


Figura. 1.38. Ensamble del Contenedor

Tributario (Mbps)	Offset máximo	Container bit rate (Mbps)	Nombre
1.544	±50 ppm	1.600	C11
2.048	±50 ppm	2.176	C12
34.368	±20 ppm	36.864	C3
47.736	±20 ppm	48.384	C3
139.260	±15 ppm	149.760	C4

Tabla. 1.5. Tipos de velocidades y contenedores

1.7.4. Componentes de las redes SDH

1.7.4.1. **LMT** = Line Terminal Multiplexer, combina señales PDH y SDH para dar señales de mayor jerarquía

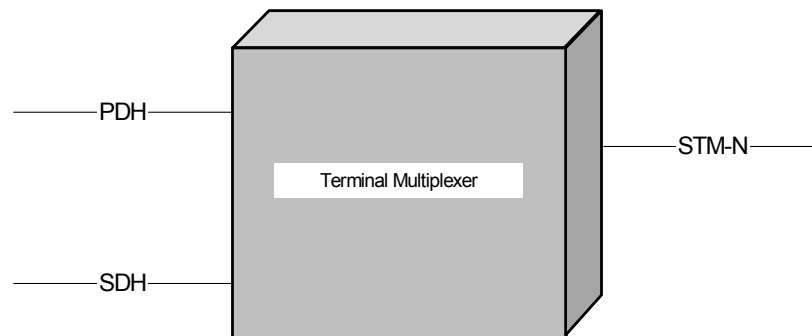


Figura. 1.39. LMT

1.7.4.2. **ADM** = Add Drop Multiplexers, se insertan y extraen señales PDH ó SDH a estructuras de mayor velocidad. Es posible construir anillos y tener así protección.

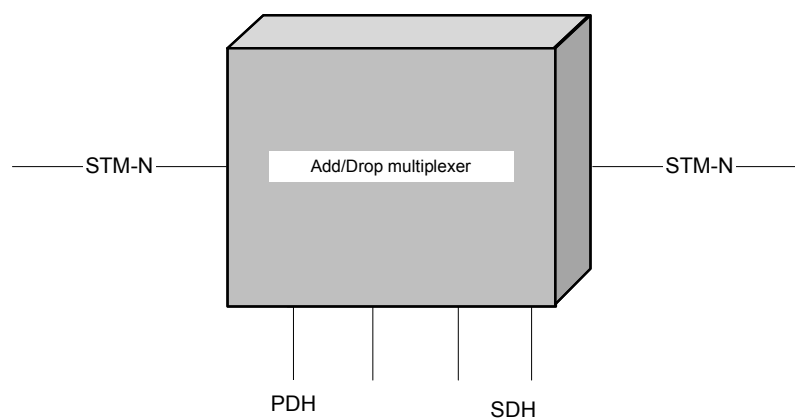


Figura. 1.40. ADM

1.7.4.3. DXC = digital Cross Connects, permite el mapeo de señales PDH a contenedores virtuales y también al switcheo de contenedores.

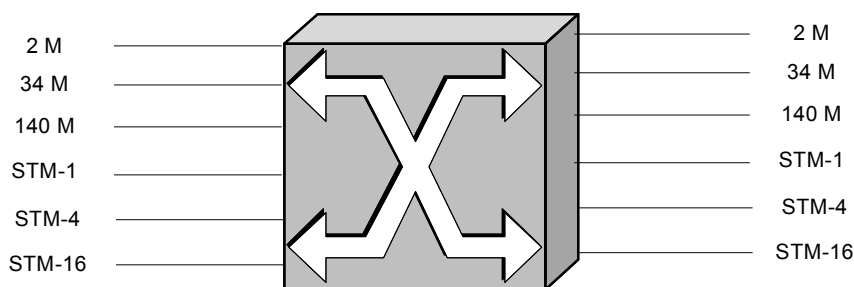


Figura. 1.41. DXC

1.7.4.4. Regeneradores Regeneran las señales recibidas

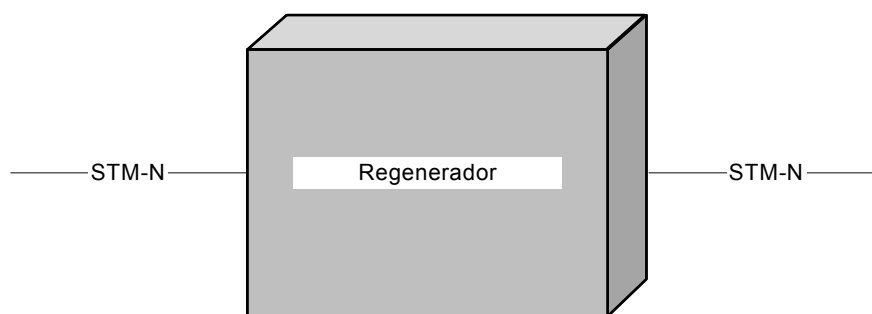


Figura. 1.42. Regeneradores

1.7.5. Stuffing

Como se indica en la figura del ensamble del contenedor el proceso de stuffing puede ser variable o fijo:

- Variable
 - Ciertas posiciones dentro del container se definen como posiciones de stuffing variable.
 - Esto permite adaptarse a variaciones de velocidad de la señal plesiócrona
 - Indicador de stuffing → indica si el bit es un bit de información ó un bit de stuffing
- Fijo
 - Se agregan bits vacíos para completar el container hasta la medida estándar
 - Las posiciones de cada bit de stuffing son conocidas

1.7.6. Mapeo

Para la generación del contenedor existen dos tipos de mapeo:

- Asíncrono.- Es el proceso de mapeo que comienza en un punto arbitrario de la trama de 2 Mbps. Un canal de 64 Kbps sólo puede localizarse luego de la detección y sincronización a la Señal de alineamiento de Trama (delay adicional)
- Byte Síncrono.- La señal de alineamiento de Trama de la trama de 2 Mbps aparece en un punto fijo del contenedor, permite el acceso fácil a un canal de 64 Kbps.

El mapeo tiene dos modos de operación que son:

Modo Flotante .- En este modo cada VC se puede mover libremente con relación al contenedor VC-4, esto se logra por medio de punteros asignados a cada VC.

Modo "Lockeado" .- En este modo cada contenedor es multiplexado en una posición fija en el VC-4, no se necesitan punteros para localizar contenedores individuales.

1.7.7. Diferencias PDH-SDH

PDH	SDH
Una trama especial para cada etapa de multiplexado	La misma estructura de trama para todas las etapas de multiplexado
Multiplexado asíncrono	Multiplexado síncrono (punteros)
Multiplexado por bit (salvo el primer nivel)	Multiplexado por byte
Se accede a los canales individuales mediante demultiplexado	Se accede a los canales individuales a través de la evaluación del puntero
Las velocidades mayores a 140 Mbps no están estandarizadas	Estandarización completa de todas las jerarquías
Plesiócrona	Síncrona
Adaptación de tiempo justificación positiva de bits	Adaptación de tiempo justificación positiva-cero-negativa de byte

Tabla. 1.6. Diferencias entre PDH y SDH

1.7.8. Estrategias de migración

Para la evolución desde PDH a SDH existen tres estrategias de migración, cada uno con sus ventajas y desventajas, sin embargo a veces es necesario adoptar estrategias mixtas.

- TOP-DOWN (método de capa o nivel)
- BOTTOM-UP (método de rama o isla)
- PARALLEL (método de extensión (overlay))

1.7.8.1. Método de Capa

Consiste en introducir SDH a nivel de supernodos, conectando un grupo de nodos PDH con sistemas SDH STM-4 o STM-16. La interconexión a una red PDH es a través de un gateway, que por lo general es un cross-connect de banda amplia con interfaces de 140 o 155 Mbps; luego se debe convertir la próxima capa a SDH, eliminando los puentes.

1.7.8.2. Método de isla

Se instala SDH a niveles bajos e intermedios de la red, proveyendo islas de SDH para brindar mejor servicio a centros financieros, centros de comercio, etc., como en el caso anterior es necesario utilizar gateway de banda ancha WDCS interconectando sistemas de transporte STM-1 a través de interfaces de 155 Mbps para conectarse con la red PDH.

1.7.8.3. Método de paralelo

El SDH es instalado para extender la red PDH por algunos nodos con el objetivo de implementar nuevos servicios como videoconferencia, interconexión de LANs, etc. y aprovechar al máximo todas las funciones del SDH.

Por lo tanto SDH ofrece dos beneficios principales:

1. Gran flexibilidad de configuración en los nodos de la red
2. Permite aumentar las posibilidades de administración tanto del tráfico como de los elementos de la red.

Esto hace que una red pueda ser llevada desde su estructura de transporte PDH pasiva a una que activamente transporte y administre información.

Entre las características más importantes de SDH están:

- Tratamiento a nivel de Bytes
- Duración de la trama uniforme (125 μ s)
- Utilización de Punteros
 - Para identificar las tramas de los tributarios
 - Para adaptación de velocidades (justificación)
- Canales de Servicio y supervisión de gran capacidad

1.7.9. Jerarquía SDH

Bit Rate	SDH	Capacidad
51.84 Mbps	STM-0	21 E1
155.52 Mbps	STM-1	63 E1 ó 1 E4
622.08Mbps	STM-4	252 E1 ó 4 E4
2488.32 Mbps	STM-16	1008 E1 ó 16 E4
9953.28 Mbps	STM-64	4032 E1 ó 64 E4
39813.12 Mbps	STM-256	16128 E1 ó 256 E4

Tabla. 1.7. Jerarquía SDH

1.7.10. Ventajas de SDH

- Menor cantidad de pasos de multiplexación (y equipos)
- Menor interfases de transmisión y equipos
- Posibilidad de transportar y mezclar señales de diferentes jerarquías PDH en un único STM-1

- Canales de operación y mantenimiento integrados
- Realización de redes flexibles con el uso de ADM y DXCs
- Reducción de costo de los equipos
- Permite esquemas de protección y topologías de anillos.

1.7.11. CONFIGURACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE SDH DE ANDINATEL

CÓMO ESTA CONFIGURADA LA RED DE TRANSPORTE SDH ?

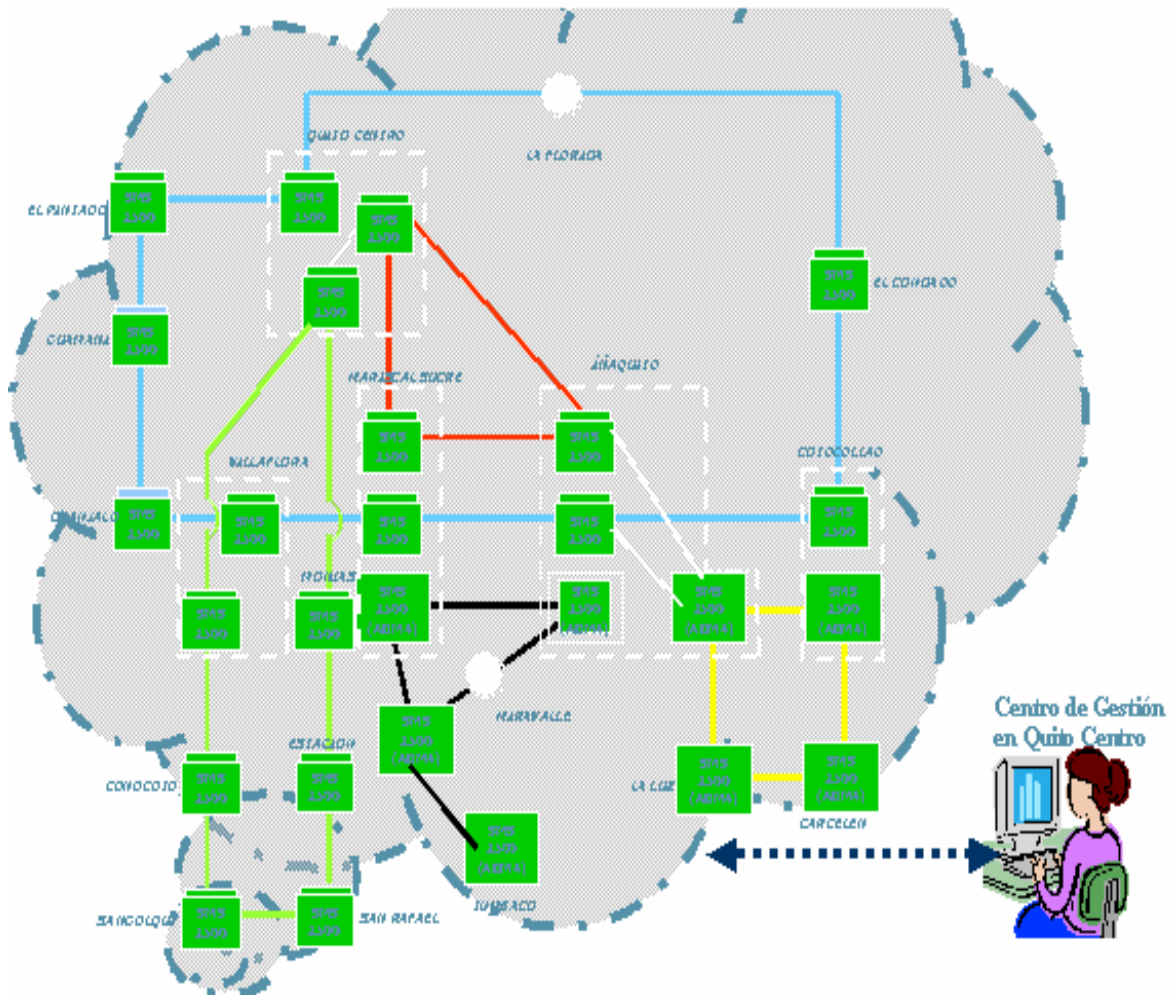


Figura. 1.43. Configuración de la Red de Transporte de Andinatel S.A.

1.7.12. Beneficios del sistema SDH

Entre los beneficios que se pueden citar son:

- Disminución de costos de operación y mantenimiento, incremento de la disponibilidad y calidad de los servicios transportados.
- Gracias a la configuración en anillo, el tráfico se encuentra protegido por una ruta alternativa entre las diferentes centrales telefónicas, alcanzando con esto que los clientes de ANDINATEL estén comunicados permanentemente, evitando las molestias y pérdidas económicas que ocasiona la interrupción del servicio telefónico y de datos
- Reducción de mensajes de “central de destino congestionada” hacia los usuarios debido al modo de protección del tráfico cursado entre las diferentes centrales telefónicas.
- Respuesta inmediata a mensajes de alarmas y condiciones cambiantes de la red con evaluaciones en tiempo real debido al sistema de gestión centralizado que permite el monitoreo de toda la red instalada a través de una sola computadora.
- ANDINATEL S.A. dispone de una plataforma de transporte considerada como una autopista que permite cursar información a gran velocidad y diversos servicios como es los nodos ATM y las Redes de Acceso.
- La fibra óptica de última generación utilizada, permitirá una fácil y rápida adaptación a futuras tecnologías de transporte como WDM.

La teoría de SDH se encuentra explicada a mayor detalle en el anexo 1.



Figura. 1.44. Equipos SDH

CAPÍTULO II

TECNOLOGÍAS DE ACCESO

Este capítulo tiene como finalidad tratar la teoría de las tecnologías de acceso mayormente utilizadas como son XDSL e ISDN, debido a que se pretende realizar el diseño para lograr integrar estas dos tecnologías sobre una misma plataforma en los nodos de acceso de Andinatel S.A., así como se debe estudiar los protocolos de señalización V5.X que son los empleados en dichos nodos.

Además es fundamental conocer el funcionamiento de ATM, debido a que puede soportar las aplicaciones, transportando voz, datos y video, ya que es una red de gran capacidad. ADSL es una tecnología que acceso cuyo tráfico de datos se transporta sobre ATM, es decir, un DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer que es un switch ATM) que de este se debe conectar a la red por medio del ATM. Como se muestra en la siguiente figura 2.1:

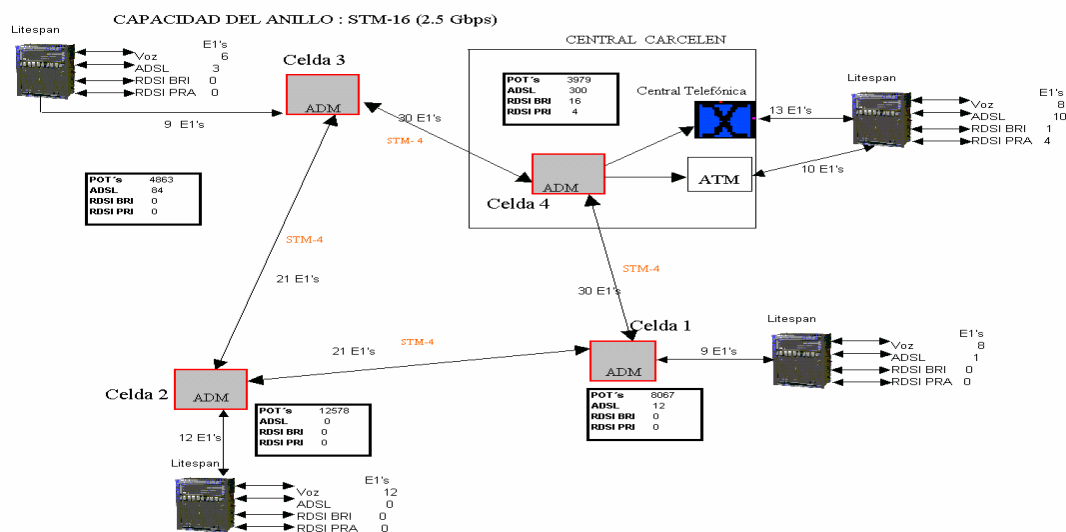


Figura 2.1 Anillos de los Nodos de Carcelén

2.1. XDSL

La tecnología DSL, Digital Subscriber Line (Línea Digital de Abonados) suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, permitiendo acceder al Internet de forma rápida tan solo con el empleo de las líneas telefónicas. Además el acceso remoto a las diferentes Redes de área local (LAN), videoconferencia, y Sistemas de Redes Privadas Virtuales (VPN).

xDSL esta formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red, es decir son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

Por lo tanto xDSL es una tecnología "MODEM-Like" (muy parecida a la tecnología de los módem), donde es requerido un dispositivo xDSL terminal en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujo de datos, en formato digital, y lo sobrepone a una señal análoga de alta velocidad. Las tres técnicas de modulación usadas actualmente para xDSL son 2B1Q (2 Bit, 1 Quaternary), "carrier-less amplitude phase modulation" (CAP) y "discrete multitone modulation" (DMT).

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS TÉCNICAS XDSL

Existen algunas tecnologías de xDSL que pueden ser modelos teóricos o pueden ser usados como estándar:

2.1.2. IDSL (ISDN Digital Subscriber Line)

Proporciona a la tecnología del DSL sobre líneas del ISDN. Los circuitos de IDSL llevan los datos (no voz) y las tarifas de la transmisión están casi como el ISDN. El servicio de IDSL permite velocidades de 128Kbps o 144Kbps.

2.1.3. SDSL (Symetric Digital Subscriber Line)

DSL simétrico, con sus datos de apoyo clasifica hasta 3 tarifas de datos de Mbps para el tráfico superior y en sentido descendiente. SDSL se desarrolla sobre todo en Europa, es similar a HDSL y su tasa de transferencia es muy baja y se encuentra en 1.544 Kbps

2.1.4. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

DSL asimétrico que utiliza diferentes anchos de banda de subida y de bajada en la transmisión de datos. Ver con más detalles en numeral 2.2

2.1.5. RADSL (Rate adaptive Digital Subscriber Line)

Tiene como ventaja que puede ajustarse de forma dinámica a las condiciones de la línea y su longitud ajusta a la velocidad de acceso de acuerdo a las condiciones de la línea. Funciona en los mismos márgenes de velocidad que ADSL y se dice que es una evolución de ADSL

2.1.6. VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line)

Es un desarrollo moderno de ADSL y una de las más rápidas de las tecnologías xDSL, es capaz de transportar datos a velocidades entre 51 Mbps y 55 Mbps, por lo que se trata de un tipo de conexión también asimétrica.

2.1.7. HDSL (High Speed Digital Subscriber Line)

Es simétrica y bidireccional. Se implementa principalmente en las PBX. Esta orientado básicamente a las empresas. La capacidad máxima de las HDSL es de 2,320 Kbps en cada una de las direcciones de transmisión.

2.1.8. UDSL (Unidirectional Digital Subscriber Line)

Es una propuesta unidireccional de HDSL, de modo que sólo existe una dirección de transmisión, eso sí al doble de velocidad.

2.1.9. MODULACION DE XDSL

XDSL emplea tres tipos básicos de modulación que son:

- 2B1Q (dos –binario, uno cuaternario)
- CAP (Carrier – less amplitude modulation)
- DMT (Discrete multi-tone modulation)

2.1.9.1. 2B1Q (dos –binario, uno cuaternario)

Es un tipo de codificación de línea, en el que los bits son codificados de 1 a 4 niveles para la transmisión.

Los demás tipos de modulación son explicados con más detalle en el numeral de ADSL 2.2.5

	Modulación	Downstream	Upstream	Dist. Máx.	Voz
IDSL	2B1Q	56,64,128,144kbps	56,64,128,144kbps	1 km	No
HDSL	2B1Q	2Mbps	2Mbps	2 km	No
SDSL	2B1Q	160kbps-1'1Mbps	160kbps-1'1Mbps	3 km	No
ADSL	CAP	1'5Mbps-8Mbps	64-800kbps	3 Km.	Pasiva
R-ADSL	DMT	1'5Mbps-8Mbps	64-800kbps	2 Km.	Pasiva
VDSL	TBD	13Mbps-52Mbps	1'5Mbps-3Mbps	1km	Pasiva

Tabla. 2.1. Modulaciones xDSL

2.2. ADSL (ASYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

2.2.1 Introducción al ADSL

ADSL es una tecnología de banda ancha que permite que el ordenador reciba datos a una velocidad elevada, tan solo por una línea de teléfono convencional por medio de la modulación de la señal de datos utilizada por el ordenador.

Una de las características del ADSL, que ha contribuido a la utilización de esta tecnología al uso de Internet ha sido que se trata de un sistema asimétrico, en el cual la velocidad de transmisión en ambos sentidos no es el mismo. En una conexión a Internet normalmente la velocidad de transmisión de bajada suele ser mayor que la de subida.

En 1987 BEI Communications Research fue la que definió la primera especificación sobre la tecnología xDSL y fue la precursora del RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Esta tecnología se desarrollo en un principio para el suministro de video bajo demanda y aplicaciones de televisión interactiva. En 1989 se desarrollo la actual ADSL (Línea de abonado digital asimétrica).

2.2.2. Definición de ADSL

La tecnología ADSL logra que la línea de teléfono normal se convierta en una línea de datos de alta velocidad con conexión permanente. Por lo tanto se puede utilizar el teléfono con normalidad mientras el ordenador está permanentemente conectado a Internet a la máxima velocidad.

- ➔ Línea de abonado: Es la línea telefónica que todos los domicilios poseen. ADSL se instala sobre esa línea sin necesidad de una nueva.

- ➔ Digital: ADSL emplea técnicas de codificación digital sobre una línea telefónica (analógica), de ese modo la velocidad de transmisión de datos es alta

- ➔ Asimétrica: ADSL tiene “asimetría” en la transmisión y por eso el ancho de banda dedicado para recibir datos es siempre superior al que se destina a enviar datos.

2.2.3. Funcionamiento del ADSL

El ADSL es una técnica de modulación de la señal que permite una transmisión de datos a gran velocidad a través de un par de hilos de cobre (conexión telefónica).

Una diferencia entre el esquema de modulación empleado por ella y las usadas por los módems en banda vocal (V.32 a V.90), es que estos últimos sólo transmiten en la banda de frecuencias usada en telefonía (300 Hz a 3400 Hz), mientras que los módems ADSL operan en un margen de frecuencias mucho más amplio que va desde los 24 KHz hasta los 1104 KHz, aproximadamente. Esto hace que el ADSL pueda coexistir en un mismo lazo de abonado con el servicio telefónico, pues no se solapan sus intervalos de frecuencia, cosa que no es posible con un módem convencional pues opera en banda vocal, la misma que la telefonía, lo que constituye otra diferencia de gran importancia.

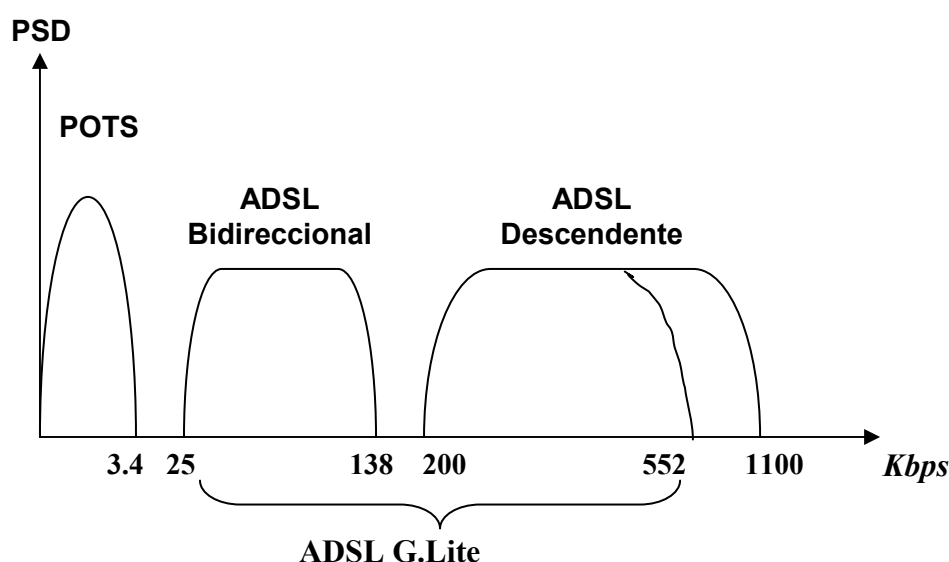


Figura. 2.2. Canales utilizados en ADSL y ADSL G.Lite para voz y datos

La figura 2.2. muestra los canales utilizados en ADSL y ADSL G.Lite para voz y datos.

En la figura 2.3. se muestra un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende. En dicha figura se observa que además de los módems situados en el domicilio del usuario (ATU-R o ADSL Terminal Unit-Remote) y en la central (ATU-C o ADSL Terminal Unit-Central), delante de cada uno de ellos se ha de colocar un dispositivo denominado "splitter" (divisor), el cual esta formado por un filtro pasa alto y un filtro pasa bajo.

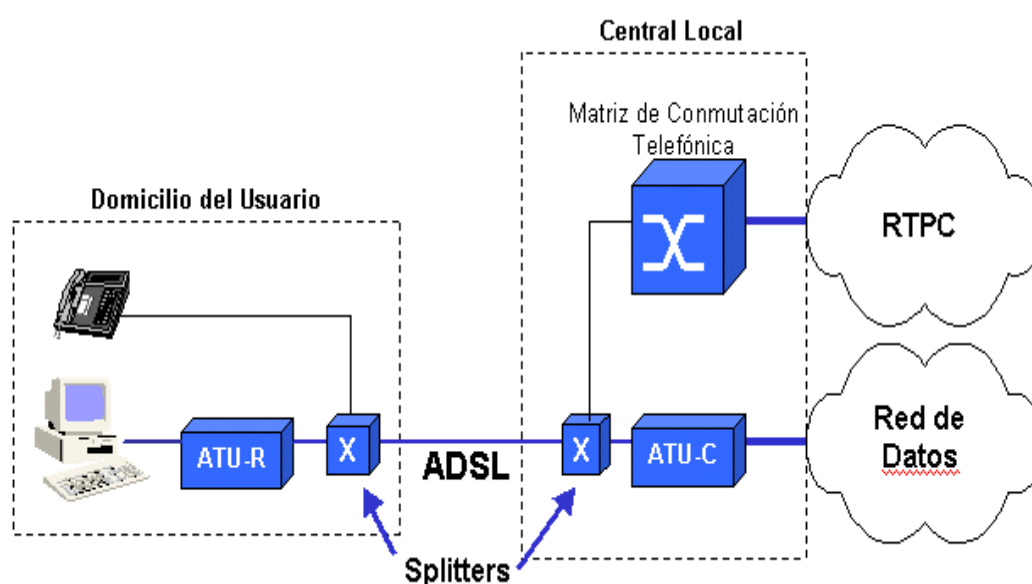


Figura. 2.3. Enlace ADSL

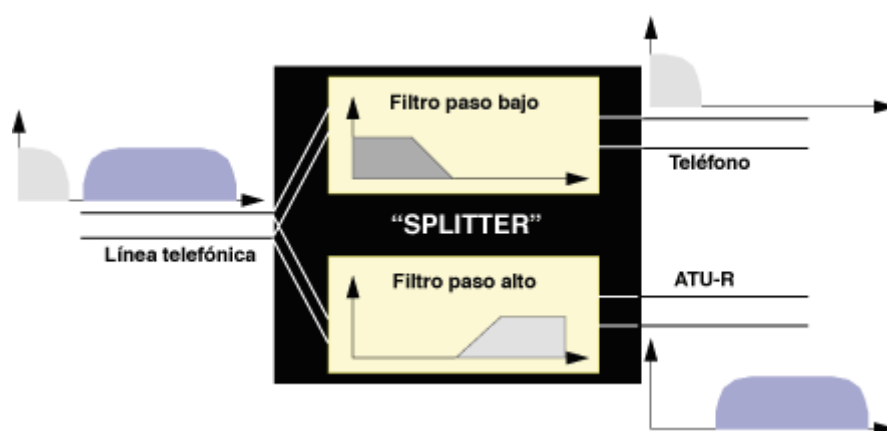


Figura. 2.4. Funcionamiento del Splitter

2.2.4. Hardware Necesario para la Conexión.

2.2.4.1. Requisitos del ordenador:

La línea de ADSL tiene que conectarse a un ordenador que puede ser un PC que debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Procesador a 233 MHz.
- 32 Mbytes de memoria RAM.
- Sistema operativo Windows 95 (PC).

En el caso de emplear un MODEM externo, el ordenador debe tener una tarjeta de conexión Ethernet de tipo 10 BaseT o un cable USB-Ethernet



Figura. 2.5. MODEM Externo

En el caso de un MODEM interno es necesario que el equipo cuente con un slot PCI libre.



Figura. 2.6. MODEM Interno

2.2.5. Tipos de modulaciones

2.2.5.1. CAP (Carrier – less amplitude modulation)

Este tipo de modulación esta basada en QAM para xDSL, de costos bajos y con una velocidad de 1.544 Mbps. Básicamente divide la señal modulada en segmentos que después se almacena en memoria. La señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información. La onda transmitida es la generada al pasar cada uno de estos segmentos por dos filtros digitales transversales con igual amplitud, pero con una diferencia de fase de $\pi/2$. En recepción se reensamblan los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada. De este modo, obtenemos la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

2.2.5.2 DMT (Discrete multi-tone modulation)

Consiste en el empleo de múltiples portadoras y no sólo una, que es lo que se hace en los módems de banda vocal. Cada una de estas portadoras (denominadas subportadoras) es modulada en cuadratura (modulación QAM) por una parte del flujo total de datos que se van a transmitir. Estas subportadoras están separadas entre sí 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada subportadora modulada es de 4 KHz. El reparto del flujo de datos entre subportadoras se hace en función de la estimación de la relación Señal/Ruido en la banda asignada a cada una de ellas. Cuanto mayor es esta relación, tanto mayor es el caudal que puede transmitir por una subportadora. Esta estimación de la relación Señal/Ruido se hace al comienzo, cuando se establece el enlace entre el ATU-R y el ATU-C, por medio de una secuencia de entrenamiento predefinida.

La técnica de modulación usada es la misma tanto en el ATU-R como en el ATU-C. La única diferencia consiste en que el ATU-C dispone de hasta 256 subportadoras, mientras que el ATU-R sólo puede disponer como máximo de 32. El algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (Transformada Rápida de Fourier Inversa) en el modulador, y en una FFT (Transformada Rápida de Fourier) en el demodulador situado al otro lado del enlace.

Estas operaciones se efectúan fácilmente por el núcleo del módem al desarrollarse sobre un DSP; las mismas se describen a continuación:

- El modulador del ATU-C, hace una IFFT de 512 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido descendente.
- El modulador del ATU-R, hace una IFFT de 64 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido ascendente.
- El demodulador del ATU-C, hace una FFT de 64 muestras tomadas de la señal ascendente que recibe.
- El demodulador del ATU-R, hace una FFT, sobre 512 muestras de la señal descendente recibida.

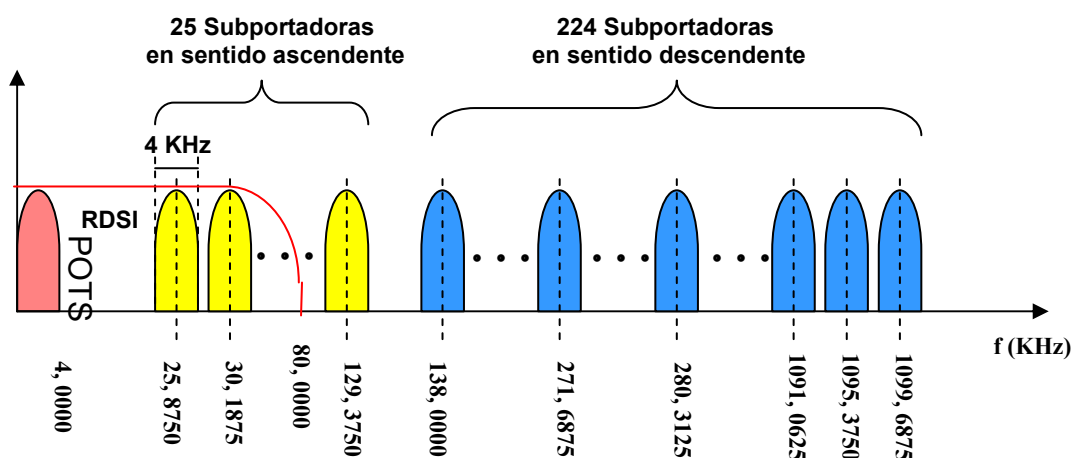


Figura. 2.7. Modulación ADSL DMT con FDM

En las Figuras 2.7. y 2.8. se han presentado las dos modalidades dentro del ADSL con modulación DMT: FDM y cancelación de ecos. En la primera, los espectros de las señales ascendente y descendente no se solapan, lo que simplifica el diseño de los módems, aunque reduce la capacidad de transmisión en sentido descendente, no tanto por el menor número de subportadoras disponibles como por el hecho de que las de menor frecuencia, aquellas para las que la atenuación del par de cobre es menor, no están disponibles. La segunda modalidad, basada en un cancelador de eco para la separación de las señales

correspondientes a los dos sentidos de transmisión, permite mayores caudales a costa de una mayor complejidad en el diseño.

Como se puede ver, los espectros nunca se solapan con la banda reservada para el servicio telefónico básico (POTS, Plain Old Telephone Service), y en cambio sí se solapan con los correspondientes al acceso básico RDSI. Por ello el ADSL y el acceso básico RDSI son incompatibles, aunque existen implementaciones que logran la compatibilidad.

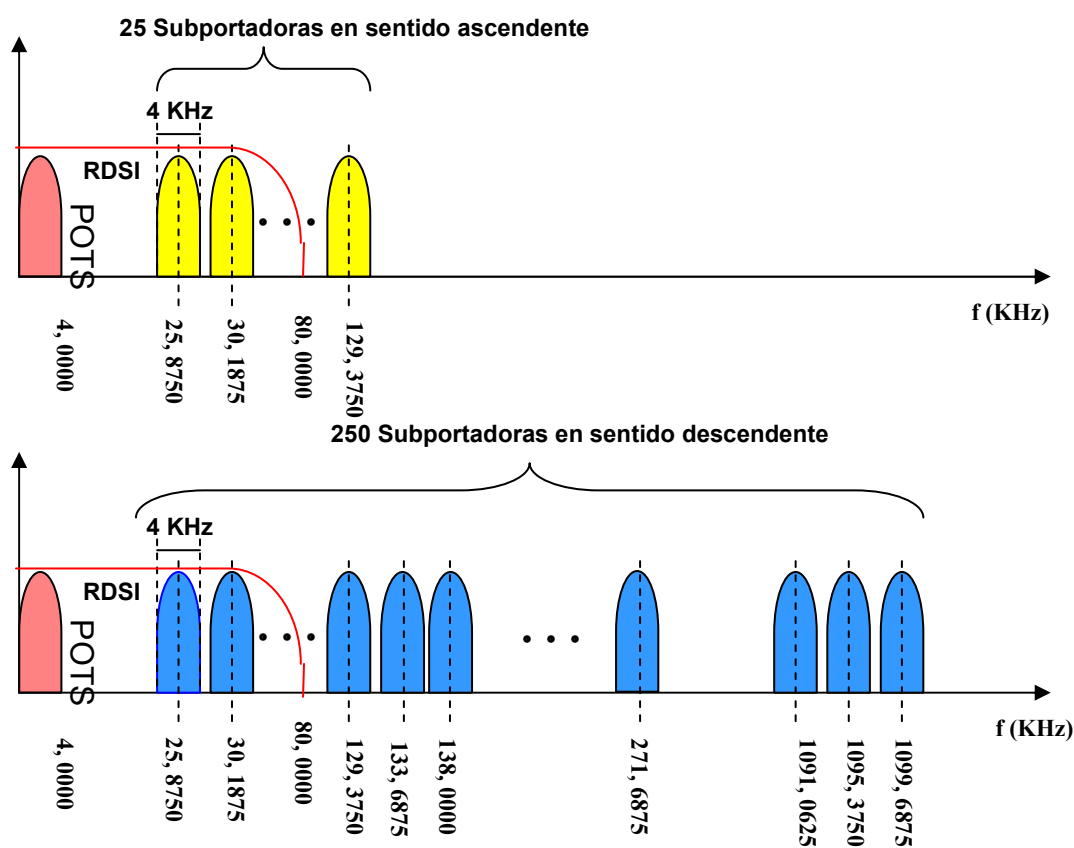


Figura. 2.8. Modulación ADSL DMT con cancelación de Eco

En un par de cobre la atenuación por unidad de longitud aumenta a medida que se incrementa la frecuencia de las señales transmitidas, y cuanto mayor es la longitud de la

línea, tanto mayor es la atenuación total que sufren las señales transmitidas. Ver figura Relación Caudal máximo- Distancia a la central

La atenuación de un par de hilos de cobre aumenta si el usuario se encuentra mas alejado de la central.

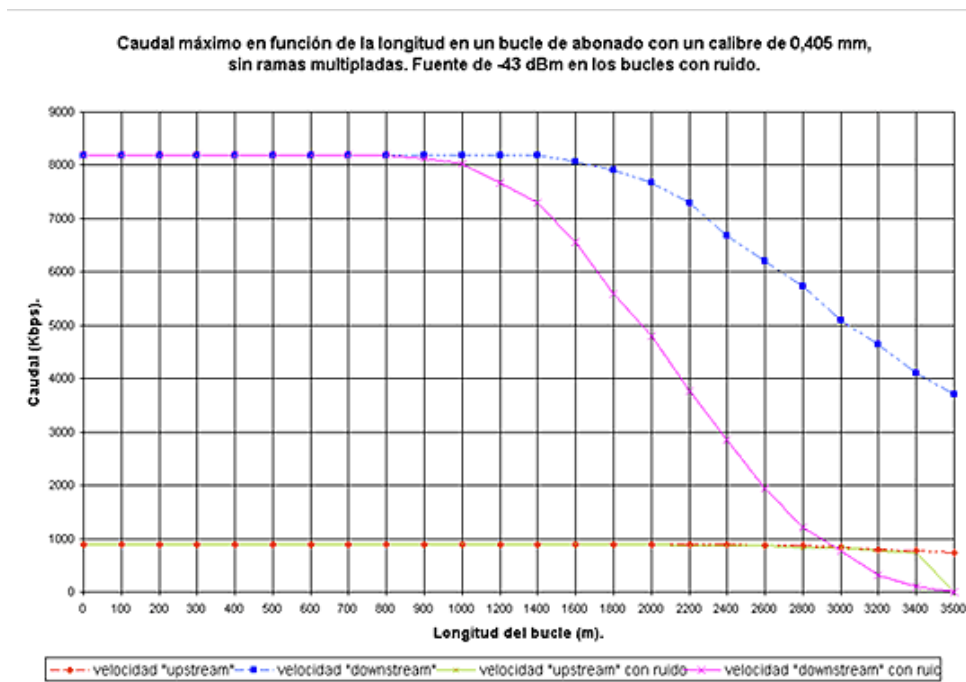


Figura. 2.9. Relación Caudal máximo – Distancia a la central

Hasta una distancia de 2.6 Km. de la central, en presencia de muy altos niveles de ruido (peor caso), se obtiene un caudal de 2 Mbps en sentido descendente y 0,9 Mbps en sentido ascendente. Esto supone que en la práctica, teniendo en cuenta la longitud media de la línea de abonado en las zonas urbanas, la mayor parte de los usuarios están en condiciones de recibir por medio del ADSL un caudal superior a los 2 Mbps. Este caudal es suficiente para muchos servicios de banda ancha, y desde luego puede satisfacer las necesidades de cualquier internauta, teletrabajador así como de muchas empresas pequeñas y medianas.

2.2.6. G.Lite

El estándar G.992.2 de la UIT, más conocido con el nombre G.Lite y que es un tipo de ADSL se diferencia de éste en que se sustituyen los splitters del lado del cliente por microfiltros conectados en serie con el teléfono, que actúan como filtros pasabajo por lo que su implementación se ve favorecida. Esto hace que el ancho de banda se vea limitado, soportando velocidades menores que ADSL, 1.536 Mbps y 512 Kbps en sentido descendente y ascendente respectivamente pero no requiere intervención en el lado del cliente del operador de telecomunicaciones. G.Lite soporta solo transporte ATM a diferencia del anterior que soporta tanto ATM como STM. En la actualidad, muchas de las computadoras presentes en el mercado integran módems G.Lite por lo que se ha extendido en gran medida su uso.

2.2.7. DSLAM

El DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) es un armario que contiene varios módems ATU-C, que concentra el tráfico de los abonados del ADSL hacia una red WAN.

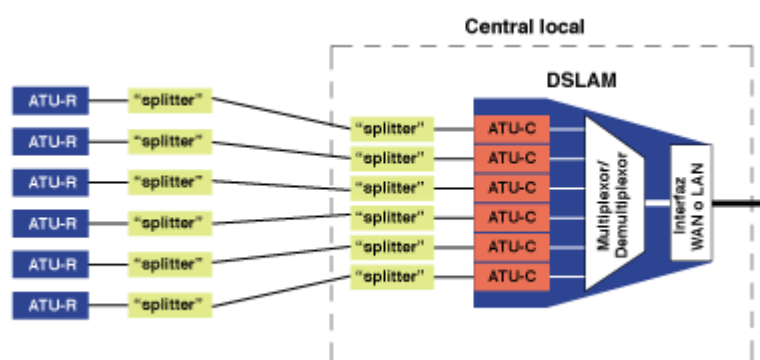
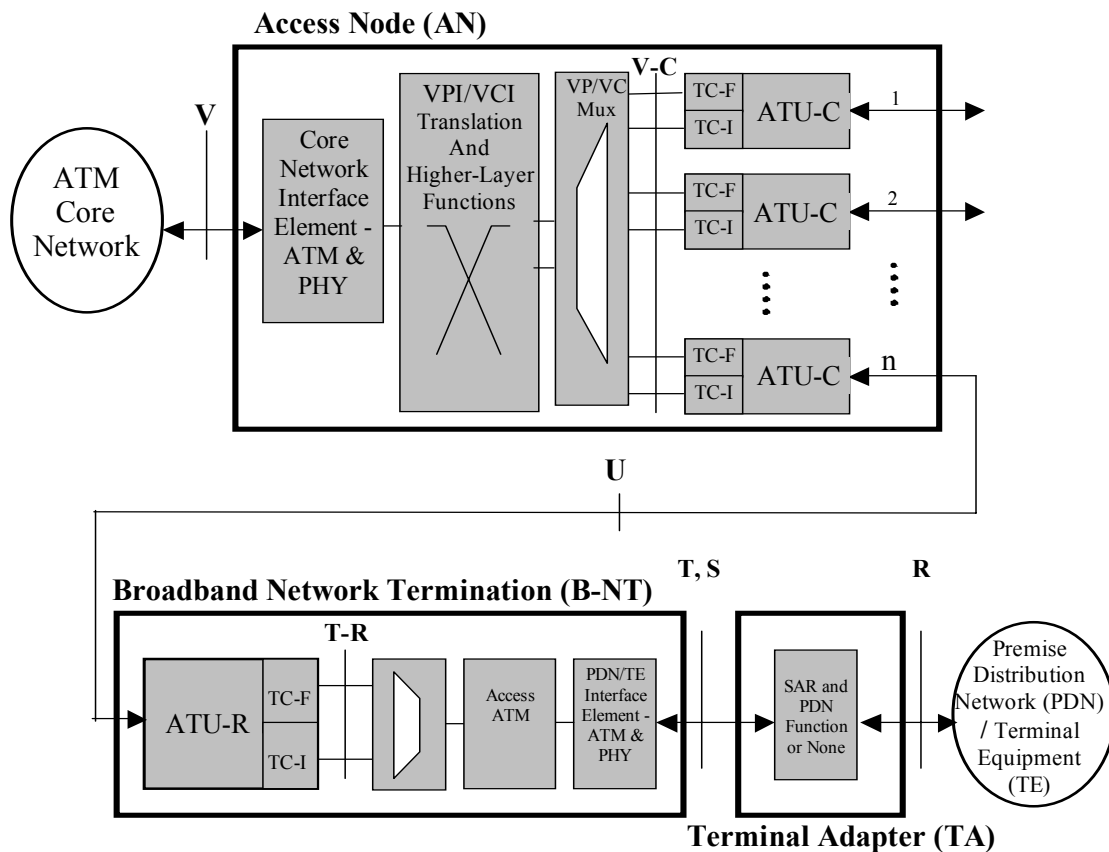


Figura. 2.10. Estructura de un armario DSLAM

2.2.8. INTEGRACION DE ATM Y ADSL

Para la solución de acceso de banda ancha, se pensó en el envío de la información en forma de celdas ATM sobre los enlaces ADSL y de esta forma se sacaría provecho a la gran velocidad de acceso del ADSL.

La siguiente figura muestra el modelo de referencia específico de ADSL para el modo ATM, el cual se asemeja del establecido para la RDSI pero con algunas diferencias.



TC-F: Convergencia de la Transmisión de la trayectoria Rápida.

TC-I: Convergencia de la Transmisión de la trayectoria de Entrelazado.

Figura. 2.11. Modelo de Referencia específico ADSL para el modo ATM

La interfaz V conecta la red de núcleo y el nodo de acceso (AN). Dentro del AN, una interfaz lógica llamada V-C, conecta las funciones individuales del ATU-C a las funciones correspondientes de capa ATM.

La interfaz U conecta los ATU-R individuales en la B-NT remota a los correspondientes ATU-Cs en el nodo de acceso.

La interfaz S y T, conecta el bloque Terminación de Red (NT) al equipamiento de distribución de red (PDN) o al Equipo Terminal (TE). Dentro de la NT, una interfaz lógica llamada T-R, conecta la función del ATU-R a la función de capa ATM.

La interfaz R, conecta el bloque Adaptador Terminal (TA) al PDN o TE no basado en ATM.

La información, ya sean tramas de vídeo MPEG2 o paquetes IP, se distribuye en celdas ATM, y el conjunto de celdas ATM así obtenido constituye el flujo de datos que modulan las subportadoras del ADSL DMT.

El ATM al permitir asignar el ancho de banda dinámicamente entre una serie de servicios constituye la mejor variante para integrarse con ADSL.

Si en un enlace ADSL se usa ATM como protocolo de enlace, se pueden definir varios circuitos virtuales permanentes (CVPs) ATM sobre el enlace ADSL entre el ATU-R y el ATU-C. De este modo, sobre un enlace físico se pueden definir múltiples conexiones lógicas cada una de ellas dedicadas a un servicio diferente. Por lo tanto, ATM sobre un enlace ADSL aumenta la potencialidad de este tipo de acceso al añadir flexibilidad para múltiples servicios a un gran ancho de banda.

Como IP está presente antes de la capa ATM, se han definido mecanismos QoS/CoS (Calidad de Servicio/Clases de Servicio)

Los estándares y la industria han impuesto mayormente el modelo de ATM sobre ADSL. En ese contexto, el DSLAM pasa a ser un conmutador ATM con múltiples interfaces, las interfaces WAN que pueden ser STM-1, STM-4, E3 u otras estandarizadas, y el resto ADSL-DMT (Ver en la figura 2.12). El núcleo del DSLAM es una matriz de conmutación ATM.

De este modo, el DSLAM puede ejercer funciones de control de parámetros y conformarlo sobre el tráfico de los usuarios con acceso ADSL.

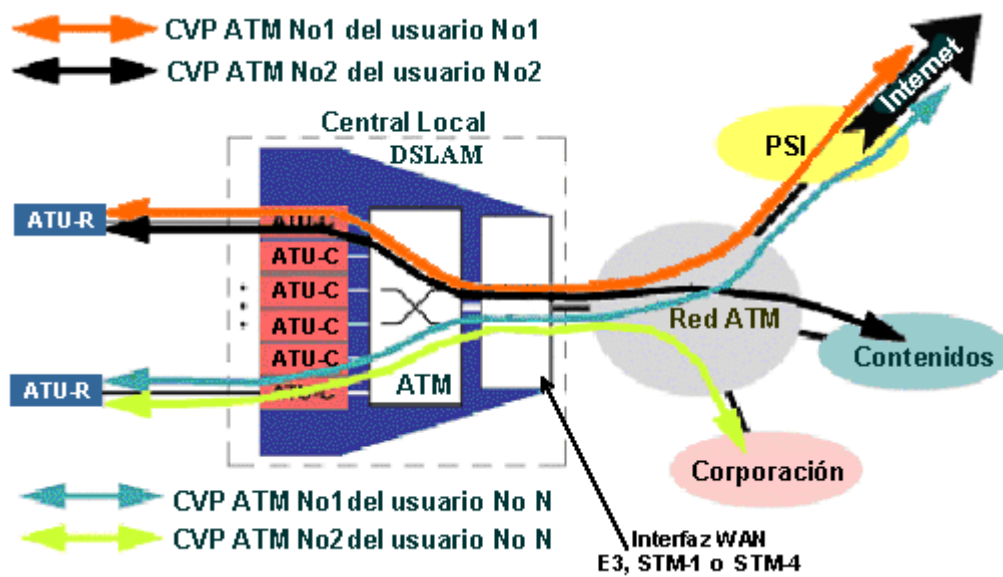


Figura. 2.12. DSLAM ATM

En la siguiente figura se muestra una aproximación de la torre de protocolos del ATM sobre ADSL.

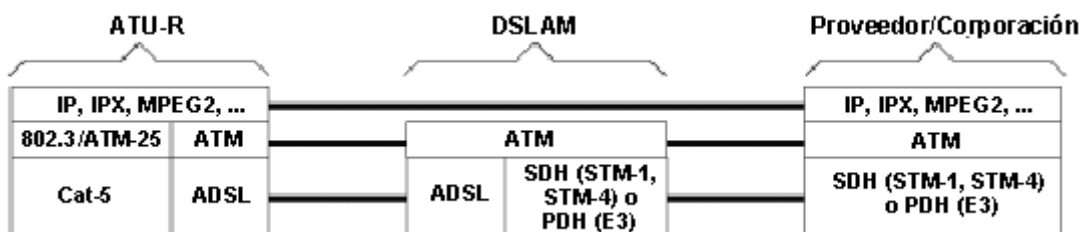


Figura. 2.13. Torre de protocolos de ATM sobre ADSL

En los módems ADSL se pueden definir dos canales:

- ‘Fast’: usado para comunicaciones por voz, más sensibles al retardo.
- ‘Interleaved’: usado para aplicaciones sensibles a la pérdida de información.

Para un mayor aprendizaje a continuación se presenta un resumen de ATM en el numeral 2.9.

2.2.9. Evolución de la red de acceso

Los módems actuales son capaces de transmitir a 8,192 Mbps en sentido descendente y 0,928 Mbps en sentido ascendente. Con la revolución de la red de acceso se ha logrado obtener redes de banda ancha multiservicio capaces de permitir el desarrollo y oferta de nuevos servicios

A continuación se muestra las distintas capacidades de transmisión que puede ofrecer cualquier operador de ADSL.

Modalidad	Velocidad de bajada	Velocidad de subida
ESTANDAR	256 Kbps	128 Kbps
CLASS	512 Kbps	128 Kbps
PREMIUM	2 Mbps	300 Kbps

Tabla. 2.2. Capacidades de Transmisión que ofrece un operador de ADSL

2.2.10. Comparación entre ADSL y operadores de Cable.

Posteriormente se estudiará la tecnología de Cable MODEM.



Tabla comparativa ADSL vs. Cable	ADSL	Cable
Canal hasta la central telefónica	Independiente 	Compartido 
Cableado adicional en el edificio	Sólo cableado interno. Aprovecha el cableado ya existente	Necesario
Cobertura	80% del territorio nacional	Parcial. Concentrada en zonas urbanas.
Velocidad independiente del número de usuarios	Si	No
Seguridad	Alta, al disponer de un cable independiente y exclusivo hasta la central	Baja, al compartir un mismo cable todos los vecinos pertenecientes a un área
Velocidad Descendente hacia el PC	256 Kbps-2 Mbps	150 Kbps-2Mbps
Velocidad Ascendente hacia Internet	128 Kbps-300 Kbps	64 Kbps-512 Kbps
Cantidad de información descargada ilimitada	Si	Depende del proveedor

Tabla. 2.3. Comparación entre ADSL y operadores de Cable

2.2.11. Comparación ADSL – RDSI

Ver explicación de RDSI en el numeral 2.12

ADSL	RDSI
Permite estar conectado a Internet y hablar por teléfono a la vez	Permite estar conectado a Internet y hablar por teléfono a la vez
Consta de una única línea en la que la voz se comprime al máximo para dejar espacio para la transmisión de datos	Dispone de 2 líneas digitales (2 canales B), uno para voz y otro para datos
Velocidad entre 128 – 256 Kbps o superiores	Velocidad entre 64-128 Kbps
Instalación del MODEM dentro o fuera del PC e incluso funcionalidad de router	Instalación del MODEM dentro o fuera del PC

Tabla. 2.4. Comparación ADSL -RDSI

2.2.12. VENTAJAS DEL ADSL

2.2.12.1. Usuario:

- Uso simultaneo de Internet y de teléfono/fax, a través de la misma línea telefónica.
- Acceso a servicios y contenidos de banda ancha.
- Acceso de alta velocidad
- Conexión permanente
- La capacidad no se comparte con otros usuarios

2.2.12.2. Compañía telefónica:

- Doble función del mismo cable
- Nula ocupación de la central
- No existe riesgo de colapso en la red conmutada.
- Además no hace falta acondicionar toda una central, es suficiente instalar el servicio solo en aquellas líneas de los clientes que lo requieran.

2.2.13. DESVENTAJAS DEL ADSL

- 1) No todas las líneas pueden ofrecer este servicio (por ejemplo las que se encuentren en muy mal estado o a mucha distancia de la central)
- 2) La (mala) calidad del cableado en el domicilio del usuario puede afectar negativamente el funcionamiento del sistema.

2.3. VDSL (Very high speed DSL)

Una de las tecnologías empleadas por FTTCab (fibra hasta el gabinete), FTTB (fibra hasta el edificio) y FTTC (fibra hasta la acera) es VDSL (Línea de Abonado Digital de Muy Alta Velocidad), la cual transmite datos a gran velocidad sobre distancias cortas utilizando pares trenzados de líneas de cobre, la velocidad de transmisión depende de la longitud de la línea es entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de 300 metros de longitud.

A continuación se muestran las velocidades típicas de VDSL en función de la longitud de la línea.

Distancia (metros)	Velocidad de datos en sentido descendente (Mbps)	Velocidad de datos en sentido ascendente (Mbps)
300	52	6.4
300	26	26
1000	26	3.2
1000	13	13
1500	13	1.6

Tabla. 2.5. Velocidades Típicas de VDSL en función de la Longitud

2.3.1. Características de VDSL

Desde el punto de vista tecnológico, VDSL puede considerarse como la sucesora de ADSL, ya que puede transportar datos de video y de otros tipos de tráfico a velocidades de

hasta 58 Mbps, de cinco a diez veces superiores a ADSL. Mejora la calidad de la transmisión de video, el tráfico de Internet, las llamadas telefónicas y de videoconferencia. Además soporta interconexión de VPN y LAN.

VDSL es suministrada desde un gabinete en la calle equipado con fibra óptica conectada a la red; esta es la topología FTTCab mostrada a continuación:

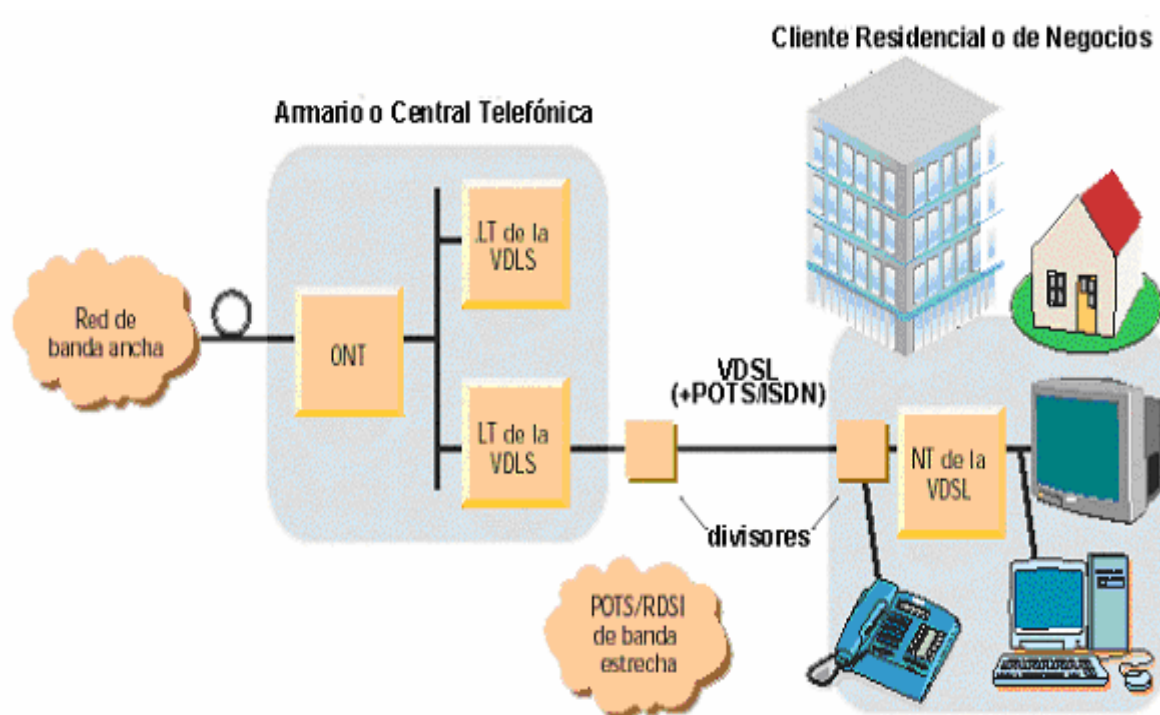


Figura. 2.14. Topología FTTCab

Además existen otras topologías como la FTTEEx (fibra hasta la central) que ofrece VDSL desde la central telefónica hasta los abonados cercanos.

Se puede tener funcionando simultáneamente VDSL, POTS y RDSI, sobre una línea telefónica con la ayuda de un splitter.

Los sistemas VDSL utilizan un plan de frecuencias de 12 MHz. La asignación del espectro depende de la velocidad de la línea.

La siguiente figura muestra un ejemplo de asignación de espectro con velocidades en sentido descendente de 25.92 Mbps y en sentido ascendente de 3.24 Mbps.

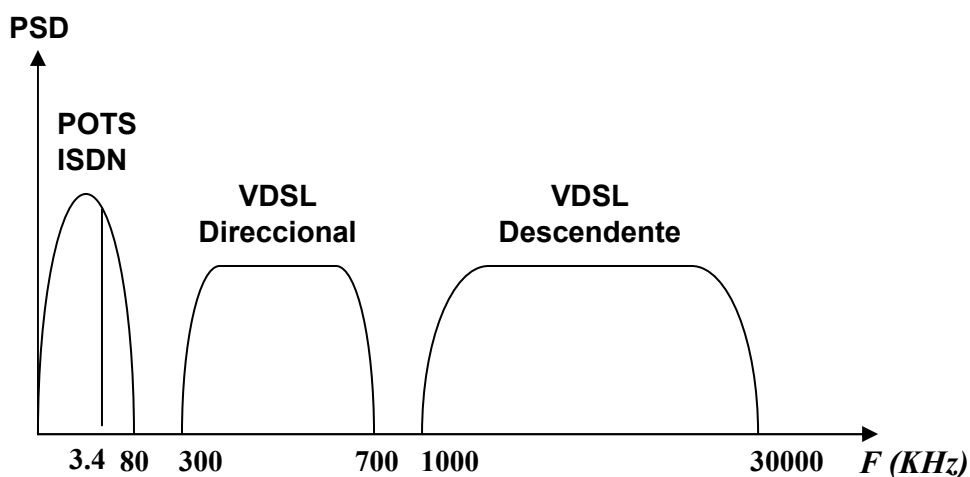


Figura. 2.15. Ejemplo de asignación del espectro en VDSL asimétrico

2.3.2. VDSL Asimétrico

VDSL fue diseñado para el envío al usuario de servicios de banda ancha asimétricos, tales como difusión digital de TV, video bajo demanda (VoD), acceso a Internet de alta velocidad, aprendizaje distancia, telemedicina, entre otros. Estos servicios requieren que el canal de bajada tenga mayor ancho de banda que el canal de subida, es decir, que sea asimétrico.

Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)	Velocidad de símbolo (Mbaud)
Corta Distancia 300 m	51.84	12.96
	38.88	12.96
	29.16	9.72
	25.92	12.96

Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)	Velocidad de símbolo (Mbaud)
Media Distancia 1000 m	25.92	6.48
	22.68	5.67
	19.44	6.48
	19.44	4.86
	16.20	4.05
	14.58	4.86
	12.96	6.48
Larga Distancia 1350 m	12.96	3.24
	9.72	3.24
	6.48	3.24

Tabla. 2.6. Velocidades típicas de VDSL en configuración asimétrica en sentido descendente (ANSI

T1/E1.4)

Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)	Velocidad de símbolo (Mbaud)
Corta Distancia 300 m	6.48	0.81
	4.86	0.81
	3.24	0.81
Media Distancia 1000 m	3.24	0.405
	2.43	0.405
	1.62	0.405
Larga Distancia 1350 m	3.24	0.405
	2.43	0.405
	1.62	0.405

Tabla. 2.7. Velocidades típicas de ADSL en configuración simétrica sentido ascendente (ANSI T1/E1.4)

Clase de operación	Velocidad de datos en sentido descendente (Mbps)	Velocidad de datos en sentido ascendente (Mbps)
Clase I (A4)	362x64=23 168	64x64=4 096
Clase I (A3)	226x64=14 464	48x64=3 072
Clase I (A2)	134x64=8 576	32x64=2 048
Clase I (A1)	100x64=6 400	32x64=2 048
Clase II (S5)	442x64=28 288	442x64=28 288
Clase II (S4)	362x64=23 168	362x64=23 168
Clase II (S3)	226x64=14 464	226x64=14 464
Clase II (S2)	134x64=8 576	134x64=8 576
Clase II (S1)	100x64=6 400	100x64=6 400

Tabla. 2.8. Velocidades de bits de la carga útil del ETSI

2.3.3. VDSL Simétrico

VDSL es capaz de proveer también servicios simétricos como: aplicaciones de datos de alta velocidad, aplicaciones de video de teleconferencia y teleconsulta, entre otras.

Puede ser utilizado para proveer circuitos nxT1 de corto alcance.

Distancia Típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)	Velocidad de símbolo en sentido descendente (Mbaud)	Velocidad de símbolo en sentido ascendente (Mbaud)
Corta Distancia	25.92	6.48	7.29
300 m	19.44	6.48	7.29
Media Distancia	12.96	3.24	4.05
1000 m	9.72	3.24	2.43
	6.48	3.24	3.24

Tabla. 2.9. Velocidades típicas de VDSL en configuración simétrica (ANSI T1/E1.4).

2.4. Comparación entre VDSL y ADSL

Las principales diferencias son:

- Velocidad de procesamiento: El ancho de banda de VDSL es mayor que ADSL
- Plan de frecuencias: En ADSL, la asignación de las bandas de frecuencias en sentido ascendente y descendente es fija. En cambio para VDSL se han definido múltiples planes de frecuencias para soportar diferentes mezclas de servicios.

2.5. Conjunto de servicios basados en VDSL

La tecnología VDSL ofrece una variedad de servicios multimedia como se muestra a continuación:

Servicios completos	Multimedia Real	Acceso a Internet de alta velocidad
Video bajo demanda	TV digital de difusión	Aprendizaje a distancia
Telemedicina	Video interactivo	Video conferencia
HDTV	Comercio electrónico	Publicación electrónica
	Video juegos	Karaoke bajo demanda

Tabla. 2.10. Aplicaciones VDSL

2.6. Comparación de las aplicaciones entre ADSL Y VDSL

Aplicación	Sentido descendente	Sentido ascendente	ADSL	VDSL
Acceso a Internet	400 Kbps-1.5 Mbps	128 Kbps-640 Kbps	Sí	Sí
Web Hosting	400 Kbps-1.5 Mbps	400 Kbps-1.5 Mbps	Sólo en la actualidad	Sí

Aplicación	Sentido descendente	Sentido ascendente	ADSL	VDSL
video conferencia	384 Kbps-1.5 Mbps	384 Kbps-1.5 Mbps	Sólo en la actualidad	Sí
Video bajo demanda	6 Mbps-18 Mbps	64 Kbps-128 Kbps	Sólo en la actualidad	Sí
Vides interactivo	1.5 Mbps-6 Mbps	128 Kbps-1.5 Mbps	Sólo en la actualidad	Sí
Telemedicina	6 Mbps	384 Kbps-1.5 Mbps	Sólo en la actualidad	Sí
Aprendizaje a distancia	384 Kbps-1.5 Mbps	384 Kbps-1.5 Mbps	Sólo en la actualidad	Sí
TV digital múltiple	6 Mbps-24 Mbps	64 Kbps-640 Kbps	Sólo en la actualidad	Sí
VoD múltiple	18 Mbps	64 Kbps-640 Kbps	No	Sí
TV de alta definición	16 Mbps	64 Kbps	No	Sí

Tabla. 2.11. Requerimientos de aplicaciones: ADSL vs VDSL

2.7. Transmisión FDD-DMT

Los sistemas multiportadora modulan los datos sobre un gran número de portadoras (ortogonales) de banda estrecha. Cada portadora o tono se modula con un punto de la constelación QAM durante la duración de un símbolo de la multiportadora. Para construir el símbolo completo se suman entonces todas las portadoras. En el receptor, las portadoras se separan y demodulan. Utilizando modulación DMT, las portadoras están igualmente espaciadas y son ortogonales. La modulación y demodulación de un símbolo DMT puede realizarse de forma eficaz mediante el uso, respectivamente, de una IFFT y una FFT.

En un sistema VDSL basado en DMT pueden utilizarse hasta 4096 portadoras, abarcando una banda de frecuencias de hasta 17.7 MHz. La separación entre tonos es idéntica a la de ADSL (4.3125 KHz), permitiendo la interoperabilidad entre ADSL y VDSL.

2.8. Interrelación de VDSL y ATM

ATM sobre VDSL es el método de implementación preferido que especifica el FSAN. Usar el ATM como mecanismo de transporte tiene las ventajas de provisión siguientes:

- QoS garantizada.
- Soporte de múltiples clases de servicio.
- Ancho de banda garantizado.
- Interconexión de redes Internet e Intranets.
- Interconexión de sistemas no compatibles.
- Interconexión de varios tipos de medios como los inalámbricos (terrestre y satélite).
- Integra aplicaciones de video y TCP/IP.
- Soporta múltiples protocolos.

El plan de frecuencias adoptado se muestra en la Figura a continuación. El plan 998 fue aprobado por ANSI T1, ETSI aprobó el plan 998 y el 997, y la ITU-T ha aprobado los tres.

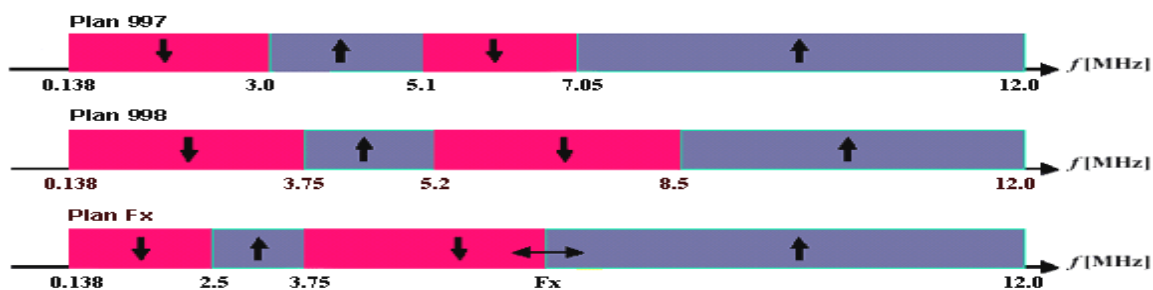


Figura. 2.16 .Plan de Frecuencias aprobado por ANSI T1

La siguiente figura muestra el modelo de referencia funcional de VDSL según ETSI.

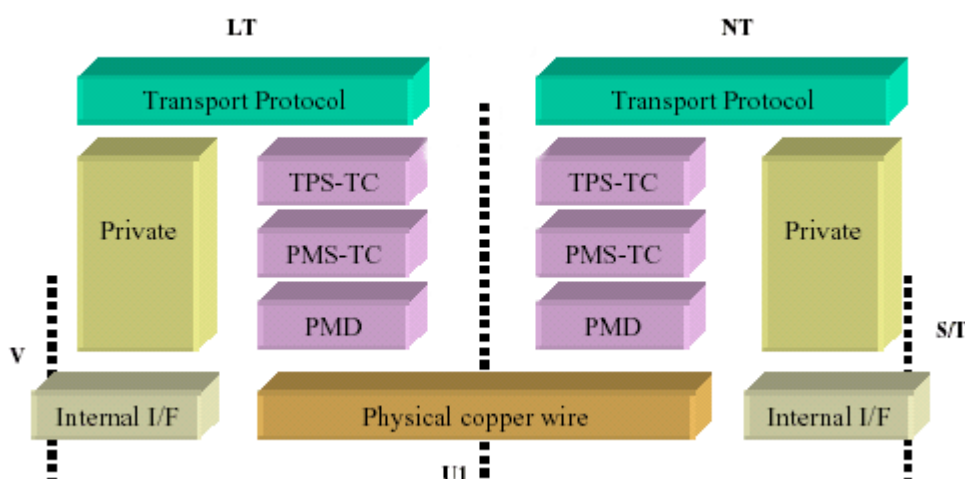


Figura. 2.17. Modelo de referencia funcional de VDSL

- La subcapa PMD dependiente del medio físico especifica el código de línea.
- La subcapa TPS-TC (Transport Protocol Specific-Transmission Convergence) bien pudiera ser ATM o STM.

Para el transporte ATM existen dos trayectorias de latencia opcional provistas simultáneamente por los transceptores, conocido esto como latencia dual. La trayectoria “lenta” se encuentra asociada con el código FEC y el entrelazado de datos con el objetivo de obtener un BER menor y un mejor rendimiento en el retardo. El transporte de celdas ATM en la trayectoria “rápida” tiene un mínimo retardo pero aumenta el BER. En el modo STM no está disponible la latencia dual.

La necesidad de usar latencia simple o dual para el transporte ATM depende del tipo de servicio. Para ello se definen tres clases de latencia.

- Clase 1: Obligatoria, Latencia simple para ambos canales ascendente y descendente (no necesariamente la misma para cada dirección de transmisión).
- Clase 2: Opcional, Latencia dual para el canal descendente, latencia simple para el canal ascendente.
- Clase 3: Opcional Latencia dual para ambos canales ascendente y descendente.

Toda la funcionalidad de un módem VDSL con transmisión FDD-DMT basado en ATM se integra en un ASIC (Circuito Integrado de Aplicación Específica) digital como los desarrollados por Alcatel. El ASIC conecta por un lado directamente con el chip analógico que tiene funciones de splitter y, por el otro lado, proporciona una interfaz Utopía de nivel 1 ó 2.

Realiza todas las funciones que dependen del medio físico necesarias para la transmisión FDD-DMT, así como las funciones PMS-TC (Physical Medium Specific-Transmission Convergence) y las funciones de la subcapa física TPS-TC (Transport Protocol Specific-Transmission Convergence) de ATM.

Dentro del chip se implementa una interfaz esclava UTOPIA de niveles 1 y 2. En el sentido de transmisión, pueden aplicarse las siguientes funciones de la subcapa ATM TC: inserción de celda vacía, aleatorización de la carga útil, y generación del control de errores en la cabecera. En el sentido de recepción se proporcionan funciones básicas de celdas ATM, tales como delineación de celdas, detección y corrección de errores en la cabecera, la carga útil no útil y filtrado de las celdas vacías/no asignadas.

2.8.1. Internet de alta velocidad

La arquitectura ATM fue escogida porque ella habilita a una única red ATM soportar todas las aplicaciones, transportando datos, voz y video, en vez de enviarlos a ellos hacia redes distintas e incompatibles. La combinación de VDSL y ATM proporcionará los servicios Internet que soporten aplicaciones emergentes del futuro.

2.8.2. Servicios de telefonía

VDSL soporta el servicio POTS, el envío de canales voz sobre el mismo par de cobre. Las tecnologías voz sobre IP (VoIP), voz telefónica sobre ATM (VToA) y el servicio de emulación de lazo local (LES), que proveen servicios de telefonía de calidad estándar sobre una red digital.

2.9. MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO (ATM)

2.9.1 Generalidades

ATM es una tecnología de red orientada a conexión confiable, en el establecimiento y liberación de la conexión utilizada en redes WAN y LAN, apta para voz, datos y vídeo, permitiendo garantizar QoS (*Quality of Service*).

ATM fue implementada inicialmente con B-ISDN (*Broadband ISDN*), el cual es un sistema que puede proporcionar velocidades superiores al acceso primario de ISDN .

Una red ATM está formada por *switches* y utiliza comúnmente enlaces con fibra óptica por su capacidad de gran ancho de banda.

Al igual que en *Frame Relay*, se definen interfaces UNI (*User to Network Interface*) y NNI (*Network to Network Interface*).

ATM se caracteriza por el tamaño fijo de las denominadas celdas, el cual es de 53 bytes de longitud, formando 5 de éstos la cabecera y los 48 restantes corresponden al *Payload* o información útil de capa superior. El formato de la celda depende del tipo de interfaz, NNI o UNI. Cada celda posee identificadores en la cabecera que indican de dónde proviene ésta.

ATM, al ser una tecnología asincrónica, asigna el ancho de banda por demanda.

ATM permite conexiones virtuales (PVC o SVC) punto a punto o punto-multipunto.

2.9.2. Funcionamiento de ATM

ATM utiliza dos abstracciones lógicas: *Conexión de Canal Virtual* y *Conexión de Ruta Virtual*.

Canal Virtual o Virtual Channel (VC): Permite el transporte unidireccional de celdas, las cuales poseen un identificador común y único para un determinado Canal Virtual, denominado *Virtual Channel Identifier (VCI)* y forma parte de la cabecera de la celda ATM.

Ruta Virtual o Virtual Path (VP): permite el transporte unidireccional de celdas pertenecientes a distintos Canales Virtuales, que están agrupados por un valor de identificador único y común, denominado *Virtual Path Identifier (VPI)* y también forma parte de la cabecera de la celda ATM.

Virtual Channel Link (VCL): es un medio de transporte de celdas unidireccional definido entre el punto en que es asignado el VCI y el punto donde es traducido, siendo éste la entidad de conmutación.

Virtual Path Link (VPL): es un medio de transporte de celdas unidireccional definido entre el punto donde es asignado un VPI y el punto donde es traducido o removido, es decir el *switch* o conmutador.

Conexión de Canal Virtual (VCC): es la concatenación de Canales Virtuales (VC).

Conexión de Ruta Virtual (VPC): es la concatenación de Rutas Virtuales (VP).

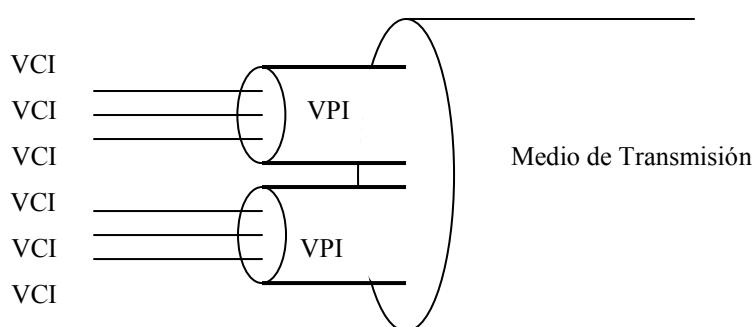


Figura. 2.18. Gráfico de VPI y VCI

2.9.3. Formato de la celda ATM

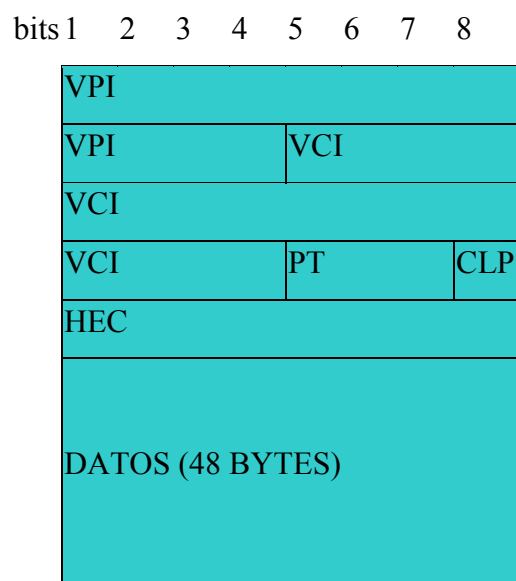
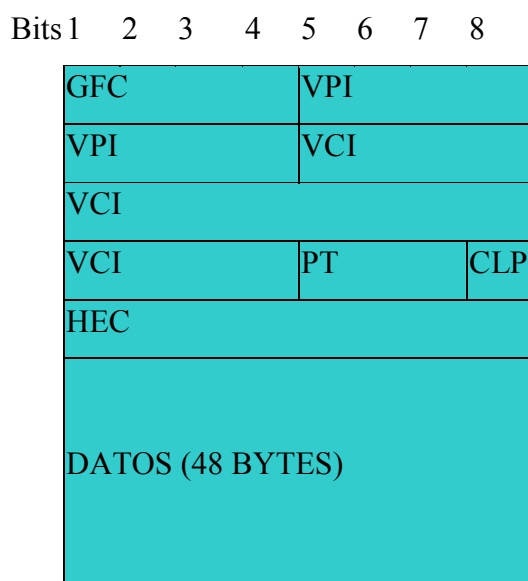


Figura. 2.19. Formato de la Celda ATM para UNI

Fig. 2.20. Formato de celda ATM para NNI

Generic Flow Control (GFC): provee control de flujo o prioridad entre *host* y red, aunque su utilización no está totalmente definida.

Header Error Control (HEC): provee control de errores a nivel de cabecera.

Payload Type (PT): Indica si es celda de datos o control, si existe congestión, cuando la celda es de datos y si es la última celda de un mensaje.

Congestion Loss Priority (CLP): marca a la celda como susceptible de descarte, si hay congestión.

2.9.4. Modelo de referencia ATM

ATM posee su propio modelo de referencia, diferente a los modelos de referencia OSI o TCP/IP.

El protocolo de referencia B-ISDN se compone de un plano de usuario, un plano de control y uno de administración.

La figura 2.21. muestra los diferentes planos que componen este modelo de referencia.

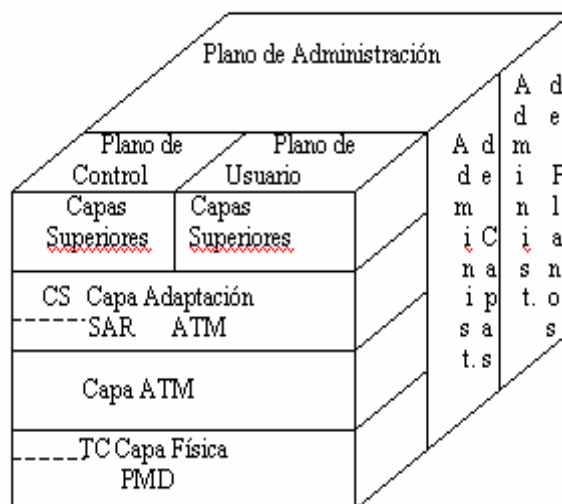


Figura. 2.21. Modelo de referencia ATM

a) Plano de usuario

Este plano provee transferencia de flujo de información de usuario utilizando control de flujo y recuperación de errores.

b) Plano de control

El Plano de Control desempeña funciones de control de conexión, maneja la señalización y supervisión de las conexiones.

c) Plano de administración

Este plano administra y coordina las funciones de los diferentes planos. Además, realiza funciones de administración de las capas, relacionadas con los recursos y parámetros de los

protocolos involucrados, realiza la operación y mantenimiento del flujo de información entre las capas.

d) Capa física

Esta capa define las características mecánicas, funcionales y de procedimiento.

Subcapa PMD (Physical Medium Dependent): constituye el interfaz con el medio de transmisión, depende del medio de transmisión.

Subcapa TC (Transmission Convergence): transforma el flujo de bits en flujo de celdas y su proceso contrario.

e) Capa ATM

La capa ATM establece el formato de la celda ATM, añade la cabecera de celda a los datos de la subcapa SAR, permite el establecimiento y liberación de la conexión, realiza control de congestión. En esta capa, mediante celdas, se definen los Canales Virtuales (VC) y Rutas Virtuales (VP). En los nodos de una red WAN se maneja hasta la capa ATM.

f) Capa adaptación ATM (AAL)

La capa AAL proporciona el interfaz con aplicaciones que no trabajen directamente con celdas. Esta capa divide la información en celdas y reensambla las Unidades de Servicio de Datos (SDU) de las capas superiores.

Subcapa CS (Convergence Sublayer): permite ofrecer clases de servicio para diferentes aplicaciones, dependiendo de sus requerimientos.

Subcapa SAR (Segmentation and Reassembly): Segmenta en celdas de 48 bytes los datos correspondientes a la subcapa CS, también realiza el proceso inverso, el proceso de reensamblaje.

Sobre la capa AAL se puede ejecutar otros protocolos, tales como IP, TCP/UDP, etc.

En ATM se definen 5 tipos de capas AAL, que permiten manejar las clases de servicio para las diferentes aplicaciones o tipos de tráfico. Estas capas introducen en el *Payload* la información adecuada que caracteriza la clase de servicio, de acuerdo a sus requerimientos de ancho de banda, de control de errores o tolerancia a retardos. De los 48 bytes del *Payload*, 4 bytes pueden ser de la Capa Adaptación o los 48 bytes pueden ser de datos, dependiendo de un bit en el campo de control del encabezado.

Adicionalmente, en ATM se definen parámetros de calidad del servicio que permiten establecer el porcentaje de celdas pérdidas, retardo promedio, variación del retardo, entre otras características.

2.9.5. Aplicabilidad de ATM

ATM es una tecnología principalmente implementada en el *backbone* de una red por su gran capacidad de ancho de banda.

A bajas velocidades, como por ejemplo 64 kbps, ATM es de cierta forma una tecnología que no justificaría el costo y se tendría una baja eficiencia, puesto que se maneja celdas de 53 bytes de longitud con cabecera de 5 bytes.

ATM fue concebido para altas velocidades y es una tecnología que puede implementarse conjuntamente con otras, tales como *Frame Relay*, Sonet/SDH, FDDI, entre otras.

2.10. IMA (Inverse Multiplexing over ATM)

IMA comprende la multiplexación inversa y la de-multiplexación de las celdas ATM de modo cíclico entre el enlace físico y el enlace lógico. La tasa del enlace lógico es aproximadamente la suma de la tasa del enlace físico en el grupo IMA. Las cadenas de las celdas son distribuidas en una forma cíclica a través de múltiples enlaces T1/E1 y reensambladas en el destino para obtener la forma original de la cadena de las celdas.

En la dirección de transmisión, se recibe la cadena de las celdas ATM desde la capa ATM y es distribuida básicamente de celda en celda a través de enlaces múltiples dentro del grupo IMA. Al final, la unidad de recepción IMA reensambla las celdas de cada enlace, celda por celda hasta obtener la cadena de celdas ATM original.

Periódicamente, el trasmisor IMA envía celdas especiales que permiten la reconstrucción de la cadena de celdas ATM en el receptor IMA.



Figura. 2.22. IMA

IMA permite el acceso a las redes ATM con tasas desde 1.544 Mbps. /2.048 Mbps. a 44.736 Mbps. /34.368 Mbps.

2.11. CABLE MODEM

2.11.1. Definición

Cable MODEMs son dispositivos que permiten el acceso a gran velocidad al Internet vía cable de televisión. A diferencia del cable tradicional el cable MODEM es más poderoso aproximadamente 500 veces más rápido.

2.11.2. Funcionamiento del Cable MODEM

El acceso a Internet vía MODEM a 28.8, 33.6 o 56 Kbps es referente como tecnología de banda de voz MODEM. EL cable MODEM modula y demodula las señales de datos. Casi siempre, el cable MODEM incorpora más funcionalidades apropiadas para las demandas de los servicios actuales de Internet. En la red de cable MODEM cuando los datos van desde la red al usuario se denomina downstream (bajada), y si los datos van de

manera contraria se denomina upstream (subida). Desde la perspectiva del usuario, el cable MODEM es un receptor QAM RF de 64/256 capaz de entregar de 30 a 40 Mbps en un canal del cable MODEM a 6 – MHz. Esto es aproximadamente 500 veces más rápido que un MODEM de 56 Kbps. Los datos desde el usuario a la red son enviados por medio de un sistema flexible y programable.

Los datos son modulados usando un transmisor QPSK ó 16 QAM con una tasa de bits desde 320 Kbps hasta 10 Mbps. La tasa de bits de subida y de bajada tiene una configuración flexible dependiendo de las necesidades del usuario.

Los servicios de datos del cable MODEM pueden ser usados por más de 16 usuarios en una configuración LAN.

CMTS (Cable Modem termination system)

Es un sistema de conmutación de datos diseñado especialmente para enrutar datos desde muchos usuarios de cable MODEM multiplexado sobre una interfaz de red. Así mismo, un CMTS recibe datos del Internet y proporciona la conmutación de datos necesaria para enrutar los datos a los usuarios de cable MODEM. Los datos de la red hacia el grupo de usuarios es enviada a un modulador QAM 64 /256. Como resultado se tiene datos modulados en un canal de 6 MHz, que es el espectro ocupado por un canal de televisión por cable así como ABC, NBC o TBS para broadcast a todos los usuarios.

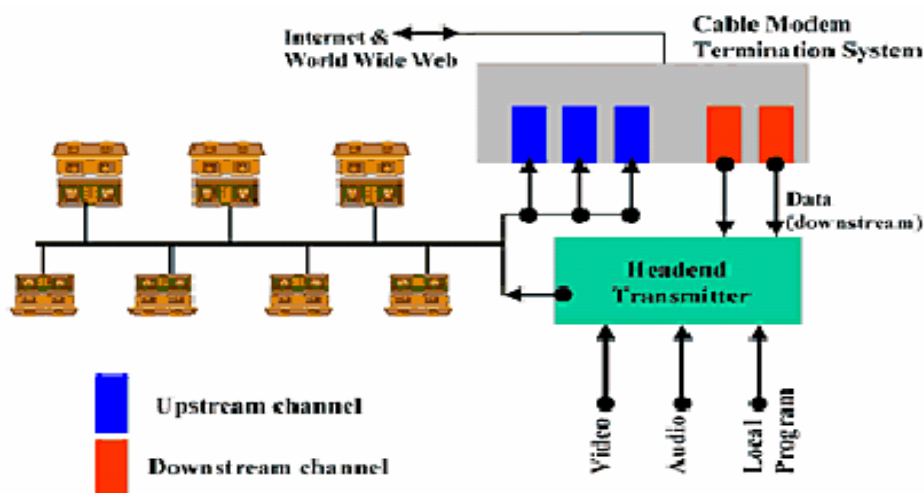


Figura. 2.23. Cable MODEM

El cable terminal combina el canal de datos de bajada con video, audio y programas de anuncios locales que son recibidos por los suscriptores de televisión. El usuario recibe por separado la señal para la televisión y la señal para el PC.

Un CTMS es importante elemento nuevo que soporta servicio de datos e integra la comunicación de subida y bajada sobre una red de cable de datos. El número de canales de subida y bajada esta dado por un CMTS, que puede ser diseñada basándose en el numero de usuarios, en la demanda de la tasa de datos para cada usuario y el espectro disponible.

Otro elemento importante es un EMS (Element Management System) que es un sistema de operación diseñado específicamente para la configuración y el manejo del CMTS y los suscriptores del cable MODEM. Entre las tareas que realiza esta la administración diaria, el monitoreo, las alarmas y las pruebas de varios componentes del CMTS.

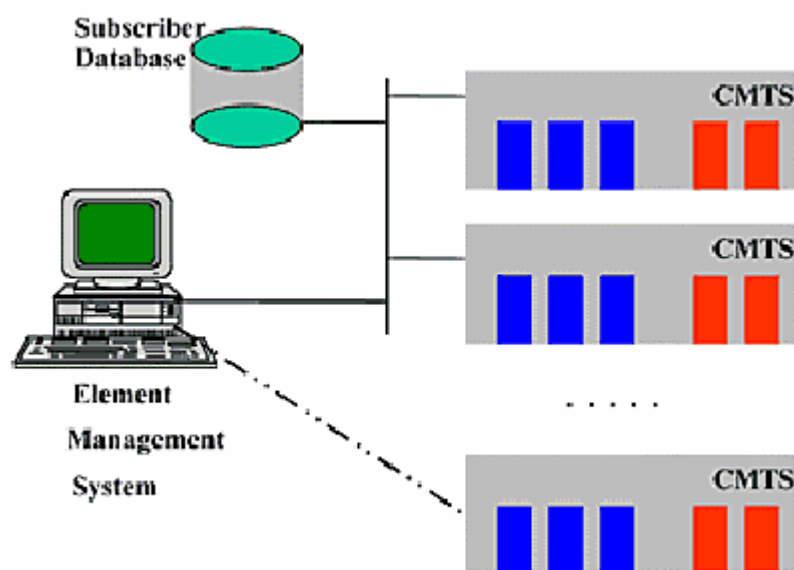


Figura. 2.24. EMS

2.11.3. Características Principales del Sistema de Cable de Datos

La capa de red escoge el protocolo de Internet IP para soportar el Internet y los servicios Web. La capa de enlace de datos comprende tres subcapas: la subcapa de control de enlace lógico, la subcapa de seguridad del enlace que conforma los requerimientos de seguridad, y la subcapa MAC que es la apropiada para las operaciones del sistema de cable.

El sistema de cable MODEM actual usa el formato de tramas Ethernet para la transmisión de datos sobre los canales de datos tanto de subida como de bajada. Cuando el número de suscriptores aumenta, el operador del cable puede añadir más canales de subida y bajada para soportar el ancho de banda adicional requerido en la red.

La subcapa de seguridad del enlace tiene tres tipos de requerimientos que son: La interfaz privada de base de línea (BPI), la interfaz del sistema de seguridad (SSI) y la interfaz de seguridad de módulos removibles (RMSI). BPI permite la comunicación privada por medio de encriptamiento de datos de tráfico entre el cable MODEM de los usuarios y el CMTS.

2.11.4. Capa Física

2.11.4.1. Canal de datos de Bajada

El canal de datos de bajada de la capa física del cable MODEM esta basada en las especificaciones de video digital americanas que incluyen las siguientes características:

- QAM de 64 y 256
- 6 MHz de espectro
- Concatenación del código de bloque Reed – Solomon y los códigos Trellis.
- Soportar intervalos de longitud variable en los servicios de datos
- Soportar cadenas de bits seriales que no tengan tramas

2.11.4.2. Canal de datos de Subida

Tiene las siguientes características:

- Formato QPSK y 16 QAM
- Tasa de símbolo múltiple
- Tasa de datos desde 320 Kbps hasta 10 Mbps
- Cable MODEM flexible y programable bajo el control del CMTS
- Frecuencia Rápida
- Acceso múltiple por división en el tiempo
- Soporta tramas fijas y el protocolo de unidades de datos de longitud variable.
- Códigos de bloque programables Reed – Solomon.
- Preámbulo programable

2.11.5. Capa MAC

La capa MAC brinda requerimientos generales para muchos subscriptores de cable MODEM para el canal simple de subida para la transmisión a la red. Estos requerimientos incluyen detección de las colisiones y la retransmisión. Para compensar las pérdidas del cable y el retardo como resultado de la distancia, la capa MAC realiza un ordenamiento, en el cual cada cable MODEM fija el tiempo de retardo en la transmisión al terminal. La capa MAC soporta el tiempo y la sincronización, el ancho de banda utilizado para el control del CMTS del cable MODEM, la detección error, manejar y recobrar el error, y procedimientos para registrar nuevos cable módems

2.11.5.1 Privacidad

La privacidad de los datos se consigue por el encriptamiento de los datos de la capa de enlace entre el cable MODEM y el CMTS. Un conjunto de parámetros de seguridad es asignado al cable MODEM por la asociación de seguridad (SA). Todas las transmisiones de subida desde el cable MODEM viajan a través de un canal simple de datos de subida y son recibidos por el CMTS. En el canal de datos de bajada el CMTS debe seleccionar la apropiada SA basada en la dirección de destino del cable MODEM. EL tipo de encriptamiento empleado es el encriptamiento de datos estándar (DES). La encriptación puede ser integrada directamente dentro del hardware y software de la interfaz MAC.

2.11.6. Capa de Transporte

La red de cable de datos soporta el protocolo de control de transmisión (TCP) y el protocolo datagrama de usuario (UDP).

2.11.7. Capa de Aplicación

Soporta aplicaciones como e-mail, ftp, tftp, http, noticias, chat y protocolo de manejo de señalización de red (SNMP). El uso del SNMP permite el manejo del CMTS y de la red de cable de datos.

2.11.8. Operaciones del Sistema

Las operaciones de soporte de Interfaz del sistema (OSS) especifican el manejo de la red de cable de datos. Tiene como objetivo desarrollar el EMS que soporta el manejo del espectro, el manejo de subcriptor, facturación y otras operaciones.

2.12. RDSI

2.12.1. Introducción:

La RDSI (Red de Servicios Integrados) fue definida por la CCITT, como la evolución de una red telefónica digital integrada, que brinda conectividad digital de un extremo a otro y soporta una amplia gama de servicios como son vocales o de datos, además que permite al usuario el acceso a dispositivos o interfaces multi - propósito.

La RDSI fue diseñada con el objetivo de reemplazar a las redes telefónicas públicas actuales, ya que ofrece una infinidad de ventajas como son:

Características	RDSI	Telefonía Básica
Calidad	7 KHz	3.1 KHz
Comunicaciones digitales	64 Kbps	14.4 Kbps
Canal Normalizado	Si	No
Medio de acceso	Para transferencia de voz, imagen, datos y textos, por medio de conmutación de circuitos o paquetes	Solo para transferencia de voz
Rapidez en llamadas	(menos de 800 ms) y visualmente sin errores	Normal

Tabla. 2.12. Comparación entre RDSI y la telefonía pública

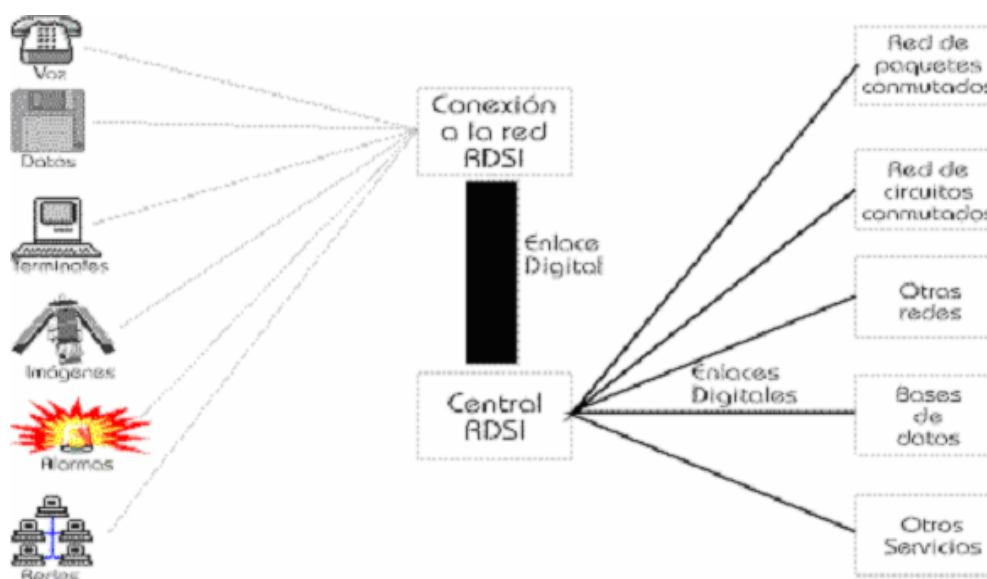


Figura. 2.25. Visión de RDSI

2.12.2. Tecnología:

La RDSI se basa en dos estructuras que están definidas por CCITT:

1. Acceso básico (BRI)

- Canales B que son dos canales de Acceso simultáneo de 64 Kbps, para voz o datos.
- Canal D que es un canal de 16 Kbps, para la realización de la llamada y otros tipos de señalización entre dispositivos de la red.

Por lo tanto en conjunto, se le conoce como 2B+D o I.420, que proporciona 144 Kbps y es la recomendación CCITT que define el acceso básico.

2. Acceso primario (PRI)

- Acceso simultáneo a 30 canales tipo B de 64 Kbps, para voz y datos.

- Un canal de D para la realización de la llamada y la señalización entre dispositivos de la red.

Por lo tanto en conjunto se le conoce como 30B+D o I.421 que proporciona 1.984 Kbps y es la recomendación CCITT que define el acceso primario.

Las comunicaciones vía RDSI se pueden dar entre un teléfono RDSI y un analógico, con X.25 o redes tipo Frame Relay.

Operando en modo de conmutación la información en los canales tipo B, cuando ya se encuentra establecida la llamada ocurre un modo de transmisión totalmente transparente con lo cual se puede emplear cualquier conjunto de protocolos como son SNA, PPP, TCP/IP, etc.

El canal D que es el de control de llamada permite el establecimiento, monitorización, control de la conexión RDSI e incluso genera los timbres de llamada.

Los canales tipos B y D se agrupan en diferentes tipos o grupos como se muestra a continuación:

Tipo	Función	Velocidad
B	Servicios básicos	64 Kbps.
D	Señalización	16 Kbps. (BRI) 64 Kbps. (PRI)
H ₀	6 canales B	384 Kbps. (PRI)
H ₁	todos los canales H ₀ H ₁₁ (24B) H ₁₂ (30B)	1.536 Kbps. (PRI) 1.920 Kbps. (PRI)
H ₂	RDSI de banda ancha H ₂₁ H ₂₂	(propuesta actual) 32.768 Kbps. 43-45 Mbps.
H ₄	RDSI de banda ancha	132-138,240 Mbps.

Tabla. 2.13. Agrupación de los canales tipo B y D

Por tanto, las interfaces BRI y PRI tienen la siguiente estructura:

<i>Interfaz</i>	<i>Estructura</i>	<i>Velocidad total</i>	<i>Velocidad disponible</i>
BRI	2B + D16	192 Kbps.	144 Kbps.
PRI	23B + D64	1.544 Kbps.	1.536 Kbps.
	30B + D64	2.048 Kbps.	1.984 Kbps.

Tabla 2.14 .Estructura de las interfases BRI y PRI

La RDSI se integra en el esquema de capas OSI, en el que cada nivel realiza funciones específicas para la comunicación.

1. Nivel Físico: Tiene que ver con las características mecánicas, eléctricas, funcionales y los procedimientos para el acceso al medio físico. Realiza la transmisión de cadenas de bits sin ninguna estructuración adicional por medio del medio físico.
2. Nivel de enlace: Se encarga de la transferencia fiable de información a través del enlace físico, enviando los bloques de datos (tramas o frames), con la sincronización, control de errores y control de flujo necesarios.
3. Nivel de red: Es responsable de establecer, mantener y terminar las conexiones .Proporciona a los niveles superiores la independencia de la transmisión de los datos y de las tecnologías de conmutación empleadas para la conexión de los sistemas.
4. Nivel de transporte: Facilita la corrección de errores y el control de flujo entre dichos puntos .Proporciona la transferencia de datos fiable y transparente entre dos puntos.
5. Nivel de sesión: Establece, dirige y termina las conexiones (sesiones) entre aplicaciones que se comunican. Facilita las estructuras de control para la comunicación entre aplicaciones.
6. Nivel de presentación: Proporciona independencia a los procesos de aplicación respecto de las diferencias de representación de los datos (formatos, sintaxis,...).

7. Nivel de aplicación: Proporciona los servicios de información distribuida y suministra el acceso al entorno OSI por parte de los usuarios

Aplicación	Señalización de usuario extremo a extremo	Protocolos OSI				
Presentación						
Sesión						
Transporte						
Red	Control de llamada I.451	X.25 Paquetes			X.25 Paquetes	
Enlace	LAP-D (I.441)				X.25 LAP-B	
Físico	Nivel (I.430, I.431) 1					
	Señalización	Conmutación de paquetes	Telemetría	Conmutación de circuitos	Circuitos punto a punto	Conmutación de paquetes
	Canal D			Canal B		

Figura. 2.26. Arquitectura del protocolo RDSI con respecto al OSI

El nivel físico realiza las siguientes funciones:

- Codificación de los datos a ser transmitidos.
- Transmisión de datos en modo full duplex, por medio del canal B.
- Transmisión de datos en modo full duplex, por medio del canal D.
- Multiplexado de los canales para formar la estructura BRI o PRI.
- Activación y desactivación de los circuitos físicos.
- Alimentación del terminador de la red al dispositivo terminal.

- Identificación del terminal.
- Aislamiento de terminales defectuosos.
- Gestión de accesos al canal D.

El enlace de los canales se produce a través del protocolo LAP-B (Link Access Procedure Balanced), que proporciona la conexión entre el usuario y la red a través de un enlace simple, además es un subconjunto del protocolo HDCL (High- Level Data Link).

El protocolo LAP-D proporciona una o más conexiones sobre un mismo canal (D) y permite cumplir con los requerimientos de señalización para múltiples canales B, asociados a un único canal D. La funcionalidad del protocolo LAP-D permite:

- Mensajes a un único o múltiples (broadcast) destinatarios.
- Existe garantía de que no hay pérdida de ningún mensaje y que la transmisión sea libre de errores en el caso de un único destinatario.
- LAP-D garantiza la transmisión libre de errores en la secuencia original, pero si hay errores durante la transmisión los mensajes se pierden, esto sucede en el caso de mensajes tipo "broadcast",

Este protocolo proporciona direccionamiento y chequeo de errores en la capa 2, mediante una secuencia de verificación de tramas (FCS o Frame Check Sequence).

El identificador de punto de acceso al servicio o SAPI (Service Access Point Identifier), mantiene separada la información de las diferentes formas del canal D.

A continuación se presentan los siguientes tipos:

- SAPI 0 sirve para indicar información de señalización
- SAPI 1 con el empleo del protocolo RDSI Q.931 sirve para conexiones de paquetes de datos
- SAPI 16 según las recomendaciones X.25 (nivel 3) sirve para paquetes de datos

- SAPI 63 se emplea para la información de gestión de LAP-D.
- Las otras posibilidades están reservadas para usos futuros.

La segunda parte de la dirección LAP-D es el identificador de terminal o TEI (Terminal Endpoint Identifier), que permite la identificación de los diferentes dispositivos de un determinado grupo y es empleada solo en el canal D.

Bits:	8	1	1	6	1	7	1-2	8-1.024	2	8
Contenido:	Flag	C/R	EA0	SAPI	EA1	TEI	Control	Información	FCS	Flag

(Flag = 01111110)

Los modos de operación de LAP-D permiten:

- Realizar el reconocimiento de la correcta recepción (acknowledge mode) de tramas múltiples en el caso de un único destinatario
- No realizar el reconocimiento de la correcta recepción (unacknowledge mode) en caso de mensajes tipo broadcast.

Existen 3 tipos básico de conexiones RDSI:

- Llamadas de conmutación de circuitos a través del canal B: en las que la preparación se realiza a través del canal D.
- Llamadas de conmutación de paquetes a través del canal B: en las que la preparación se realiza a través del canal D, para la conexión de conmutación de circuitos a un nodo de conmutación de paquetes (de la operadora o privado).

- Llamadas de conmutación de paquetes a través del canal D: en las que el tráfico de paquetes es multiplexado con las señales de control en la capa de enlace (internetworking con canales B).

La señalización del canal D (Q.931), realiza las siguientes funciones:

- Verificación de compatibilidad: Garantizan que los equipos reaccionen a una llamada de equipos compatibles en una línea RDSI.
- Subdireccionamiento.
- Presentación de números.
- Establecimiento de la llamada.
- Selección del tipo de conexión (conmutación de paquetes o de circuitos).
- Generación de corrientes y tonos de llamada.
- Señalización usuario a usuario (de forma transparente a la red).
- Soporte de facilidades y servicios adicionales.

Los mensajes empleados para la señalización son:

- SETUP: Sirve para iniciar una llamada.
- ALERTING: Sirve para indicar el inicio de la fase de generación del tono.
- CONNECT: Sirve para señalar el comienzo de la conexión.
- CONNECT ACKNOWLEDGE: reconocimiento local del mensaje de conexión.
- DISCONNECT: enviado por el terminal cuando va a colgar.
- RELEASE: respuesta a un mensaje de desconexión, iniciando la misma.
- RELEASE COMPLETE: reconocimiento local del mensaje de desconexión, confirmando la liberación correcta de la llamada.
- CALL PROCEEDING: enviada por la central a un terminal intentando establecer una llamada una vez ha sido analizado el número llamado.
- SETUP ACKNOWLEDGEMENT: confirmación por la central, de la recepción del mensaje de SETUP, en caso de precisarse de información adicional para completar la llamada.
- USER INFORMATION: para la señalización usuario a usuario.

- INFORMATION: empleado por el terminal para enviar información adicional a la central en cualquier momento, durante una llamada.
- NOTIFY: usado por la central para enviar información a un terminal, en cualquier momento, durante una llamada.

Los elementos importantes, durante el envío de los mensajes de señalización, son:

- Número llamado, incluido en SETUP.
- Subdirección llamada, usada durante la llamada para seleccionar un equipo determinado.
- Número y subdirección del iniciador de la llamada, empleados en SETUP para identificar el origen de la llamada.
- BC (Bearer Capability): empleado durante SETUP, para seleccionar el tipo de conexión.
- HLC (High Layer Compatibility): Sirve para identificar el servicio requerido y verificar la compatibilidad del equipo, es empleado en SETUP por el equipo originario de la llamada.
- LLC (Low Layer Compatibility): Sirve para especificar como ha sido codificada la información para el servicio y es empleado en SETUP por el equipo originario.
- Número y subdirección conectadas, que es enviado al originario de la llamada para identificar al equipo con el que realmente se ha establecido la conexión.
- Indicador de situación: Sirve para indicar el acceso al canal B o para describir el estado de la conexión, aún no habiendo sido completada la llamada.
- Visualización: utilizado en NOTIFY para proporcionar un mensaje en la pantalla de un terminal RDSI.
- Facilidades de teclado: Sirve para introducir información adicional desde un teclado del terminal, una vez que han sido introducidos los datos relativos al número y subdirección del terminal llamado.
- Información usuario a usuario.

Podemos definir una conexión RDSI según el siguiente diagrama:

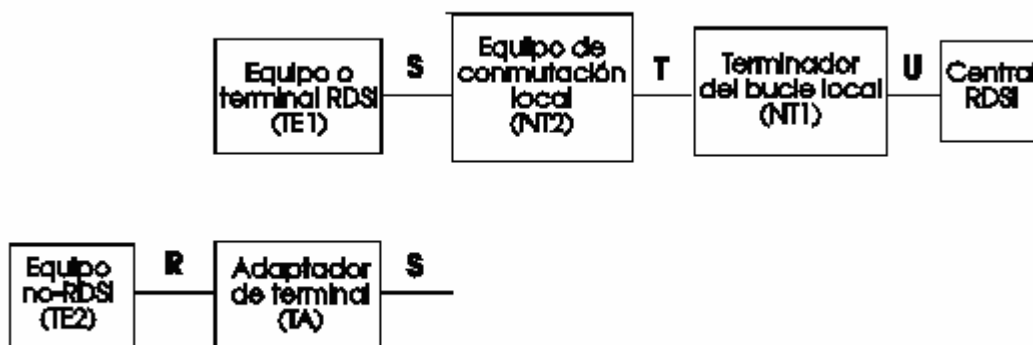


Figura. 2.27. Conexión RDSI

El módulo NT1 permite la monitorización y mantenimiento, ya que proporciona la terminación física y electromagnética de la red, es decir, aísla al usuario de la compañía suministradora.

El módulo NT2 realiza, si existe, la conmutación local y el enrutado, en casos de redes locales y centralitas digitales.

Los equipos TE1 son los que cumplen con las especificaciones RDSI y están diseñados para su conexión directa a dichas líneas.

En cambio los equipos TE2 no están preparados para la conexión directa a la RDSI, necesitan adaptadores de terminal (TA), que sirven para la adaptación de señales y protocolos.

2.12.3. Adaptación de Velocidades

Existen dos procedimientos para la adaptación de los equipos que funcionan a velocidades inferiores a los 64 Kbps, la misma que es empleada por el canal B

1. Adaptación V.110 (para datos asíncronos), norma ETSI europea:

- Se usan 1, 2 o 4 bits por octeto y se completa el resto en caso de flujos de 1 sólo bit.
- Se realiza un interleaving en cada octeto y se completa si es necesario en caso de flujos de múltiples bits.

2. Adaptación V.120, norma US:

- Los datos con velocidades inferiores son convertidos a un formato HDLC y transmitidos usando un protocolo similar a LAP-D.
- El adaptador espera hasta cuando haya suficientes datos de baja velocidad, para crear una trama y transmitirla a 64 Kbps. Si no hay datos disponibles, se completa.
- A diferencia de V.110, V.120 proporciona control de flujo y recuperación de errores.

En el punto "U", los datos son transmitidos a través de un par telefónico, en modo full duplex a 144 Kbps (BRI), codificados de acuerdo con el Standard 2B1Q.

La conexión física RDSI es a través de un conector tipo RJ-45 de 8 pines y el zócalo correspondiente, en un bus pasivo que permite la conexión simultánea de hasta 8 dispositivos BRI que deben lograr el control sobre el uso de los canales B.

De los cuatro pares de hilos dos hilos se utilizan para transmisión y dos para recepción; mientras que los pares libres pueden ser usados para alimentar al NT2, si es necesario.

Un conector BNC se emplea para accesos primarios según la interfaz G.703.

La trama BRI es una trama repetitiva de 48 bits, que contiene 16 bits para cada canal B, 4 para el canal D, y 12 bits para alineación de los datos (framing). A esto se le conoce como TDM que es la multiplexación de varios canales de datos por división en el tiempo en un solo canal físico.

Las ventajas de utilizar un canal para señalización (D), separado de los de datos (B), son:

- Inmunidad frente a fallos en los canales de datos
- Optimización de su utilización
- Menor tiempo de respuesta que conlleva a rapidez en la llamada
- Señalización y control para varios canales B
- Posibilidad de introducir mejoras y nuevos servicios de red

Un protocolo de gestión del canal D es empleado para la correcta distribución de los tiempos entre diferentes dispositivos conectados al mismo bus, siguiendo el siguiente esquema:

1. La ausencia de las señales en línea se da cuando el dispositivo que ha terminado de usar el bus, transmite bits "1" en el canal D.
2. La red retransmite en forma de eco cada bit del canal D.
3. Antes de transmitir, un dispositivo "escucha" el eco hasta que sólo haya una serie de bits "1".
4. El dispositivo compara los bits de eco con los de transmisión para la detección de una colisión, y vuelve al estado de escucha si hay discrepancia.
5. Existe un mecanismo de prioridad en el cual la información de señalización siempre es prioritaria frente a los paquetes de datos y donde una estación comienza en un estado de "prioridad normal", y es reducido a "baja prioridad" una vez haya efectuado la transmisión, volviendo a "prioridad normal", siempre y cuando el resto de las estaciones hayan tenido ocasión de transmitir.

La conexión física al bus pasivo RDSI es una configuración punto a punto y se realiza situando unos terminadores de 100 Ohmios en cada extremo del bus, que pueden tener una distancia máxima de 1 Km. En el caso de conectar varios dispositivos la distancia máxima se reduce a 200 metros. En el caso del bus pasivo extendidos la distancia máxima es de 50 metros y todos coexisten en un bus de una longitud máxima de 500 metros.

La configuración en estrella permite dividir el bus en dos y se rige bajo la misma norma que en la configuración punto a punto.

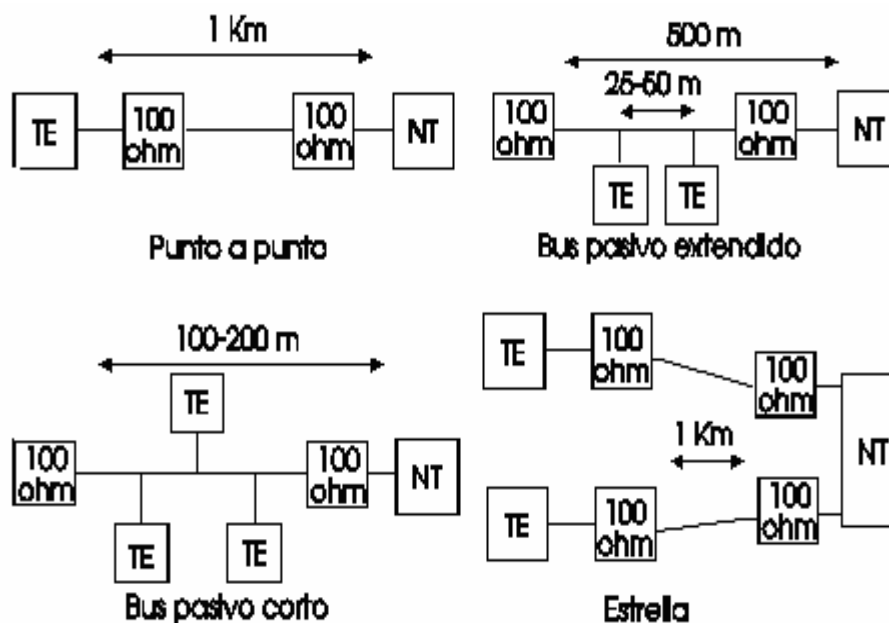


Figura. 2.28. Conexión Física al bus pasivo

En la figura 2.29. la numeración RDSI se refiere al punto "T" de conexión entre el bus pasivo y la re. Como pueden coexistir hasta 8 dispositivos en el bus pasivo se puede complementar bien con 8 números para un mismo punto "T", cada uno de los cuales corresponde a un dispositivo, o bien con códigos adicionales definen la "dirección" específica de cada dispositivo.

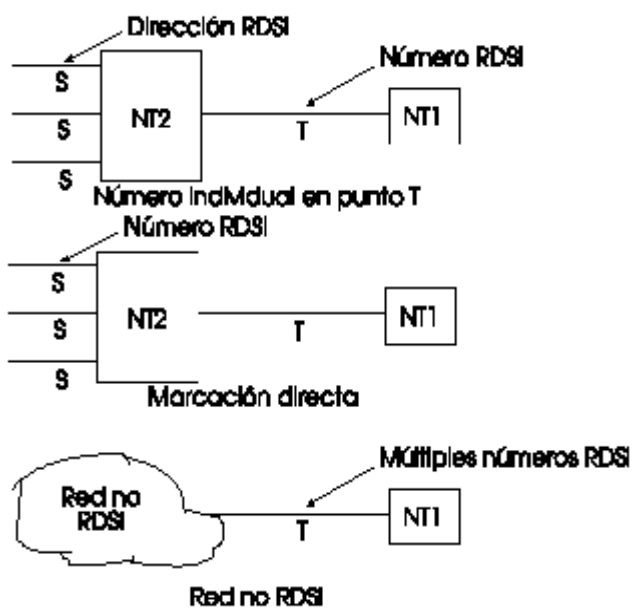


Figura 2.29 Numeración RDSI

Para el envío de voz a través de la línea RDSI, se emplean procedimientos de codificación-decodificación (codec) de audio, por medio de modulación de códigos de pulsos (PCM).

2.12.4. Servicios

Existen tres grupos de servicios como se muestra en la siguiente tabla:

Servicios Básicos		Teleservicios	Servicios Suplementarios
Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes	Telefonía: Conversación a 3,1 KHz	Permitir visualizar o restringir el número de quien llama
Tráfico de datos a 64 Kbps	Circuitos conmutados y circuitos virtuales permanentes	Videoconferencia: a través de dos o más canales B	Aviso de cargo (información del coste de la llamada)

Servicios Básicos	Teleservicios	Servicios Suplementarios	Servicios Básicos
Conversación telefónica	Señalización de usuario	Teletexto: Según norma CCITT F.200	Transferencia incondicional de llamadas
Servicio de audio a 3,1 KHz		Telefax: Comunicaciones según norma CCITT Grupo 4	Rellamada en caso ocupación de la línea
Simultaneidad de datos y voz (2 o más canales B)		Modo mixto: Teletexto y fax grupo 4 combinados	Desvío de llamada en caso de no contestación
Tráfico de datos a 384 Kbps o 1.536 Kbps		Videotexto	Desvío de llamada condicional
Backup digital de líneas punto a punto		Telex: Intercambio de mensajes en modo carácter con mayúsculas y minúsculas	Mantenimiento de llamada
		Vigilancia y seguridad remotas, a través de líneas no dedicadas	Llamada en espera
		Aplicaciones médicas: transferencia de rayos X, telemedicina, ultrasonidos y scanners,	Grupo de usuarios cerrado, con acceso restringido
		Transmisiones de radio de alta calidad de audio	Llamada a través de tarjeta de crédito
		Trabajo desde el hogar	Marcación directa
		Servicios de telefonía integrados con	Búsqueda de llamadas

		ordenador: venta de billetes con cargo automático a tarjetas de crédito, telemarketing, mensajería, estadísticas, análisis de audiencias	
			Numeración múltiple
			Servicios a 3 partes (multi-conferencia, simultánea o alternativa)
			Preparación de conferencia (con anticipación)
			Señalización usuario a usuario

Tabla. 2.15. Servicios

2.13. PROTOCOLO V5

2.13.1. Principios Básicos

V5 es un conjunto de protocolos estandarizados para la conexión de Redes de Acceso (AN) a la central telefónica o Local Exchange (LE). La red de Acceso tiene sus propias interfaces típicas que son PSTN e ISDN para el usuario. Las interfaces V5 están basadas en las interfaces G.703/G.704 de 2048 Kbps (E1). V5.1 es una interfaz simple de 2048 Kbps, en cambio V5.2 puede tener de 1 a 16 enlaces de 2048 Kbps que son definidos por el operador.

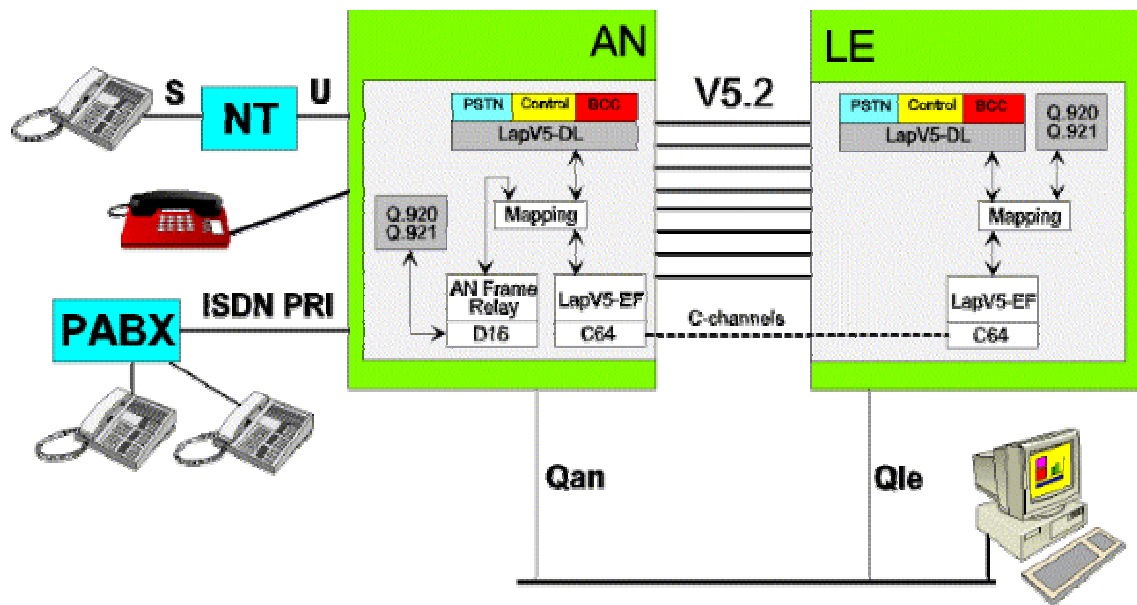


Figura. 2.30. Protocolo V5

La interfaz V5 define los requerimientos eléctricos, físicos y los protocolos para la interconexión de las redes de acceso y la central telefónica.

Las redes de acceso son sistemas entre el usuario y la central telefónica, reemplazando en parte o totalmente las redes de distribución. Provee una interfaz común para dispositivos como teléfonos PSTN, PBX ISDN o analógicas, ISDN de Banda Ancha (ISDN BRI, ISDN PRI). Además puede realizar funciones como multiplexación, cross-conexiones y transmisión.

La Red de Acceso es responsable de reconocer el tono de las señales analógicas, la duración, el voltaje y la frecuencia de los pulsos, la corriente de timbrado ó específicos detalles de la secuencia de señalización.

La central telefónica es un sitio de servicios y es responsable del control de las llamadas a través de la conmutación de circuitos, la generación del tono DTMF y decodificación.

Las interfaces V5.1 y V5.2 pueden utilizar los intervalos de tiempo 15, 16 y 31 para la señalización.

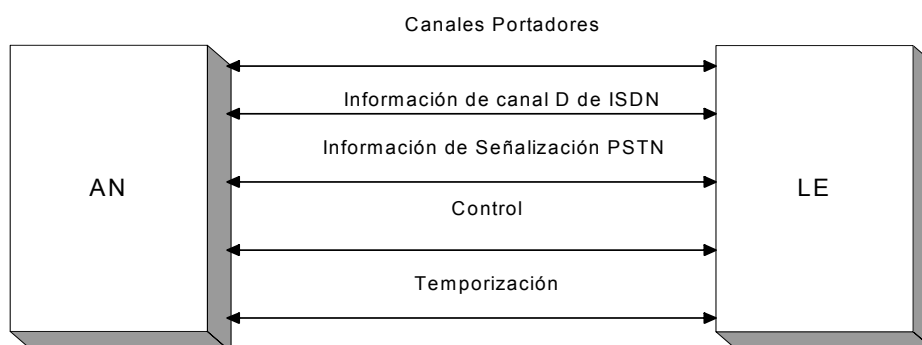


Figura. 2.31. V5.1

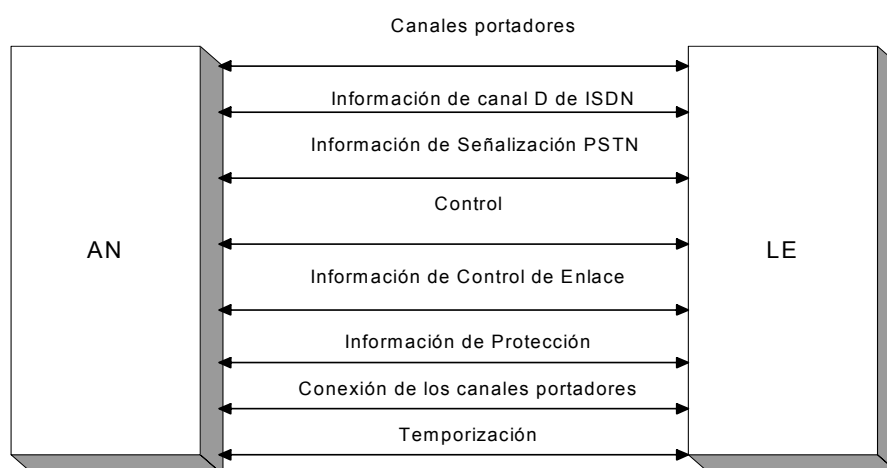


Figura. 2.32. V5.2

El time Slot 0 (TS0) de los 32 intervalos de tiempo es usado generalmente para la alineación de trama, reporte de errores y monitoreo de desempeño de errores, empleando el procedimiento de chequeo de redundancia cíclico. En el caso de los enlaces V5.2, el TS0 es usado además para verificar la correcta conexión física del enlace de 2048 Kbps. Se puede asignar hasta 3 time slots del enlace de 2048 Kbps para los denominados canales de comunicación Canales C (C-Channel). Los canales C llevan la señalización PSTN, la información del canal D de ISDN, el control de información y en el caso de V5.2 el protocolo de conexión BCC y el protocolo de protección. Todos los time slots de 64 Kbps

que no son C-Channel, están disponibles como canales portadores para PSTN o ISDN, o para líneas dedicadas digitales o analógicas.

2.13.2. Diferencias entre las interfaces V5.1 y V5.2

- V5.1 usa únicamente un enlace de 2048 Kbps, mientras que V5.2 puede usar hasta 16 enlaces de 2048 Kbps sobre una sola interfaz.
- V5.1 no tiene el concepto de canal de protección del canal de comunicación, mientras que esta función está disponible para V5.2 gracias al protocolo de protección.
- V5.1 no soporta concentración, mientras que V5.2 está diseñado para soportarla con el protocolo conocido como BCC (Bearer Channel Connection).
- V5.1 no soporta ISDN de acceso primario, mientras que V5.2 sí lo hace.
- El protocolo de control para V5.2 es ligeramente diferente al usado para V5.1
- En V5.2, al haber múltiples enlaces a ser administrados, se especifica el protocolo de control de enlace.

La interfaz V5.1 entre la Red de Acceso y la Central telefónica, soporta los siguientes servicios:

- Acceso de Teléfono Analógico
- Accesos ISDN básico
- Otros accesos digitales o analógicos para conexiones semi-permanentes, sin información de señalización fuera de banda asociada.

En esta interfaz los canales portadores son pre-asignados, por lo que sólo puede soportar hasta 30 puertos PSTN o 15 puertos de acceso ISDN básico.

La interfaz V5.2 entre la red de acceso y la central telefónica soporta los siguientes servicios:

- Acceso telefónico analógico
- ISDN de acceso básico

- ISDN de tasa primario (PRI)
- Otros accesos digitales o analógicos para conexiones semi-permanentes, sin información de señalización

Esta interfaz V5.2 puede operar hasta 16 E1's y soportar miles de puertos, debido a que el canal portador es asignado dinámicamente para cada llamada, por tanto puede soportar concentración.

2.13.3. Estructura de Trama de la señal 2M

Sub-Multitrama	Numero de Trama	Bits del 1 al 8 de la Trama (TS0)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I	0	C1	0	0	1	1	0	1	1
	1	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	2	C2	0	0	1	1	0	1	1
	3	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	4	C3	0	0	1	1	0	1	1
	5	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	6	C4	0	0	1	1	0	0	1
	7	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
II	8	C1	0	0	1	1	0	1	1
	9	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	10	C2	0	0	1	1	0	1	1
	11	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	12	C3	0	0	1	1	0	1	1
	13	E	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	14	C4	0	0	1	1	0	0	1
	15	E	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8

Figura. 2.33. Estructura de la Trama de la señal de 2M

Donde:

E es el indicador de error de Bits CRC-4

Sa4 a Sa8 Bits de reserva

C1 a C4 Chequeo de Redundancia Cíclica —4

A Indicación de Alarma Remota

2.13.4. TS0 de G.703/G.704 para una señal de 2M usando V5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
			Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
Trama			Sincronismo	-----		V5	---

Figura. 2.34. TS0 de G.703/G.704 para una señal de 2M usando V5.2

- El bit Sa7 es usado solamente para el enlace de control cuando se emplea la interfaz V5.2
- El bit Sa4 puede ser usado con el propósito de sincronismo (opcional). En cambio la tasa primaria ISDN usa desde el bit Sa4 a Sa6 para propósitos de gestión de enlaces.

2.13.5. ARQUITECTURA DE LOS PROTOCOLOS V5

La interfaz V5 esta estructurada como protocolo de 3 niveles: nivel 1, nivel 2 y nivel 3.

2.13.5.1. Nivel 1

El nivel 1 es conocido como el nivel físico. Este nivel determina la interfaz eléctrica, la línea de codificación y la tasa de línea. Esta regido por el estándar ETSI ETS 300 166 o ITU-T G.703, que define las características físicas y eléctricas.

2.13.5.2. Nivel 2

El nivel 2 es conocido como nivel de enlace de datos. Este nivel entrega los datos a través de un línea física y transporta la información entre el nivel 3 a través de la interfaz V5. LAPV5, una versión de LAPD de ETSI ETS 300 125 o ITU- T Q.920 y Q.921 gobierna el nivel de enlace de datos y permite la multiplexación flexible de los diferentes flujos de información.

Para mensajes ISDN, la información del canal D de ISDN es multiplexada en el nivel de enlace de datos sobre una trama en la interfaz V5. Cuando las tramas son recibidas por el subnivel LAPV5- EF de la central telefónica, se emplea una función de mapeo, y si la dirección LAPV5-DL está dentro del rango reservado para datos correspondientes de la subcapa, tal como se define en LAPV5-EF, la dirección será pasada hacia la subcapa LAPV5-DL.

2.13.5.3. Nivel 3

El nivel 3 es un nivel de Red regido por los estándares ETSI ETS 300 324-1(para interfaces V5.1) y ETSI ETS 300 347-1 (para interfaces V5.2). Este nivel establece, termina y mantiene las conexiones a través de la red, entre las entidades de aplicación de comunicación.

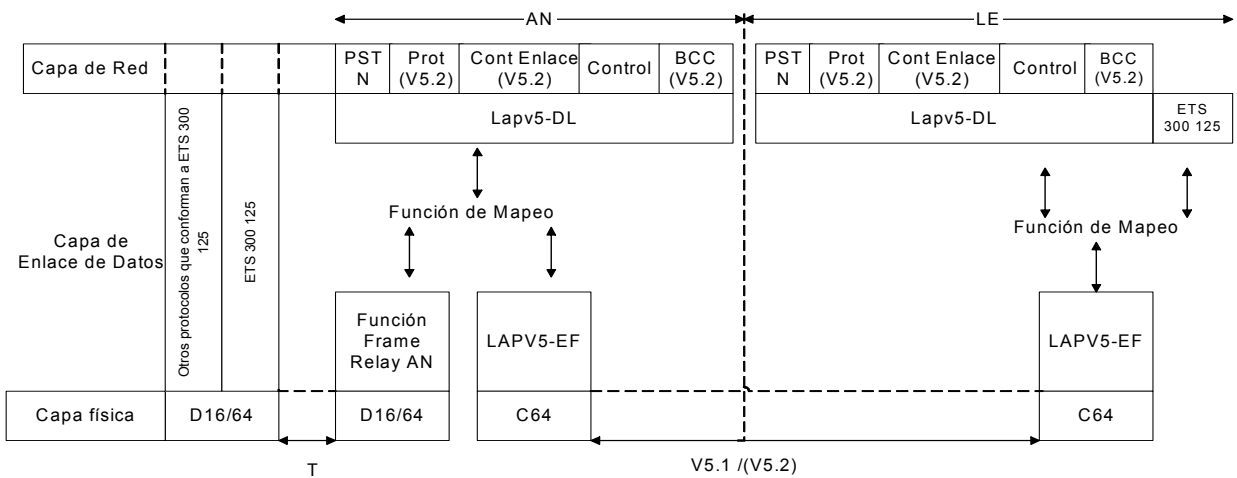


Figura. 2.35. Arquitectura de los Protocolos V5

El control de los protocolos brindan la transferencia bidireccional de la información requerida para:

- Controlar el estado operacional de los puertos individuales de usuario
- Controlar el estado operacional de los enlaces de 2048 kbps (E1)
- Activación y Desactivación de las líneas de ISDN BRI.
- Identificación del enlace
- Provisionamiento coordinado y sincronizado.

2.13.6 Estructura de la Trama

La estructura de la trama puede ser de tipo V5 estándar o V5 codificada (Trama LAP V5 ISDN, sólo para mensajes ISDN), como se muestra en la siguiente figura.

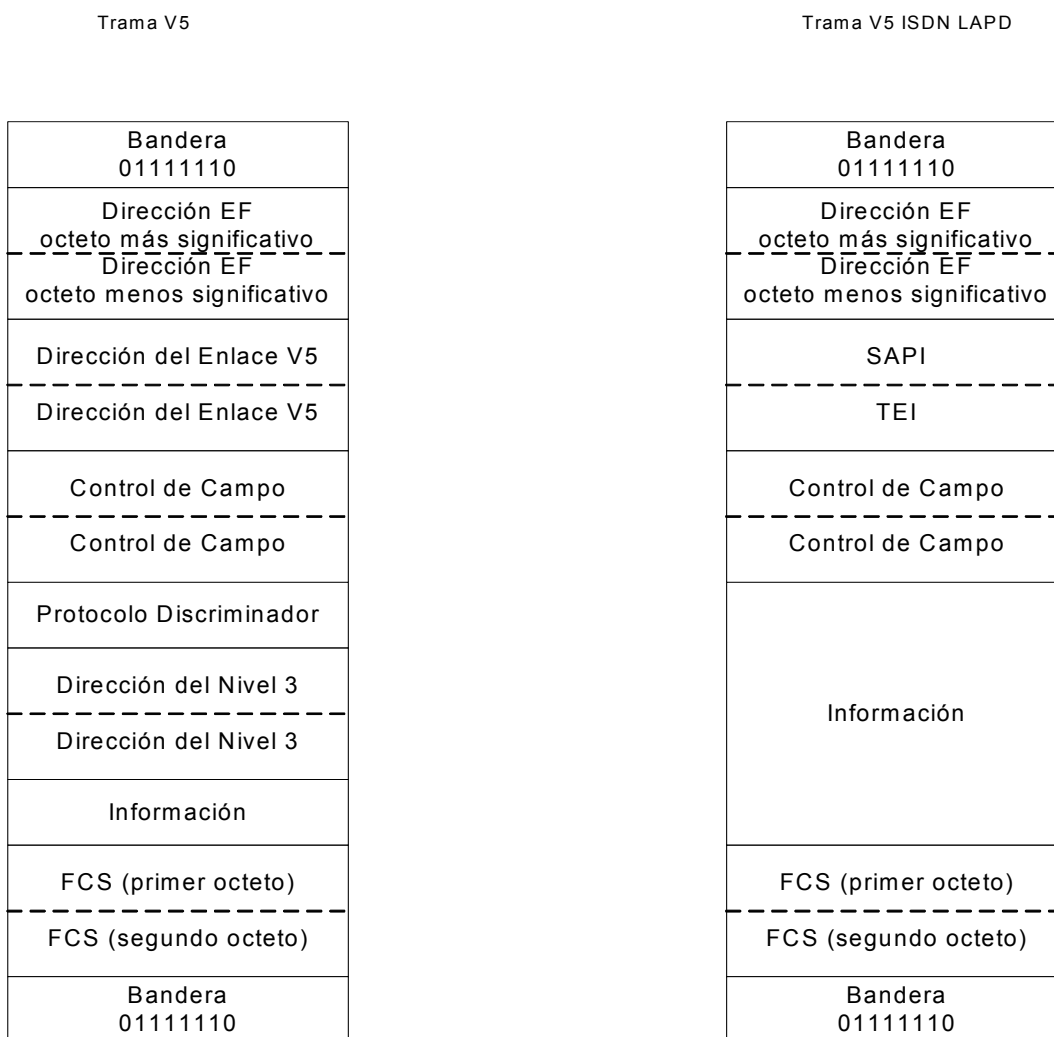


Figura. 2.36. Estructura de trama V5

2.13.7. Componentes de la Trama

2.13.7.1. Flag.- El comienzo y el fin de una trama es indicado por una bandera (01111110)

2.13.7.2. Dirección de la Función de Revestimiento (Envelope Function Address)- La dirección EF determina el protocolo de capa 3 de la trama. Para este propósito se emplean 13 bits en 2 octetos y los 3 bits sobrantes son asignados para la Dirección de extensión y para el bit Comando/Repuesta. Desde cero hasta 8175 indica un mensaje ISDN, mientras que 8176 identifica un mensaje PSTN, como se muestra en la siguiente figura.

Trama V5

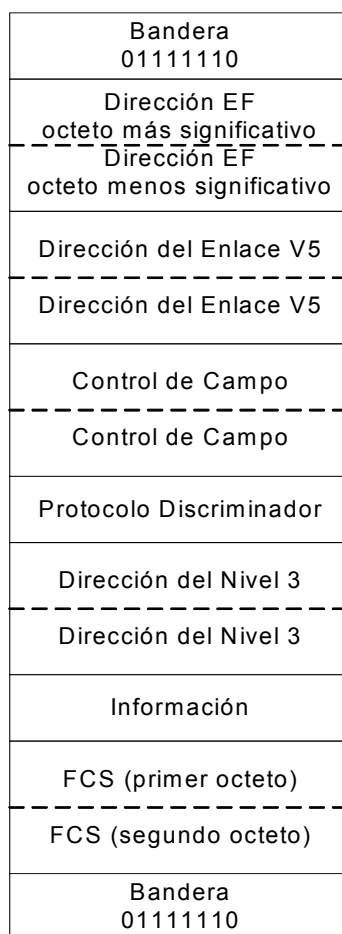


Figura. 2.37. Trama V5

La dirección EF determina el protocolo de capa 3 de la trama. De esta forma, se tienen los diferentes valores para señalización PSTN, Control, BCC, Protocolo de protección y control de Enlace.

EF = 0 – 8175 para puertos ISDN

EF = 8176 para PSTN

EF = 8177 para Control

EF = 8178 para BCC

EF = 8179 para el protocolo de protección

EF = 8180 para control de enlace

2.13.7.3. Dirección del Enlace.- Si se trata de un mensaje PSTN este campo repite la dirección EF. Si es un mensaje ISDN la dirección del enlace será reemplazada con un SAPI y TEI.

2.13.7.5. Campo de Control.-Esta definido por el estándar Q.921 para control de flujo (RR, RNR, REJ, SABME, DISC, etc.).

2.13.7.6. Discriminador de Protocolo.- Usado para distinguir los mensajes correspondientes a los protocolos definidos en el ETS de otros protocolos usando la misma conexión de enlace de datos (para este caso se usa 01001000).

2.13.7.7. Dirección del Capa 3.- Esta dirección es dependiente del protocolo. Identifica la entidad de capa 3 a la que se aplican los mensajes recibidos y transmitidos. Para el protocolo PSTN, esta dirección indicará el ID de puerto de usuario. Para el protocolo de Control ésta identifica al puerto de usuario ISDN o PSTN, ó indica una función de control común V5. Para el protocolo BCC, indica un número de referencia de llamada, el cual identifica el proceso del protocolo BCC. Para el protocolo de protección, esta dirección es para la ID del canal lógico C. Y para el protocolo de control de enlace ésta indica el ID del enlace (Link ID).

2.13.7.8. Información.- Este campo contiene un octeto para el tipo de mensaje, identificando el protocolo al que pertenece el mensaje y la función del mensaje enviado, y en sí el mensaje contiene información o payload.

2.13.7.9. **FCS.-** Secuencia de chequeo de trama, se encarga de verificar si la trama tiene un orden apropiado y un correcto número.

2.13.8. PROTOCOLOS

La interfaz V5.1 tiene los siguientes protocolos

2.13.8.1. **PSTN.-** El protocolo de la red telefónica pública conmutada (PSTN) define un grupo de mensajes para la inicialización y progreso de las llamadas en ambas direcciones. Este protocolo establece y termina las conexiones y porta la información de conexión de la línea.

Se encarga del manejo de la información de marcado, el timbrado y los eventos de pulsación.

Los diferentes tipos de mensajes son mostrados en la figura a continuación:

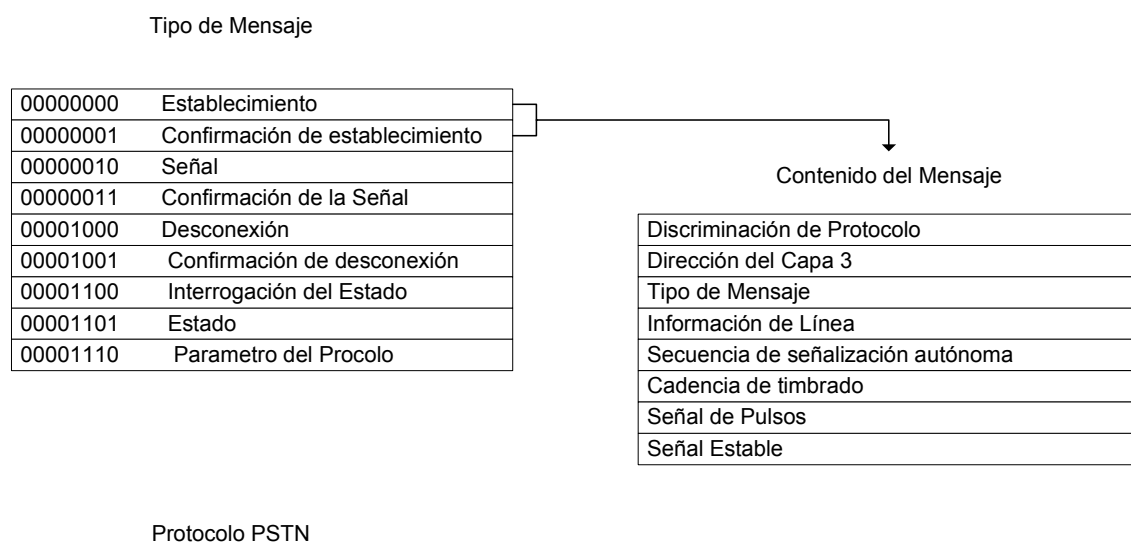


Figura. 2.38. Tipos de Mensajes

Se debe notar que los bits son usados para identificar un tipo de mensaje en particular en el campo de la información de una trama V5.

2.13.8.2. ISDN.- La red de acceso es transparente para la señalización ISDN, debido a que la trama del canal D son retransmitidas dentro de la red de acceso. Las tramas son terminadas en el CPE y LE.

2.13.8.3. Control .- El Protocolo de Control contiene dos partes: Control del puerto de usuario y Control Común.

El Protocolo de Control de Puerto realiza funciones de bloqueo y desbloqueo de puertos individuales , cuando ocurre fallo ó con el propósito de mantenimiento. También soporta funciones que son específicas solamente para puertos ISDN, como son activación y desactivación , indicaciones de desempeño y falla, y control de flujo para la señalización en los puertos ISDN.

El Protocolo de Control Común es responsable del chequeo de la identidad de la interfaz V5, para asegurar la interconexión eficaz y la compatibilidad de la configuración en ambos lados de la interfaz. Cada lado de la interfaz puede informar o solicitar la interfaz ID y la configuración. Si no hay compatibilidad , el protocolo permite que cambios en la configuración en ambos sentidos de la interfaz sean coordinados. También se encarga de coordinar el reset del protocolo PSTN.

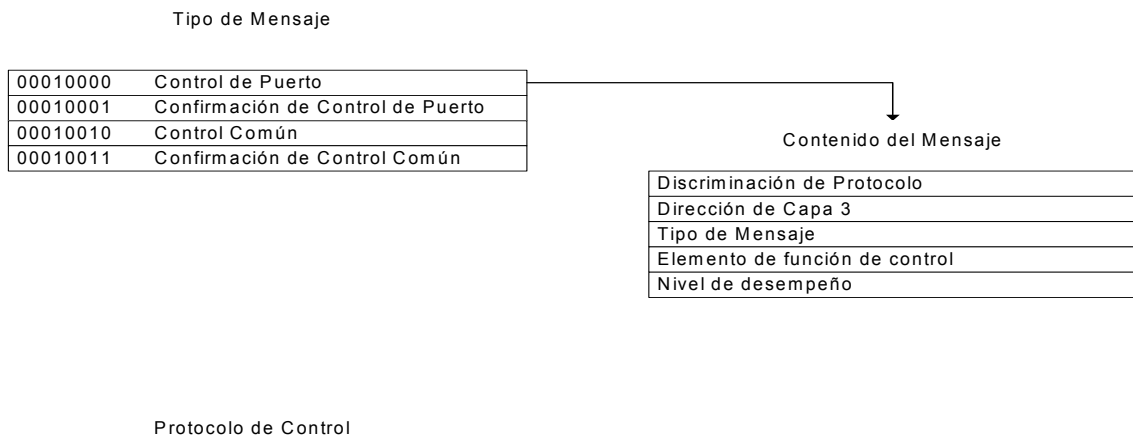
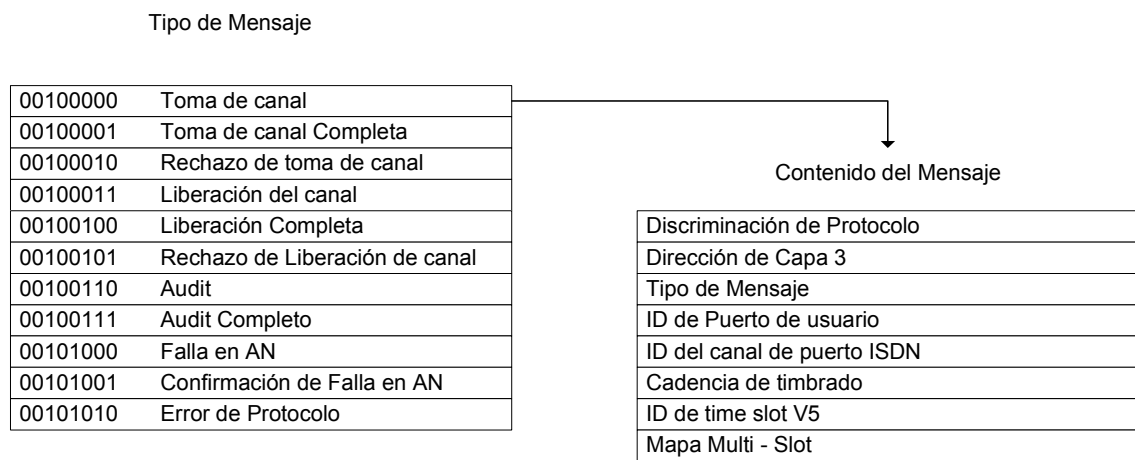


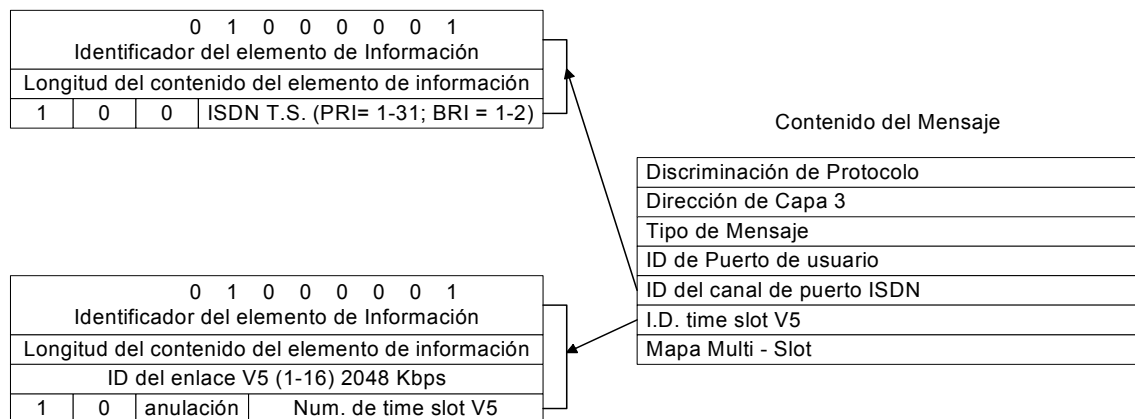
Figura. 2.39. Protocolo de Control

La interfaz V5.2 emplea los protocolos antes mencionados, pero posee protocolos específicos (sólo para V5.2) que se detallan a continuación:

2.13.8.4. BCC (Bearer Channel Connexion).- Este protocolo maneja la asignación dinámica de los enlaces E1 (hasta 16 E1's). En la interfaz V5.1 la asignación es estática, por lo tanto este protocolo no existe en V5.1. BCC controla la ocupación y liberación de los time slots para los puertos del usuario. BCC permite a la central comprobar la toma de canal y permite al nodo de acceso informar a la central LE de cualquier problema que pueda afectar a la toma del canal.



Protocolo BCC



Protocolo BCC

Figura. 2.40. Protocolo BCC

2.13.8.5. Control de Enlace .- Asigna un ID para cada enlace en cada lado de la interfaz y permite a cada lado realizar el chequeo del ID del enlace (Link ID) del lado contrario. Cualquiera de los dos lados de la interfaz puede solicitar a su lado opuesto etiquetar al enlace identificado en el campo de dirección de mensaje .

También tiene la capacidad de poner el enlace en servicio o fuera de servicio, en caso de que el enlace presente fallas o con propósitos de mantenimiento (bloqueo y desbloqueo del enlace).

Hay dos solicitudes de bloqueo principales: La solicitud de alta prioridad bloquea inmediatamente los canales ocupados y los libera (bloqueo forzado). La solicitud de prioridad menor bloquea los canales luego de finalizar las llamadas de todos los canales, es decir no existen llamadas perdidas (bloqueo no forzado).

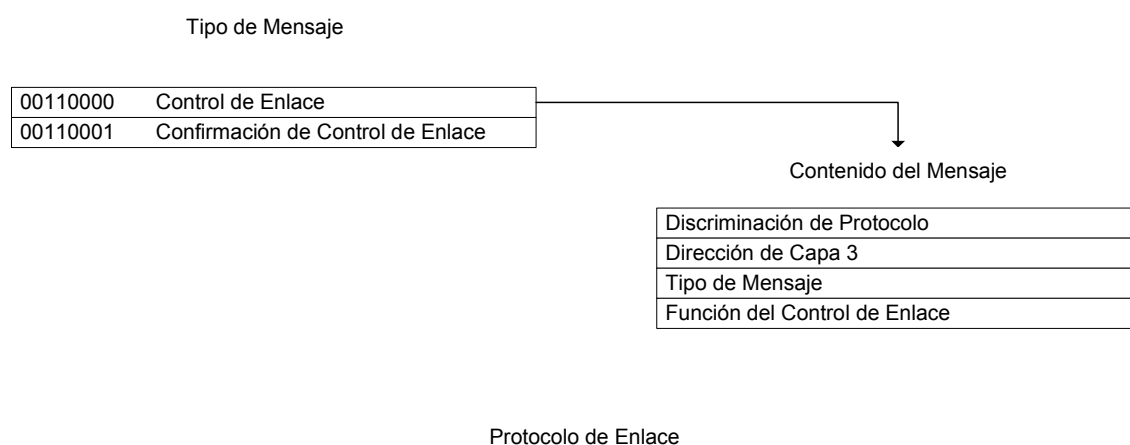


Figura. 2.41. Protocolo de Enlace

2.13.8.6. Protección .- Este protocolo es para proteger los canales de comunicación de las fallas, mejora la confiabilidad de la interfaz V5.2. Realiza procedimientos de protección de switch-over de los caminos de comunicación que fallen. Cuando las fallas ocurren sobre un time slot físico, el canal lógico será retomado por otro time slot. Este no protege los canales portadores.

El protocolo de control es llevado sobre el time slot 16 del enlace primario y secundario de la interfaz V5.2. Estos dos time slots son considerados como el grupo 1 de protección. El protocolo de protección en el time slot 16 del enlace secundario monitorea los dos enlaces primario y secundario. Esto asegura la detección de la degradación del enlace primario y la disponibilidad del enlace secundario.

El grupo 2 de protección es utilizado si más time slots son empleados. El canal físico C es ocupado en este grupo de protección de la siguiente manera: El time slot 16 de los enlaces E1 restantes son ocupados; si se requiere más, el time slot 15 del siguiente enlace de un E1 es ocupado, si aun se requiere más, el time slot 31 del mismo enlace E1 es ocupado. Si aún se requiere más Canales de comunicación, se ocupa de uno en uno el time slot 15 y 31 del siguiente enlace.

2.14. EQUIPOS DE ACCESO

Como en el capítulo I ya se describió los equipos de acceso a continuación se muestran los precios de cada equipo.

2.14.1. Equipos NEC (FA-1201)

2.14.1.1. Costos

NODO ACCESO MULTISERVICIO NAMS	
FA1201 UNIDAD DE ACCESO	\$ 630123,42
ACCESORIOS	\$ 10167,35
SISTEMA DE NMS WINDATA	\$ 103760,85
RED DE ONMUTACIÓN DCN	\$ 46728,83
MATERIAL DE INSTALACIÓN	\$ 2760,00
Total	\$ 793540.45

Tabla. 2.16. Costos del equipo FA-1201

Costo por línea POTS = \$ 793540.45 / (480 x 6)= \$275.53 USD

Nota: Cada Nodo de acceso NEC consta de 3 equipos con 2 interfaces de 480 abonados cada uno.

2.14.2. Equipos Ericsson (DIAMUX)

2.14.2.1. Costos

Para el detalle de los precios se ha dividido a la ciudad de Quito en dos partes: Parte norte y Parte Sur.

Parte Norte

- Iñaquito
- La Luz
- Carcelen
- Cotacollao
- El Condado

Parte Sur

- El Pintado
- Guajaló
- Villafora
- Quito Centro
- Mariscal
- Monjas

El ADM para los nodos es \$ 2.466.513.52

Centrales	Fibra óptica	Transmisión	Equipos de Acceso	Actualización	Interfaz V5.2	Amp. de Tráfico	Totales
IÑAQUITO	\$5.92	\$41.13	\$74.17	\$4.15	\$18.31	\$0.45	\$144.13
LA LUZ	4.27	35.17	73.07		18.31	0.32	131.14
CARCELEN	6.23	37.08	72.83		18.31	0.48	134.93
COTOCOLLAO	4.94	29.89	78.18	5.62	18.31	0.36	137.3
EL CONDADO	2.82	28.99	73.62	27.2	18.31	0.21	151.15
EL PINTADO	6.72	45.32	78.42		24.98	0.51	155.95
GUAJALO	6.24	39.53	75.59	6.21	24.98	0.31	152.86
VILLAFORA	3.54	43.64	74.85	5.98	24.98	0.26	153.25
QUITO CENTRO	3.99	40.9	75.2	6.78	24.98	0.43	152.28
MARISCAL	5.86	52.66	77.02		11.71	11.14	158.39
MONJAS	7.81	36.91	78.91		24.98	0.58	149.19

Tabla. 2.17. Costos Diamux/abonado

Costo promedio por línea \$ 147.54

2.14.3. Equipos Alcatel (Litespan 1540)

2.14.3.1. Costos

Centrales	Fibra óptica	Transmisión	Equipos de Acceso	Actualización	Interfaz V5.2	Amp. de Tráfico	Total
IÑAQUITO	\$18.63	\$37.4	\$81.39	\$4.15	\$32.05	\$47.95	\$221.59
LA LUZ	12.9	21.81	79.74		37.2	31.36	183.01
CARCELEN	19.49	21.9	79.73		33.73	29.26	184.11
COTOCOLLAO	14.5	32.64	84.59	5.62	41.75	46.1	225.2
EL CONDADO	8.33	23.68	80.39	27.2	55.15	39.34	234.09
EL PINTADO	21.22	29.83	84.83		16.86	41.08	193.82
GUAJALO	19.55	24.2	79.75	6.21	35.59	31.46	196.76
VILLAFORA	10.14	37.22	76.08	5.98	37.22	43.47	210.11
QUITO CENTRO	12.37	36.83	79.54	6.78	35.69	48.37	219.58
MARISCAL	18.27	46.07	83.3		11.71	11.14	170.49
MONJAS	25.39	34.21	90.1		50.05	58.46	258.21

Tabla. 2.18. Costos del Nodo ALCATEL / abonado

Precio promedio por línea \$ 203.26

El ADM para los nodos es \$1.850.475.11

2.15. Selección de equipos

Los equipos LITESPAN 1540 presentan muchos beneficios, y son los únicos que brindan servicios de POTS, ISDN y ADSL al mismo tiempo. Poseen una gestión gráfica y centralizada, muy amigable con el usuario. Son equipos modulares, que al prestar todos los servicios sobre la misma plataforma, facilitan el mantenimiento y operación sobre los mismos. Presentan una gran compatibilidad con las centrales ALCATEL. Además, como son equipos de nueva generación permiten conectarse a un softswitch que maneje IP, que es la tendencia a seguir de la mayoría de las redes. Por todas estas razones aunque el precio es relativamente mayor con respecto a otras tecnologías se puede decir que la inversión es recuperable en un 100% en muy poco tiempo (Ver CAPITULO V).

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA

3.1. Análisis de Tráfico

Como criterios de diseño de una red se deben considerar varios factores que intervienen o podrían afectar al desempeño y disponibilidad de la red. Un aspecto importante es la congestión o saturación de los circuitos o enlaces de comunicación por lo que es necesario realizar un análisis de tráfico telefónico de cada central y las rutas respectivas que intervengan en la red a diseñarse.

Una de las técnicas empleadas para determinar el tráfico es la utilización de la fórmula de Erlang – B, en la que existe una relación entre la cantidad de recursos de la red, la probabilidad de pérdida de toma de los recursos para la obtención de tráfico total.

El tráfico en Erlangs se define como una relación de la cantidad de tiempo de utilización de los recursos y el tiempo total.

La fórmula de Erlang se expresa de la siguiente manera:

$$P_B = \frac{\frac{E^N}{N!}}{\sum_{X=0}^N \frac{E^X}{X!}}$$

Donde:

P_B = es probabilidad de pérdida de utilización de un recurso

N = Cantidad de recursos disponibles

E = Tráfico en Erlangs

De acuerdo con lo anterior se obtienen las llamadas tablas de Erlang

3.2 Tráfico actual de las Centrales Telefónicas

Para el análisis de tráfico actual y determinación de congestión en caso de haberla, se logró tomar datos el tráfico total generado en todas centrales telefónicas de Quito en la hora cargada, en día de mayor tráfico de la semana a las que se conectan los diferentes nodos de acceso de ANDINATEL S.A. tal como se indica en la tabla 3.1. La hora pico de un día en todas las centrales son las 21H00

Central	Tráfico (Erl)
CCL3	1359.45
COT2	2260.15
ECD1	907.33
GJL1	1553.63
INA4	6743.7
LLZ3	1404.63
MNJ2	554.57
PTD3	1434.57
QCN1	1696.38
VFL3	2616.97
MSC1	4874.2
GMN	2130.7

CCL3 = Central Carcelén
 COT2 = Central Cotocollao
 ECD1 = Central El Condado
 GJL1 = Central Guajaló
 INA4 = Central Iñaquito
 LLZ3 = Central La Luz
 MNJ2 = Central Monjas
 PTD3 = Central El Pintado
 QCN1 = Central Quito Centro
 VFL3 = Central Villaflora
 MSC1 = Mariscal Sucre
 GMN = Guamaní

Tabla. 3.1. Tráfico de las Centrales

Para determinar la cantidad de tráfico promedio por abonado de una central se tiene la siguiente relación:

$$\text{tráfico promedio} = \frac{\text{Tráfico total de la central}}{\text{Número Total de Abonados}}$$

A continuación se muestran los abonados de cada central tanto los creados en la segunda fila como los disponibles en la primera fila.

	CCL3	COT2	ECD1	GJL1	INA4	INQ1	LLZ3	MNJ2	PTD3	QCN1	VFL3	MSC1	GMN
Abon Máx.	27246	32114	14983	37284	54959	26762	25188	12557	34536	36334	53999	45465	31112
Abon Crea	25058	32599	12902	30563	50627	26208	23171	10432	33396	32221	50873	42334	28467

Tabla. 3.2. Número de Abonados en cada Central

Ejemplo:

El tráfico promedio de cada central se calcula de la siguiente manera:

$$\text{tráfico promedio por abonado} = \frac{1359.45}{25058} = 0.054252113$$

Para obtener el tráfico por nodo de acceso se multiplica por el número de abonados de cada nodo

$$\text{tráfico} = 0.05425113 \times 1441 = 78.17$$

Una vez determinado el tráfico promedio se obtiene el tráfico de cada haz o interfaz de los nodos de acceso tal como se muestra en la tabla 3.3

Central	Nodo	total E1's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
CCL3	29 de Abril (N1CL)	12	2	1470	1441	78.17
	29 de Abril (N1CL)	12	2	1470	1424	77.25
	29 de Abril (N1CL)	11	2	1140	914	49.58
	La Bota (N2CL)	12	2	1470	1380	74.86
	La Bota (N2CL)	12	2	1470	1401	76

Central	Nodo	total E1's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
CCL3	La Bota (N2CL)	12	2	1470	1268	68.79
	La Bota (N2CL)	12	2	1470	1289	63.93
	La Bota (N2CL)	4	2	480	355	19.25
	Juncos (N3CL)	12	2	1470	922	50
	Juncos (N3CL)	8	2	990	517	28.04
COT2	P. Infantil (N1CT)	12	2	1470	1179	81.74
	P. Infantil (N1CT)	12	2	1470	297	20.59
	P. Infantil (N1CT)	2	2	120	53	3.67
	Flavio A. (N2CT)	12	2	1470	1440	99.83
	Flavio A. (N2CT)	12	2	1440	1327	92
ECD1	Rumihurco (N2EC)	12	2	1470	1392	97.89
	Rumihurco (N2EC)	12	2	1470	1422	100
	Rumihurco (N2EC)	7	2	840	760	53.44
GJL1	Solanda (N1GJ)	4	2	690	577	29.3310379
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	597	30.3477116
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	420	21.3501489
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	70	3.55835815
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	146	7.42171842
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	94	4.77836665
	Solanda (N1GJ)	4	2	690	96	4.88003403
	San Martín (N3GJ)	4	2	690	619	31.4660527
	San Martín (N3GJ)	4	2	690	653	33.1943981
	San Martín (N3GJ)	4	2	690	633	32.1777244
	San Martín (N3GJ)	4	2	690	669	34.0077371
	San Martín (N3GJ)	4	2	330	325	16.5209485
	Zumbagua (N4GJ)	4	2	690	586	29.788541
	Zumbagua (N4GJ)	4	2	690	468	23.7901659
	Zumbagua (N4GJ)	4	2	690	11	0.55917057
	Zumbagua (N4GJ)	4	2	690	64	3.25335602
	Zumbagua (N4GJ)	4	2	690	314	15.961778
INA4	Florida (N1IQ)	12	2	1470	1299	173.031511
	Florida (N1IQ)	12	2	930	925	123.213355
	Florida (N1IQ)	12	2	1080	896	119.350449
	Florida (N1IQ)	3	2	90	67	8.92464298
	Carondelet (N2IQ)	12	2	1470	1417	188.749539
	Carondelet (N2IQ)	12	2	1470	1356	180.624118

Central	Nodo	total E1's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
INA4	Carondelet (N2IQ)	8	2	870	820	109.226974
	Carolina (N3IQ)	12	2	1470	1251	166.637737
	Carolina (N3IQ)	10	2	1140	571	76.0592707
	Monteserrín (N4IQ)	12	2	1470	1041	138.664975
	Monteserrín (N4IQ)	12	2	1470	1178	156.913872
	Monteserrín (N4IQ)	4	2	390	365	48.6193237
LLZ3	Nogales (N1LZ)	12	2	1470	1379	83.5952169
	Nogales (N1LZ)	12	2	1470	1399	84.8076203
	Nogales (N1LZ)	12	2	1470	1349	81.7766117
	Nogales (N1LZ)	6	2	660	374	22.6719442
	La DAC (N3LZ)	12	2	1470	1387	84.0801782
	La DAC (N3LZ)	12	2	1470	1287	78.0181611
	La DAC (N3LZ)	12	2	1470	1037	62.8631181
	La DAC (N3LZ)	3	2	300	124	7.5169013
MNJ2	Obrero I. (N1MJ)	4	2	690	658	34.9795878
	Obrero I. (N1MJ)	4	2	690	637	33.863218
	Obrero I. (N1MJ)	4	2	330	299	15.8949799
	Calle Q y P (N2MJ)	4	2	690	451	23.975371
	Calle Q y P (N2MJ)	4	2	690	624	33.1721319
	Calle Q y P (N2MJ)	4	2	690	297	15.7886589
PTD3	Consuelo B. (N1PT)	4	2	690	664	28.5230111
	Consuelo B. (N1PT)	4	2	660	594	25.5160672
	Consuelo B. (N1PT)	4	2	690	644	27.6638843
	Consuelo B. (N1PT)	4	2	330	287	12.3284702
	Angamarca (N2PT)	4	2	690	489	21.0056513
	Angamarca (N2PT)	4	2	660	452	19.4162666
	Angamarca (N2PT)	4	2	690	458	19.6740047
	Angamarca (N2PT)	4	2	330	153	6.57232034
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	655	28.1364041
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	647	27.7927533
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	660	28.3511858
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	671	28.8237055
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	341	14.6481126
	Joaquín R (N4PT)	4	2	690	629	27.0195392
	Calle G (N5PT)	4	2	690	678	29.1243999
	Calle G (N5PT)	4	2	690	672	28.8666619

Central	Nodo	total E1's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
PTD3	Calle G (N5PT)	4	2	690	680	29.2103126
	Calle G (N5PT)	4	2	690	329	14.1326365
	Calle G (N5PT)	4	2	330	14	0.60138879
QCN1	San Juan (N1QC)	4	2	690	579	30.48335
	San Juan (N1QC)	4	2	690	649	34.1687291
	San Juan (N1QC)	4	2	690	624	32.8525223
	San Juan (N1QC)	4	2	690	637	33.5369498
	San Juan (N1QC)	4	2	690	665	35.0111015
	San Juan (N1QC)	4	2	690	665	35.0111015
	San Juan (N1QC)	4	2	330	316	16.6368542
	La Tola (N3QC)	4	2	690	616	32.4313361
	La Tola (N3QC)	4	2	690	395	20.7960678
	La Tola (N3QC)	4	2	690	156	8.21313057
	La Tola (N3QC)	4	2	690	110	5.79131002
	La Tola (N3QC)	4	2	690	348	18.321599
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	632	33.2737085
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	643	33.8528395
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	643	33.8528395
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	319	16.794799
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	155	8.16048229
	Panecillo (N4QC)	4	2	690	102	5.37012383
VFL3	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	612	31.5378304
	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	677	34.8874365
	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	672	34.6297745
	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	630	32.4654136
	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	664	34.2175153
	A. Jaramillo (N1VF)	4	2	690	657	33.8567885
	Est. Trole (N3VF)	4	2	690	642	33.0838025
	Est. Trole (N3VF)	4	2	690	503	25.9207985
	Est. Trole (N3VF)	4	2	690	376	19.3761834
	Est. Trole (N3VF)	4	2	690	301	15.5112532
	Est. Trole (N3VF)	4	2	1050	525	27.0545114
	John Harman (N4VF)	4	2	690	618	31.8470248
	John Harman (N4VF)	4	2	690	520	26.7968493
	John Harman (N4VF)	4	2	690	543	27.9820946
John Harman (N4VF)	4	2	690	517	26.6422521	

Central	Nodo	total EI's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
VLF3	John Harman (N4VF)	4	2	690	479	24.6840208
	Napo (N5VF)	4	2	690	653	33.6506589
	Napo (N5VF)	4	2	690	680	35.0420338
	Napo (N5VF)	4	2	1050	1001	51.583935
MSC1	Las Casas (N1MS)	4	2	690	677	34.8874365
	Las Casas (N1MS)	4	2	690	589	30.3525851
	Las Casas (N1MS)	4	2	690	622	32.0531544
	Las Casas (N1MS)	4	2	690	681	35.0935662
	Las Casas (N1MS)	4	2	690	512	26.3845901
	Las Casas (N1MS)	4	2	330	166	8.55437883
	Bogotá y Versalles (N2MS)	4	2	690	654	33.7021913
	Bogotá y Versalles (N2MS)	4	2	690	632	32.5684784
	Bogotá y Versalles (N2MS)	4	2	690	544	28.033627
	Bogotá y Versalles (N2MS)	4	2	690	503	25.9207985
	Bogotá y Versalles (N2MS)	4	2	330	137	7.05993915
	La Floresta (N3MS)	4	2	690	599	30.8679091
	La Floresta (N3MS)	4	2	690	680	35.0420338
	La Floresta (N3MS)	4	2	690	614	31.6408952
	La Floresta (N3MS)	4	2	690	421	21.6951415
	GMN	Cdla. Ejército (N1GM)	4	2	480	477
Cdla. Ejército (N1GM)		4	2	480	444	22.8803867
Cdla. Ejército (N1GM)		4	2	480	213	10.9764017
El Rocío (N2GM)		4	2	480	432	22.2619979
El Rocío (N2GM)		4	2	480	471	24.2717616
El Rocío (N2GM)		4	2	480	420	21.6436091
El Rocío (N2GM)		4	2	480	121	6.23542071
Maldonado (N3GM)		4	2	480	466	24.0140996
Maldonado (N3GM)		4	2	480	478	24.6324884
Maldonado (N3GM)		4	2	480	409	21.0767527
Maldonado (N3GM)		4	2	480	197	10.1518833
El Conde (N5GM)		4	2	480	451	23.2411136
El Conde (N5GM)		4	2	480	339	17.4694845
El Conde (N5GM)		4	2	480	410	21.1282851
El Conde (N5GM)		4	2	480	274	14.1198783
Caupicho (N6GM)		4	2	480	433	22.3135303

Central	Nodo	total E1's V5.2	Cant. CCs	Abon. equipados	Abon. Utilizados	Tráfico
GMN	Caupicho (N6GM)	4	2	480	465	23.9625672
	Caupicho (N6GM)	4	2	480	352	18.1394057

Tabla. 3.3. Tráfico de cada Interfaz de los Nodos de Acceso

Con los datos de tráfico y aplicando la fórmula de Erlang- B ó aplicando las tablas de Erlang se puede calcular los circuitos necesarios para cada interfaz. Además dependiendo del número de circuitos obtenidos, se puede determinar el número de E1's necesarios ya que estos tienen 32 circuitos.

Para calcular el tráfico y el número de circuitos se empleó la calculadora de Erlang-B disponible en el Internet.

Calculadora Erlang-B

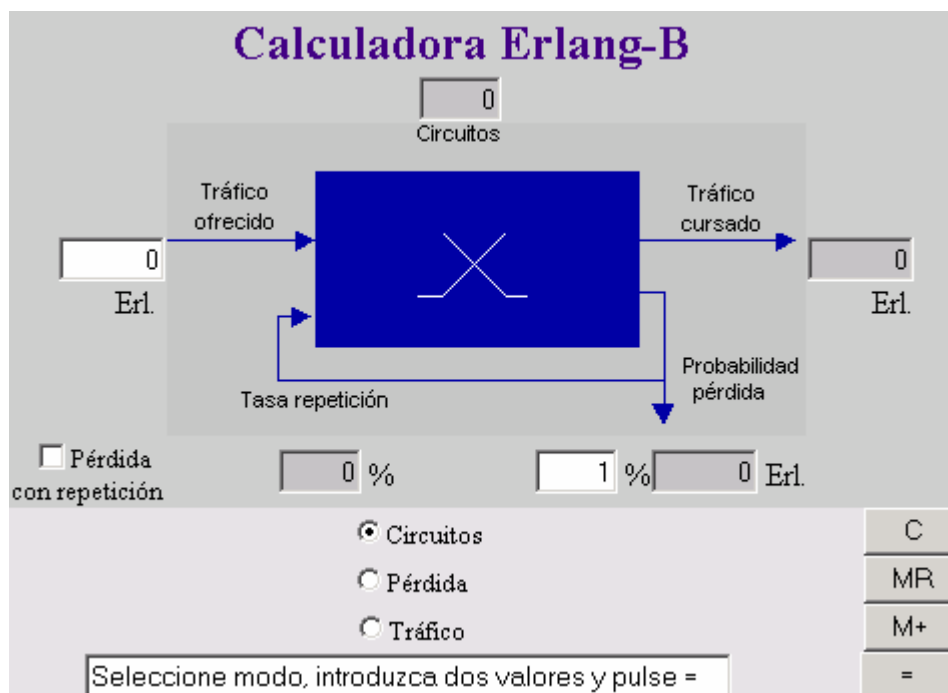


Figura. 3.1. Calculadora Erlang –B

Erlang B evalúa el tráfico, la pérdida y el número de circuitos. Con dos de estos parámetros se determina el tercero. Además se distingue entre tráfico ofrecido (de entrada) y tráfico cursado (atendido):

- a. Circuitos: conocido el tráfico ofrecido y la pérdida máxima deseada se calculan los circuitos necesarios.
- b. Pérdida: conocidos los circuitos y el tráfico cursado se calcula la probabilidad de pérdida.
- c. Tráfico: conocidos los circuitos y la pérdida se calcula el tráfico que soporta. Si en lugar de reenrutar las llamadas perdidas, éstas se reintentan, entonces se aplica la fórmula extendida de Erlang B.

Instrucciones:

1. Seleccione el modo cálculo (circuitos, pérdida o tráfico) en función del parámetro desconocido.
2. Si las llamadas perdidas se reintentan, marque "Pérdidas con repetición" y modifique la tasa de repetición, si lo desea. Si las llamadas perdidas se reenrutan, no es necesario.
3. Introduzca los dos parámetros solicitados.
4. Pulse "Calcular" para obtener el resultado; "C" para borrar los datos; "M+" para guardarlos o "MR" para recuperarlos.

Ejemplo

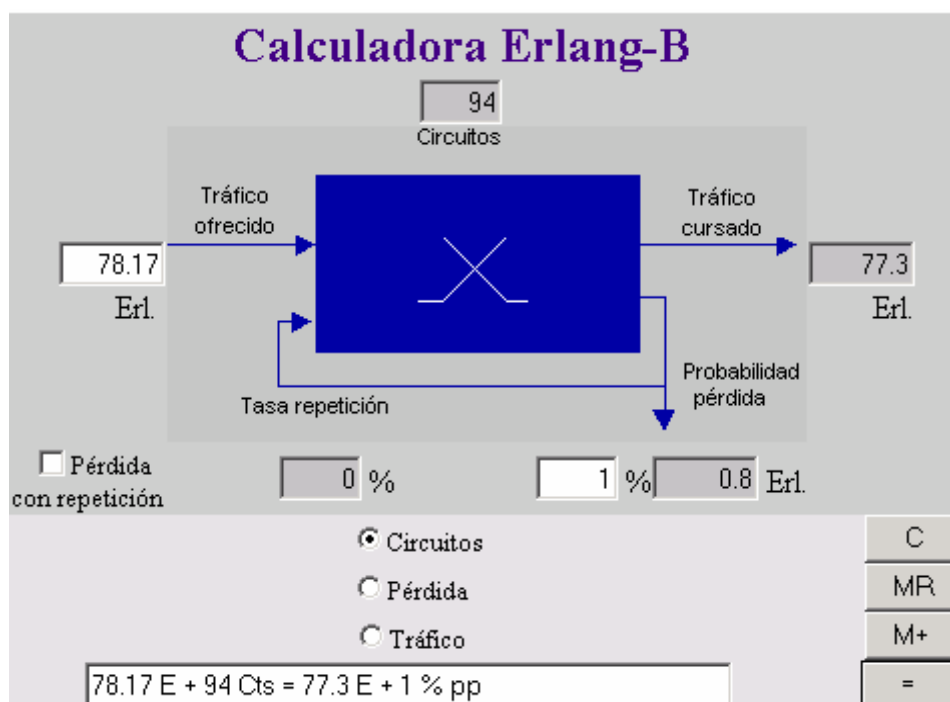


Figura 3.2. Ejemplo de Cálculo de los Circuitos

Si ingresamos el tráfico ya conocido en la tabla 3.3 y considerando un pérdida del 1% podemos obtener el número de circuitos que es de 94. De esta manera se realizó con todos los datos de tráfico conocidos para determinar el número de circuitos. Para el cálculo del número de E1's se divide el número total de circuitos para 32, ya que cada E1's posee 32 circuitos.

Central	Nodo	Circuitos	Abon. Utilizados	Tráfico	E1's Necesarios	E1's sobrantes
CCL3	29 de Abril (N1CL)	94	1441	78.17	3	9
	29 de Abril (N1CL)	93	1424	77.25	3	9
	29 de Abril (N1CL)	63	914	49.58	2	9
	La Bota (N2CL)	91	1380	74.86	3	9
	La Bota (N2CL)	92	1401	76	3	9
	La Bota (N2CL)	84	1268	68.79	3	9
	La Bota (N2CL)	79	1289	63.93	3	9

Central	Nodo	Circuitos	Abon. Utilizados	Tráfico	E1's Necesarios	E1's sobrantes
CCL3	La Bota (N2CL)	29	355	19.25	1	3
	Juncos (N3CL)	64	922	50	2	10
	Juncos (N3CL)	39	517	28.04	2	6
COT2	P. Infantil (N1CT)	98	1179	81.74	4	8
	P. Infantil (N1CT)	31	297	20.59	1	11
	P. Infantil (N1CT)	9	53	3.67	1	1
	Flavio A. (N2CT)	117	1440	99.83	4	8
	Flavio A. (N2CT)	109	1327	92	4	8
ECD1	Rumihurco (N2EC)	115	1392	97.89	4	8
	Rumihurco (N2EC)	117	1422	100	4	8
	Rumihurco (N2EC)	68	760	53.44	3	4
GJL1	Solanda (N1GJ)	41	577	29.3310379	2	2
	Solanda (N1GJ)	42	597	30.3477116	2	2
	Solanda (N1GJ)	32	420	21.3501489	1	3
	Solanda (N1GJ)	9	70	3.55835815	1	3
	Solanda (N1GJ)	15	146	7.42171842	1	3
	Solanda (N1GJ)	11	94	4.77836665	1	3
	Solanda (N1GJ)	11	96	4.88003403	1	3
	San Martín (N3GJ)	43	619	31.4660527	2	2
	San Martín (N3GJ)	45	653	33.1943981	2	2
	San Martín (N3GJ)	44	633	32.1777244	2	2
	San Martín (N3GJ)	46	669	34.0077371	2	2
	San Martín (N3GJ)	26	325	16.5209485	1	3
	Zumbagua (N4GJ)	41	586	29.788541	2	2
	Zumbagua (N4GJ)	35	468	23.7901659	2	2
	Zumbagua (N4GJ)	4	11	0.55917057	1	3
	Zumbagua (N4GJ)	9	64	3.25335602	1	3
Zumbagua (N4GJ)	25	314	15.961778	1	3	
INA4	Florida (N1IQ)	194	1299	173.031511	7	5
	Florida (N1IQ)	142	925	123.213355	5	7
	Florida (N1IQ)	138	896	119.350449	5	7
	Florida (N1IQ)	17	67	8.92464298	1	2
	Carondelet (N2IQ)	210	1417	188.749539	7	5
	Carondelet (N2IQ)	201	1356	180.624118	7	5
	Carondelet (N2IQ)	127	820	109.226974	4	4
	Carolina (N3IQ)	187	1251	166.637737	6	6

Central	Nodo	Circuitos	Abon. Utilizados	Tráfico	E1's Necesarios	E1's sobrantes
INA4	Carolina (N3IQ)	92	571	76.0592707	3	7
	Monteserrín (N4IQ)	158	1041	138.664975	5	7
	Monteserrín (N4IQ)	177	1178	156.913872	6	6
	Monteserrín (N4IQ)	62	365	48.6193237	2	2
LLZ3	Nogales (N1LZ)	100	1379	83.5952169	4	8
	Nogales (N1LZ)	101	1399	84.8076203	4	8
	Nogales (N1LZ)	98	1349	81.7766117	4	8
	Nogales (N1LZ)	33	374	22.6719442	2	6
	La DAC (N3LZ)	101	1387	84.0801782	4	8
	La DAC (N3LZ)	94	1287	78.0181611	3	9
	La DAC (N3LZ)	78	1037	62.8631181	3	9
	La DAC (N3LZ)	15	124	7.5169013	1	2
MNJ2	Obrero I. (N1MJ)	47	658	34.9795878	2	2
	Obrero I. (N1MJ)	46	637	33.863218	2	2
	Obrero I. (N1MJ)	25	299	15.8949799	1	3
	Calle Q y P (N2MJ)	35	451	23.975371	2	2
	Calle Q y P (N2MJ)	45	624	33.1721319	2	2
	Calle Q y P (N2MJ)	25	297	15.7886589	1	3
PTD3	Consuelo B. (N1PT)	40	664	28.5230111	2	2
	Consuelo B. (N1PT)	37	594	25.5160672	2	2
	Consuelo B. (N1PT)	39	644	27.6638843	2	2
	Consuelo B. (N1PT)	21	287	12.3284702	1	3
	Angamarca (N2PT)	31	489	21.0056513	1	3
	Angamarca (N2PT)	29	452	19.4162666	1	3
	Angamarca (N2PT)	30	458	19.6740047	1	3
	Angamarca (N2PT)	13	153	6.57232034	1	3
	Joaquín R (N4PT)	40	655	28.1364041	2	2
	Joaquín R (N4PT)	39	647	27.7927533	2	2
	Joaquín R (N4PT)	40	660	28.3511858	2	2
	Joaquín R (N4PT)	40	671	28.8237055	2	2
	Joaquín R (N4PT)	24	341	14.6481126	1	3
	Joaquín R (N4PT)	38	629	27.0195392	2	2
	Calle G (N5PT)	41	678	29.1243999	2	2
	Calle G (N5PT)	40	672	28.8666619	2	2
	Calle G (N5PT)	41	680	29.2103126	2	2
	Calle G (N5PT)	23	329	14.1326365	1	3

Central	Nodo	Circuitos	Abon. Utilizados	Tráfico	E1's Necesarios	E1's sobrantes
PTD3	Calle G (N5PT)	4	14	0.60138879	1	3
QCN1	San Juan (N1QC)	42	579	30.48335	2	2
	San Juan (N1QC)	46	649	34.1687291	2	2
	San Juan (N1QC)	45	624	32.8525223	2	2
	San Juan (N1QC)	46	637	33.5369498	2	2
	San Juan (N1QC)	47	665	35.0111015	2	2
	San Juan (N1QC)	47	665	35.0111015	2	2
	San Juan (N1QC)	26	316	16.6368542	1	3
	La Tola (N3QC)	44	616	32.4313361	2	2
	La Tola (N3QC)	31	395	20.7960678	1	3
	La Tola (N3QC)	16	156	8.21313057	1	3
	La Tola (N3QC)	12	110	5.79131002	1	3
	La Tola (N3QC)	28	348	18.321599	1	3
	Panecillo (N4QC)	45	632	33.2737085	2	2
	Panecillo (N4QC)	46	643	33.8528395	2	2
	Panecillo (N4QC)	46	643	33.8528395	2	2
	Panecillo (N4QC)	26	319	16.794799	1	3
	Panecillo (N4QC)	16	155	8.16048229	1	3
	Panecillo (N4QC)	12	102	5.37012383	1	3
	MSC1	Las Casas (N1MS)	47	690	34.8874365	2
Las Casas (N1MS)		42	690	30.3525851	2	2
Las Casas (N1MS)		44	690	32.0531544	2	2
Las Casas (N1MS)		47	690	35.0935662	2	2
Las Casas (N1MS)		38	690	26.3845901	2	2
Bogotá y Versalles (N2MS)		16	330	8.55437883	1	3
Bogotá y Versalles (N2MS)		46	690	33.7021913	2	2
Bogotá y Versalles (N2MS)		45	690	32.5684784	2	2
Bogotá y Versalles (N2MS)		39	690	28.033627	2	2
Bogotá y Versalles (N2MS)		37	690	25.9207985	2	2
La Floresta (N3MS)		14	330	7.05993915	1	3
La Floresta (N3MS)		43	690	30.8679091	2	2
La Floresta (N3MS)		47	690	35.0420338	2	2
La Floresta (N3MS)		43	690	31.6408952	2	2
GMN	Cdla. Ejército (N1GM)	32	480	21.6951415	1	3
	Cdla. Ejército (N1GM)	35	480	24.580956	2	2
	Cdla. Ejército (N1GM)	33	480	22.8803867	2	2

Central	Nodo	Circuitos	Abon. Utilizados	Tráfico	E1's Necesarios	E1's sobrantes
GMN	El Rocío (N2GM)	19	480	10.9764017	1	3
	El Rocío (N2GM)	33	480	22.2619979	2	2
	El Rocío (N2GM)	35	480	24.2717616	2	2
	El Rocío (N2GM)	32	480	21.6436091	1	3
	Maldonado (N3GM)	13	480	6.23542071	1	3
	Maldonado (N3GM)	35	480	24.0140996	2	2
	Maldonado (N3GM)	35	480	24.6324884	2	2
	Maldonado (N3GM)	31	480	21.0767527	1	3
	El Conde (N5GM)	18	480	10.1518833	1	3
	El Conde (N5GM)	34	480	23.2411136	2	2
	El Conde (N5GM)	27	480	17.4694845	1	3
	El Conde (N5GM)	31	480	21.1282851	1	3
	Caupicho (N6GM)	23	480	14.1198783	1	3
	Caupicho (N6GM)	33	480	22.3135303	2	2
	Caupicho (N6GM)	35	480	23.9625672	2	2
VFL3	A. Jaramillo (N1VF)	43	480	31.5378304	2	2
	A. Jaramillo (N1VF)	47	677	34.8874365	2	2
	A. Jaramillo (N1VF)	47	672	34.6297745	2	2
	A. Jaramillo (N1VF)	44	630	32.4654136	2	2
	A. Jaramillo (N1VF)	46	664	34.2175153	2	2
	A. Jaramillo (N1VF)	46	657	33.8567885	2	2
	Est. Trole (N3VF)	45	642	33.0838025	2	2
	Est. Trole (N3VF)	37	503	25.9207985	2	2
	Est. Trole (N3VF)	29	376	19.3761834	1	3
	Est. Trole (N3VF)	25	301	15.5112532	1	3
	Est. Trole (N3VF)	38	525	27.0545114	2	2
	John Harman (N4VF)	44	618	31.8470248	2	2
	John Harman (N4VF)	38	520	26.7968493	2	2
	John Harman (N4VF)	39	543	27.9820946	2	2
	John Harman (N4VF)	38	517	26.6422521	2	2
	John Harman (N4VF)	36	479	24.6840208	2	2
	Napo (N5VF)	46	653	33.6506589	2	2
	Napo (N5VF)	47	680	35.0420338	2	2
Napo (N5VF)	66	1001	51.583935	3	1	

Tabla. 3.4. Circuitos y E1's necesarios por interfaz

En la Tabla 3.4 se puede apreciar que actualmente los nodos de acceso tiene un sobre-dimensionamiento en el número de E1's para soportar el tráfico genera en los diferentes sectores de la ciudad de Quito. En el presente proyecto se determino el número de canales necesarios para cada equipo para poder liberar varios E1's para otras aplicaciones.

3.3. Capacidad Actual de puertos ADSL

Actualmente, la capacidad de las centrales y Nodos de Acceso de ANDINATEL S.A. en la ciudad de Quito de los diferentes servicios de banda ancha ADSL:

Distribuidor	Distribuidor	Central	Total
23	CARCELEN 1	IMAS	165
37	EL CONDADO	ASAM	96
43	GUAJALO	IMAS	74
54	IÑAQUITO	HUAW	255
54	IÑAQUITO	IMAS	358
58	LA LUZ 1	IMAS	123
71	MARISCAL SUCRE 1	ASAM	569
71	MARISCAL SUCRE 1	IMAS	147
71	MARISCAL SUCRE 1	HUAW	253
77	MONJAS 1	ASAM	35
95	PINTADO 1	ASAM	91
105	QUITO CENTRO 1	IMAS	171
143	VILLAFLORA 3	HUAW	96
189	NODO 1 MARISCAL SUCRE(LA COMUN	IMAS	52
257	NODO 1 IÑAQUITO	IMAS	27
264	NODO 3 IÑAQUITO	IMAS	9

Tabla. 3.5. Capacidad actual de los puertos ADSL

De acuerdo con planificación de ANDINATEL S. A. y considerando el crecimiento anual diferente de cada sector en la ciudad de Quito, y la demanda de usuarios POTS y ADSL se ha determinado un diferente crecimiento para cada Nodo de acceso en estos servicios.

Además, se considerará un mínimo número de usuarios RDSI las zonas comerciales, debido a la baja, pero existente demanda de este servicio. La siguiente tabla muestra las capacidades a considerarse para el diseño. Para los servicios RDSI PRI, actualmente ANDINATEL S.A. no tiene gran capacidad, sin embargo tiene muchos clientes ISPs y corporativos que se conectan a la PSTN a través de E1's con señalización R2. El presente proyecto pretende dar un mejor servicio a estos usuarios, brindándoles conexión a la PSTN con E1's RDSI PRI, por lo que en la actualidad existen E1's R2 principalmente en los sectores de Ñaquito (164 E1's) y Mariscal Sucre (86 E1's), se distribuirán estos E1's para acceso primario en los diferentes nodos de Ñaquito y Mariscal, y a la vez se diseñará con un 40% de exceso para futuros clientes.

De esta forma, los 164 E1's de Ñaquito se distribuirán por igual en cada nodo ($(164/5=33)+30\% = 43E1's$), y para Mariscal ($((86/5=18)+30\% = 23E1's$). De igual manera se calcula para los demás sectores, pero no llegan a más de 3 o 4 E1's R2. Como las tarjetas que soportan RDSI PRI presentan 4 puertos E1, se tendrá 44 E1's para cada Nodo y central de Ñaquito y 24 E1's para Mariscal.

La demanda de RDSI Básico no ha sido muy grande por lo que se considerará para el diseño únicamente una tarjeta de 16 puertos para cada sector, a excepción de Mariscal e Ñaquito que se implementarán 2 tarjetas (32 puertos ISDN BRI). La Luz y Villaflora actualmente tienen 6 y 4 E1's R2 respectivamente, por lo que se diseñará para una capacidad de 8 E1's PRI para permitir un crecimiento futuro.

Central / Nodo	Líneas POTS	Líneas ADSL	RDSI BRI	RDSI PRI
N1IQ	15381	72	0	44
N2IQ	12562	192	0	44
N3IQ	8578	396	16	44
N4IQ	11048	96	16	44
INA4	4556	996	0	44
N1LZ	10696	12	0	0
N3LZ	9996	156	0	0
LLZ3	4816	168	16	8
N1CT	9083	0	0	0
N2CT	7036	0	0	0

Central / Nodo	Líneas POTS	Líneas ADSL	RDSI BRI	RDSI PRI
COT2	3316	0	16	4
N2EC	7223	0	0	0
ECD1	4133	180	16	0
N1CL	8067	12	0	0
N2CL	12578	0	0	0
N3CL	4863	84	0	0
CCL3	3979	300	16	4
N1MS	9334	84	0	24
N2MS	8580	0	16	24
N3MS	6851	36	16	24
N4MS	8767	0	0	24
MSC1	4311	1224	0	24
N1GJ	5312	0	0	0
N3GJ	5201	0	0	0
N4GJ	4865	0	0	0
GJL1	3644	132	16	4
N1PT	6775	0	0	0
N2PT	5888	0	0	0
N4PT	5422	0	0	0
N5PT	6559	0	0	0
PTD3	3219	120	16	4
N1QC	7654	0	0	0
N3QC	5987	0	0	0
N4QC	6184	0	0	0
QCN1	2898	240	16	32
N1VF	7633	0	0	0
N3VF	7112	0	0	0
N4VF	6596	0	0	0
N5VF	6675	0	0	0
VFL3	4090	144	16	8
N1MJ	3151	0	0	0
N2MJ	2901	0	0	0
MNJ2	2108	48	16	4
N1GM	2145	0	0	0
N2GM	2874	0	0	0
N3GM	2631	0	0	0
N5GM	2789	0	0	0
N6GM	2116	0	0	0

Central / Nodo	Líneas POTS	Líneas ADSL	RDSI BRI	RDSI PRI
GMN	1915	0	16	4

Tabla. 3.6. Capacidad de servicios futuros

Para el cálculo de los E1's a conectarse los Litespan 1540 con los ADM, Se considerará lo siguiente:

El tráfico promedio por abonado de cada sector, y la cantidad de abonados de la ampliación de cada Nodo. Por lo tanto, por ejemplo, para el Nodo 3 de Ñaquito, cuyo diseño contempla un aumento de 5968 usuarios, el tráfico que se generaría con el aumento de estos abonados sería 794.9, por lo que se necesitan 27 E1's para satisfacerlo. Los E1's necesarios para cada nodo y central para conectarse con los ADM se muestran en la siguiente tabla.

Central	Abonados total	Abon. Equipados actualmente	Abonados ampliados	Tráfico de la ampliación abonados	Circuitos para ampliación	E1's para ampliación
N1IQ	15381	4650	10731	1429.40812	1458	48
N2IQ	12562	3810	8752	1165.79814	1196	39
N3IQ	8578	2610	5968	794.959243	824	27
N4IQ	11048	3330	7718	1028.06559	1057	35
INA4	4556	0	4556	606.875722	635	21
N1LZ	10696	5070	5626	341.049086	366	12
N3LZ	9996	4710	5286	320.438228	345	12
LLZ3	4816	0	4816	291.946747	316	11
N1CT	9083	3060	6023	417.585921	443	15
N2CT	7036	2910	4126	286.063342	310	10
COT2	3316	0	3316	229.904519	252	9
N2EC	7223	3780	3443	242.128134	265	9
ECD1	4133	0	4133	290.652216	314	11
N1CL	8067	4080	3987	216.303262	238	8
N2CL	12578	6360	6218	337.339776	362	12
N3CL	4863	2460	2403	130.367881	156	6

Central	Abonados total	Abon. Equipados actualmente	Abonados ampliados	Tráfico de la ampliación abonados	Circuitos para ampliación	EI's para ampliación
CCL3	3979	0	3979	215.869245	238	8
N1MS	9334	3780	5554	1074.25139	1104	36
N2MS	8580	3090	5490	987.51771	1017	33
N3MS	6851	2760	4091	788.48423	817	27
N4MS	8767	2070	6697	1009.16573	1039	34
MSC1	4311	0	4311	496.354613	523	17
N1GJ	5312	4830	482	269.783023	293	10
N3GJ	5201	3090	2111	264.228934	287	10
N4GJ	4865	3780	1085	247.11374	270	9
GJL1	3644	0	3644	185.237958	206	7
N1PT	6775	2370	4405	290.927411	315	11
N2PT	5888	2370	3518	252.825136	276	9
N4PT	5422	3090	2332	232.776552	255	9
N5PT	6559	3090	3469	281.617913	305	10
PTD3	3219	0	3219	138.276465	158	6
N1QC	7654	4470	3184	402.734543	428	14
N3QC	5987	3450	2537	315.023573	339	11
N4QC	6184	4140	2044	325.358956	350	12
QCN1	2898	0	2898	152.574695	275	9
N1VF	7633	4140	3493	392.437988	418	14
N3VF	7112	3810	3302	365.654079	391	13
N4VF	6596	3450	3146	339.128921	364	12
N5VF	6675	2430	4245	343.245248	368	12
VFL3	4090	0	4090	210.394655	232	8
N1MJ	3151	1710	1441	167.41773	188	7
N2MJ	2901	2430	471	154.089337	174	6
MNJ2	2108	0	2108	112.062266	130	5
N1GM	2145	1440	705	52.7678891	67	3
N2GM	2874	1920	954	71.4050585	87	3
N3GM	2631	1920	711	53.2169776	67	3
N5GM	2789	1920	869	65.0429726	80	3
N6GM	2116	1440	676	50.5972951	64	3
GMN	1915	0	1915	143.334053	163	6

Tabla 3.7. Tráfico, Circuitos y EI's de la ampliación

Cabe mencionar que la tabla 3.7 muestra la cantidad de puertos POTS incluido los existentes, mientras que para ADSL y RDSI sólo considera los puertos a ampliarse.

El total de E1's necesarios para la red de acceso en cada anillo se muestra en la siguiente tabla. Para el servicio ADSL se considera 1 E1 necesario para 32 puertos, teniendo en cuenta que en inicio la red ADSL no tendrá muchos usuarios y que en promedio la tasa de transferencia se ha estimado en 64 Kbps por puerto o usuario.

Central / Nodo	E1's para voz	E1's ADSL	E1's para RDSI BRI	RDSI PRI	Total E1's
N1IQ	48	3	0	44	95
N2IQ	39	6	0	44	89
N3IQ	27	13	1	44	85
N4IQ	35	3	1	44	83
INA4	21	32	0	44	97
N1LZ	12	1	0	0	13
N3LZ	12	5	0	0	17
LLZ3	11	6	1	8	26
N1CT	15	0	0	0	15
N2CT	10	0	0	0	10
COT2	9	0	1	4	14
N2EC	9	0	0	0	9
ECD1	11	6	1	0	18
N1CL	8	1	0	0	9
N2CL	12	0	0	0	12
N3CL	6	3	0	0	9
CCL3	8	10	1	4	23
N1MS	36	3	0	24	63
N2MS	33	0	1	24	58
N3MS	27	2	1	24	54
N4MS	34	0	0	24	58
MSC1	17	39	0	24	80
N1GJ	10	0	0	0	10
N3GJ	10	0	0	0	10
N4GJ	9	0	0	0	9
GJL1	7	5	1	4	17

Central / Nodo	E1's para voz	E1's ADSL	E1's para RDSI BRI	RDSI PRI	Total E1's
N1PT	11	0	0	0	11
N2PT	9	0	0	0	9
N4PT	9	0	0	0	9
N5PT	10	0	0	0	10
PTD3	6	4	1	4	15
N1QC	14	0	0	0	14
N3QC	11	0	0	0	11
N4QC	12	0	0	0	12
QCN1	9	8	1	32	50
N1VF	14	0	0	0	14
N3VF	13	0	0	0	13
N4VF	12	0	0	0	12
N5VF	12	0	0	0	12
VFL3	8	5	1	8	22
N1MJ	7	0	0	0	7
N2MJ	6	0	0	0	6
MNJ2	5	2	1	4	12
N1GM	3	0	0	0	3
N2GM	3	0	0	0	3
N3GM	3	0	0	0	3
N5GM	3	0	0	0	3
N6GM	3	0	0	0	3
GMN	6	0	1	4	11

Tabla. 3.8. Total de E1's necesarios para POTS, ADSL y RDSI

3.4 Selección de equipos

Como se explicó al final del capítulo II, se ha escogido para el diseño los equipos ALCATEL Litespan 1540 por sus varias prestaciones.

3.5. Criterios de Diseño

Para el diseño de una red de banda ancha es necesario considerar varios aspectos que afectan en el desempeño de una red, como son:

- Área de cobertura de la Red
- Servicios a ofrecerse
- Disponibilidad y Confiabilidad de la red
- Tráfico de los diferentes servicios

3.5.1. Área de Cobertura de la Red

De acuerdo con los datos obtenidos de ANDINATEL S.A. y como se observa en el estudio de tráfico del numeral 3.2, se ha determinado que los nodos con mayor demanda de los servicios de banda ancha y banda angosta son aquellos que se encuentran ubicados en las zonas más comerciales de la ciudad, por esta razón se realizará el diseño de la red de banda ancha principalmente en los nodos de La Florida, La Carolina, Monteserrín, Carondelet, Juncos, 29 de Abril, Panecillo, Los Nogales, La DAC, Napo, A. Jaramillo y Joaquín Ruales, los tres nodos del anillo de Mariscal .

En los nodos restantes de las distintas tecnologías como por ejemplo: Parque Infantil, Flavio Alfaro, La Bota, Rumihurco, los nodos del anillo de Guamaní, entre otros, debido a que se encuentran en zonas no comerciales y periféricas solo es necesario aumentar la capacidad de líneas POTS .

3.5.2. Servicios a ofrecerse

ANDINATEL S.A. es una empresa de telecomunicaciones cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de los usuarios tanto de voz como de datos y reducir costos para que sean accesibles a un mayor número de usuarios. Por esta razón, se pretende masificar en lo posible el servicio ADSL principalmente, por lo cual se equipará a los nodos mencionados en el numeral anterior con este servicio, brindando además, pero en menor volumen, el servicio de ISDN ya que tiene una menor demanda actualmente, sin olvidar el servicio de líneas POTS que requiere expansión constantemente.

3.5.3. Disponibilidad y confiabilidad

Para dar servicios de calidad, es indispensable tener una red disponible y confiable en el mayor grado posible, para lo que se requiere tener enlaces, hardware y sistemas de respaldo que, en caso de falla en la red, entren en funcionamiento.

3.5.4. Tráfico

La congestión en una red es un factor determinante en la calidad de servicio, por lo que es necesario analizar las pérdidas en casos extremos y minimizarlas con la cantidad necesaria de circuitos y ancho de banda de los enlaces de una red de Banda Ancha.

Con los datos obtenidos en el numeral 3.2, se observa que en su mayoría los enlaces están sobredimensionados, por lo que para el nuevo diseño se considerará el número de circuitos obtenidos a partir de las tablas de Erlang.

3.6. Diagramas de la red

Tomando en cuenta los puntos anteriores, y considerando un tiempo de vida útil de la red de 5 años, como se puede observar en los diagramas siguientes, se tiene en la actualidad un mínimo número de líneas ADSL e ISDN en los nodos de acceso, pero que con el nuevo diseño se tendrá una capacidad superior que satisfaga las demandas.

De esta manera los anillos de acceso para el diseño estarán conformados de la siguiente manera:

Anillo Carcelén

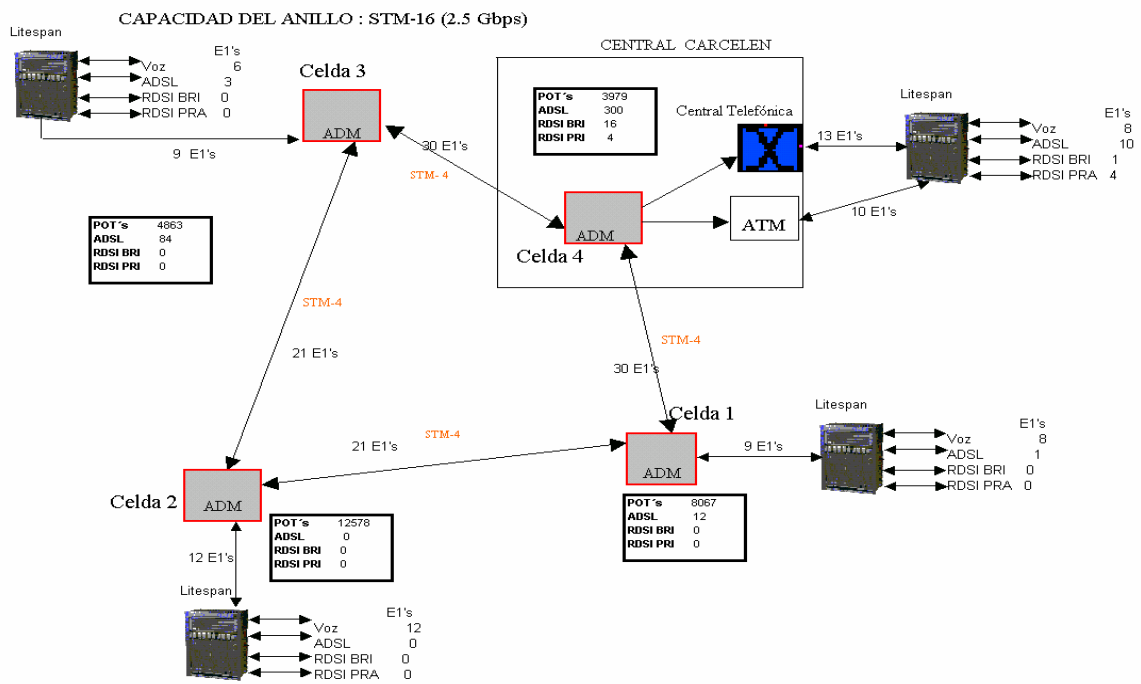


Figura. 3.3. Anillo de Carcelen

Anillo Cotocollao

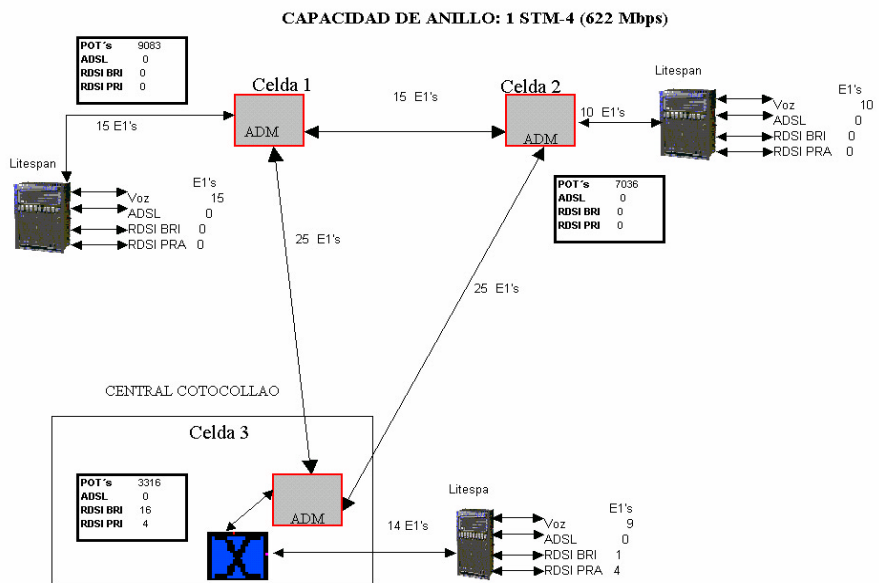


Figura. 3.4. Anillo de Cotocollao

Anillo Iñaquito

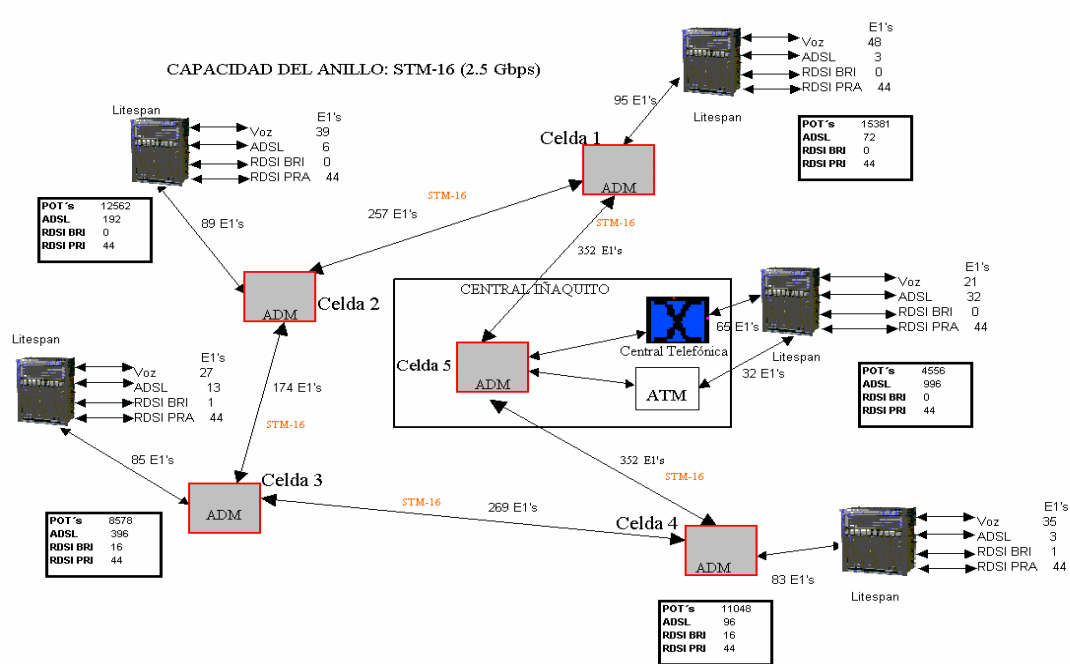


Figura. 3.5. Anillo de Iñaquito

Anillo El Condado

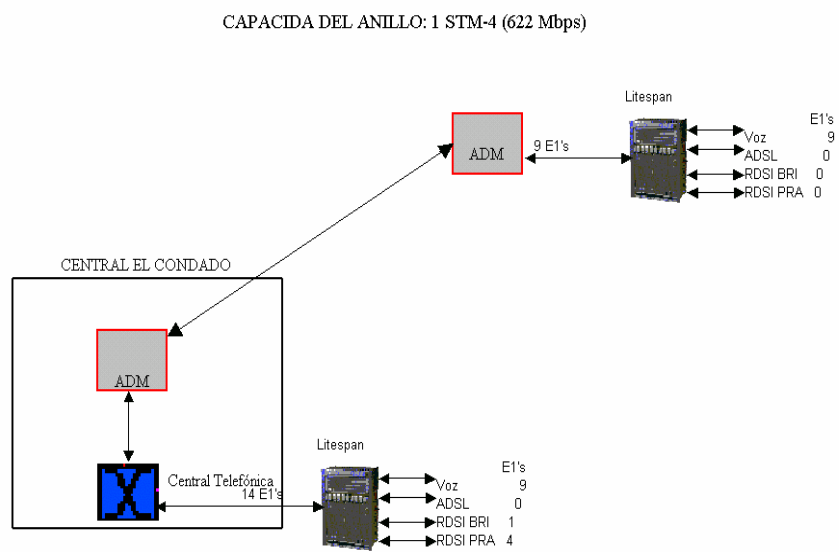


Figura. 3.6. Anillo de El Condado

Anillo La Luz

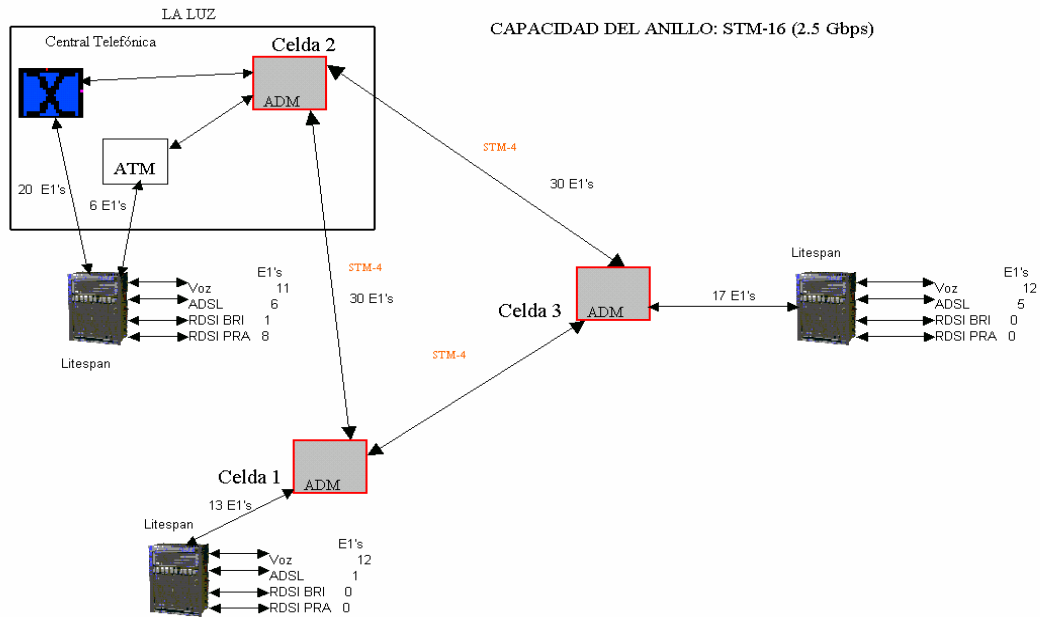


Figura. 3.7. Anillo de La Luz

Anillo Quito Centro

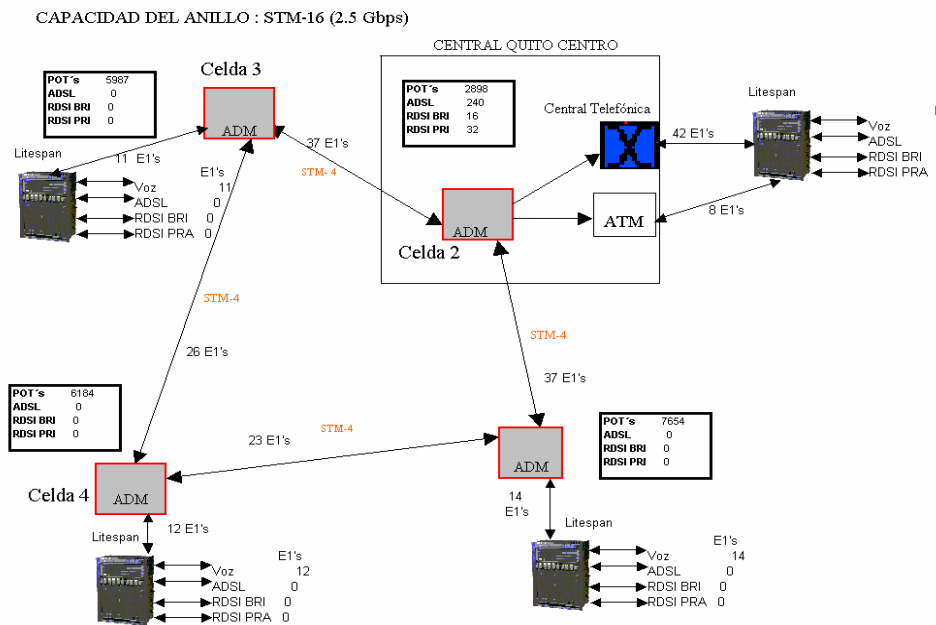


Figura. 3.8. Anillo de Quito Centro

Anillo Monjas

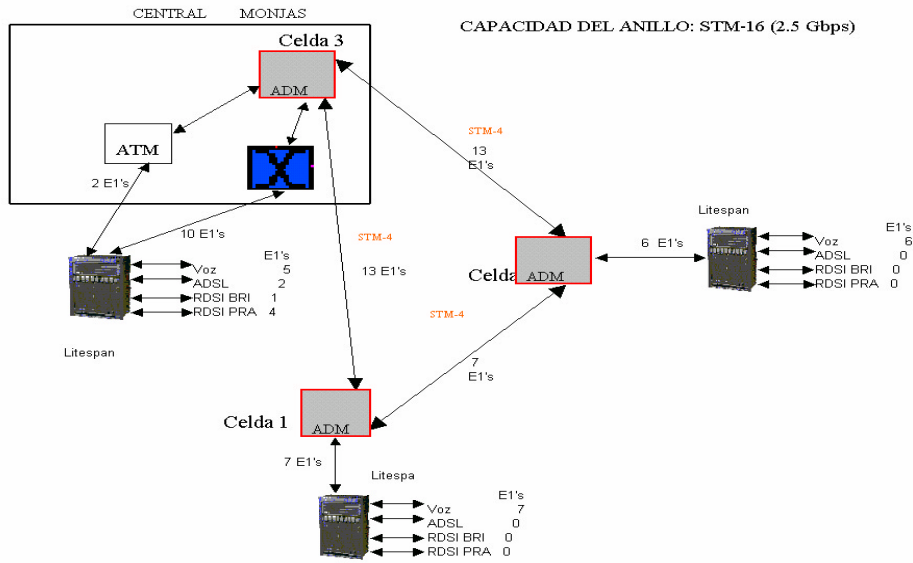


Figura. 3.9. Anillo de Monjas

Anillo El Pintado

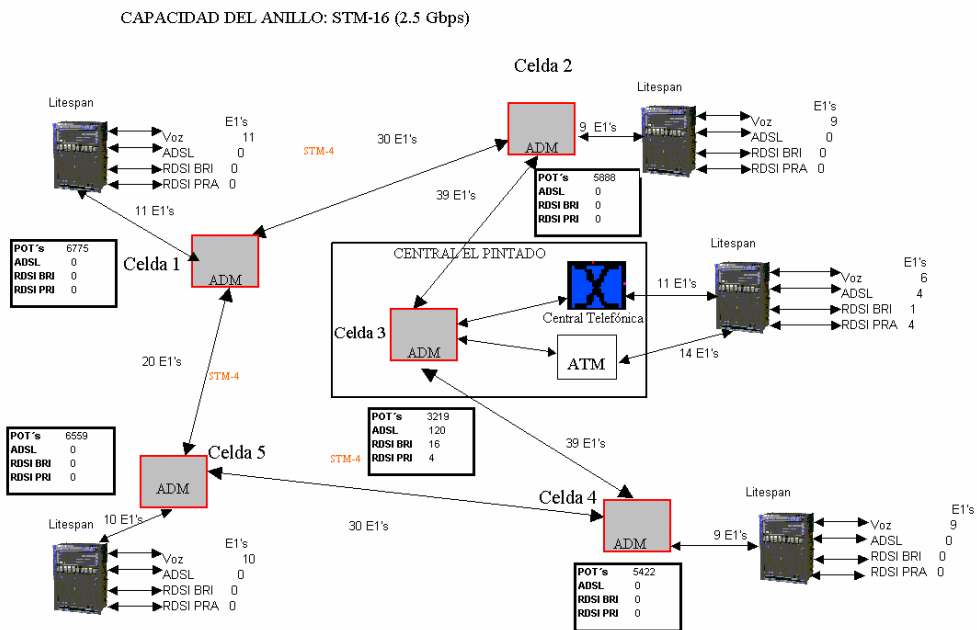


Figura. 3.10. Anillo de El Pintado

Anillo Villaflores

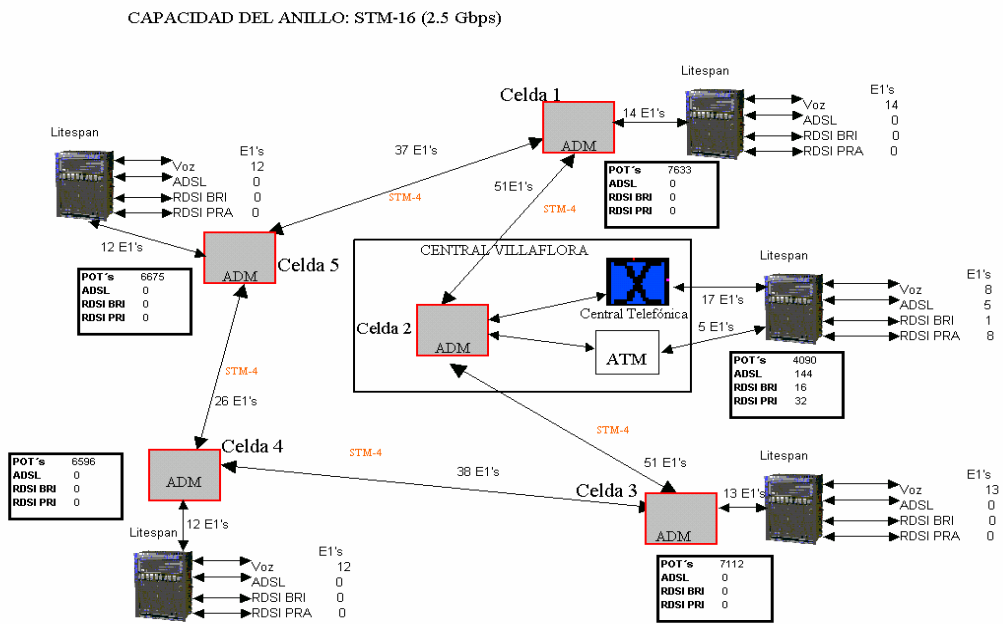


Figura. 3.11. Anillo de Villaflores

Anillo Guamaní

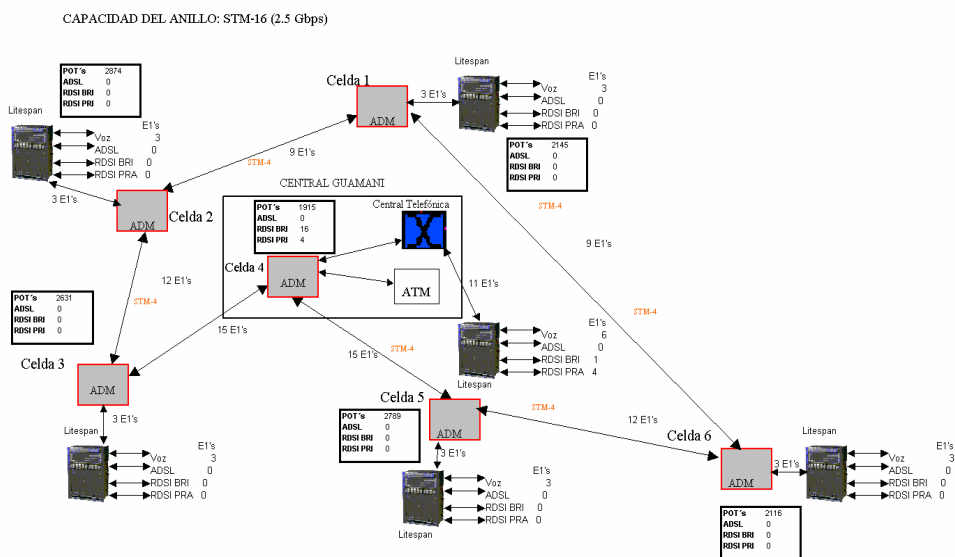


Figura. 3.12. Anillo de Guamaní

Anillo Guajaló

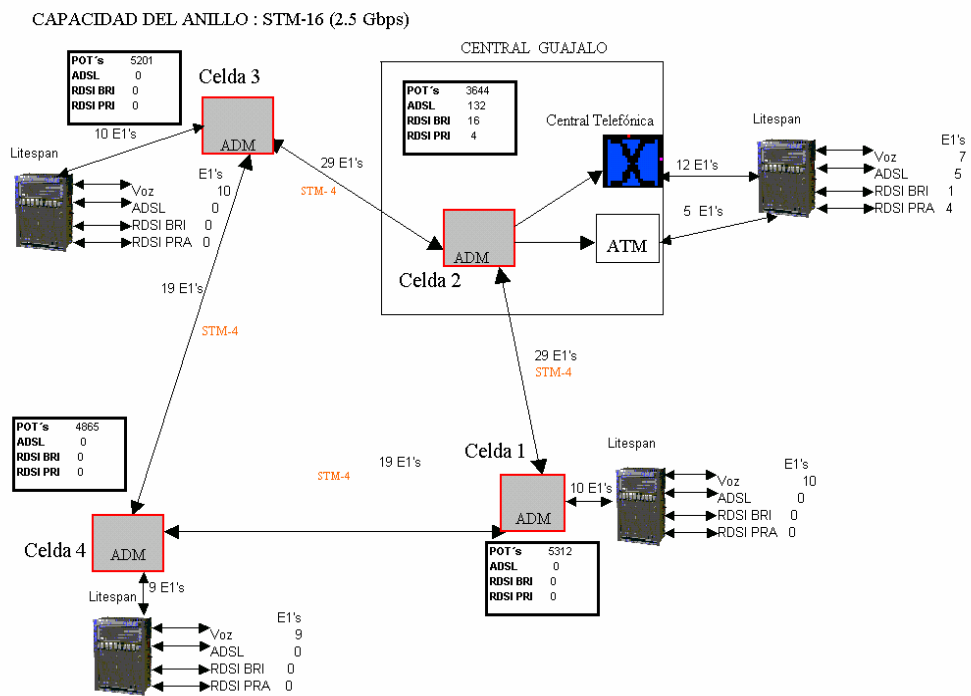


Figura. 3.13. Anillo de Guajaló

Anillo Mariscal

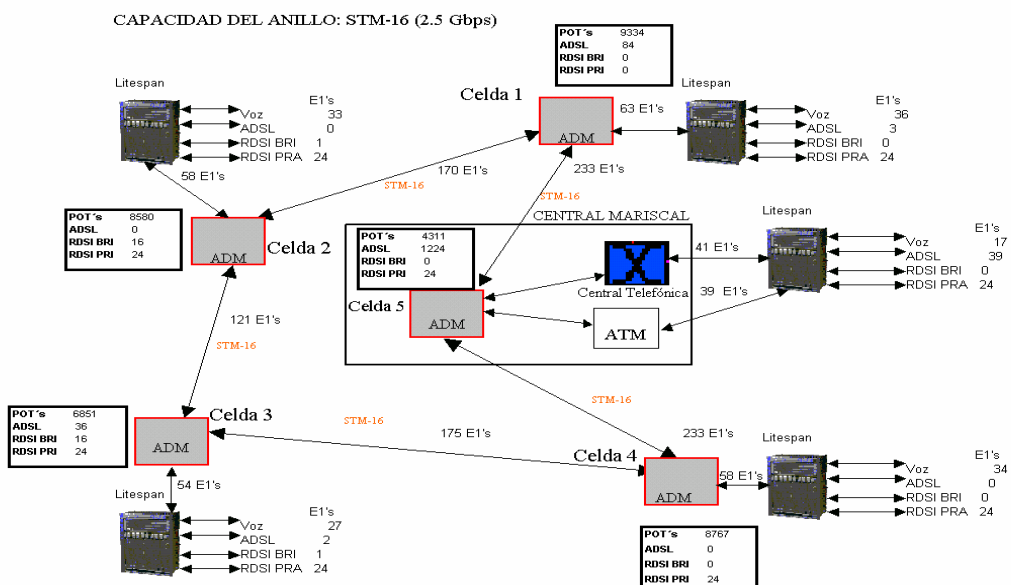


Figura. 3.14. Anillo de Mariscal

El diseño de la ampliación de POTS, ADSL y RDSI en los diferentes anillos de ANDINATEL S.A. se encuentra en el Anexo 3.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE UN NODO GENÉRICO

4.1. Equipamiento de Litespan 1540

En este capítulo se presentará el diseño de un nodo genérico por lo cual se tomará como referencia el Nodo de La Carolina que pertenece al anillo de Iñaquito. El tiempo de vida útil de este equipo es aproximadamente 5 años. Se escogió este nodo en específico por la gran demanda corporativa que existe en este sector, además que prestará todos los servicios ADSL, POTS, ISDN.

Como se explicó en el numeral 3.3, los equipos a utilizarse en el diseño son los Litespan 1540 que soportarán todos los servicios mencionados. De esta manera, y de acuerdo con la tabla 3.5 se tiene que el Nodo de La Carolina posee 8578 POTS, 396 ADSL, 16 RDSI BRI, 44 RDSI PRI. Sin embargo, como actualmente ya poseen 2610 abonados POTS, el diseño se lo realizará para dar el servicio POTS a 5968 adicionales y los servicios de banda ancha ADSL, RDSI.

Puesto que cada tarjeta ATLC-C (POTS) de los Litespan 1540 tiene capacidad de 30 usuarios se necesitan entonces 199 tarjetas, que si se las ubica en subracks MLS-Le, con capacidad de 18 tarjetas, se necesitarían 12 subracks (199 tarjetas/18 tarjetas por subrack).

Como dentro de cada rack se pueden ubicar 3 subracks, se necesitarían 4 racks. Sin embargo, como a su vez, se pretende utilizar subracks de Banda Ancha para ADSL, se requiere además subracks MLS-Hb, por lo que sólo se utilizarán 2 subracks MLS-Le por cada rack. De esta forma, se requieren 6 racks Litespan 1540.

Para dar el servicio a 396 ADSL se requiere de el grupo de tarjetas NACC-C (splitter de POTS y ADSL) y LTAC-C (tarjeta ADSL). Este grupo de 2 tarjetas tiene capacidad de 12 puertos ADSL, por lo cual se requiere de 33 tarjetas NACC-C y 33 tarjetas LTAC-C.

Además, para el servicio RDSI se utilizará una tarjeta BALC con capacidad de 16 puertos ISDN BRI. Para el servicio RDSI PRI, 44 E1's, se utilizarán las tarjetas PRCC con capacidad de 4 E1's, por lo que se requieren 11 tarjetas PRCC.

Entonces, se ocuparán 66 slots de Banda Ancha y 11 tarjetas PRCC y una BALC que únicamente pueden ser insertadas en el subrack MLS-Hb que, por lo tanto, como cada equipo Litespan 1540 soporta subracks MLS-Hb para Banda Ancha, se necesitarían 6 subracks MLS-Hb ya que cada uno de estos tiene capacidad de 13 slots (78 tarjetas / 13 slots por subrack= 6 subracks) para ubicación de tarjetas de Banda Ancha o Angosta. Con estos 6 subracks se satisface la demanda.

MLS Le

Las siguientes reglas se emplean para el dimensionamiento de una extensión MLS- Le:

NSEC (2 slots) + DURC (2 slots) + LIMs (18 slots)

En cambio para la configuración se tiene lo siguiente:

Slots 1 y 2

Tarjeta NSEC (El slot 2 se emplea para redundancia de conexión con la NEHC)

Slot 3 y 4

Tarjeta DURC obligatoriamente ocupa los dos slots

Plugs para slots del 1 al 4

Slot 1: POWP – A

Slot 2 y 3:

NEHP – D (1 slot de ancho, 8 enlaces G.703 de 75 ohmios)

NEHP – F (1 slot de ancho, 8 enlaces G.703 de 120 ohmios)

Slot 4 :

AUXP – B

Slots del 5 al 20

Tarjetas LIM (tarjetas de abonado)

Slots 21 y 22

Pueden albergar tarjeta de abonado o de timbrado DURC, para el diseño se los ocupará con tarjetas ATLCC

Slot 23

Puede albergar tarjetas de prueba TACC.

A continuación se muestra la configuración de un MSL - Le

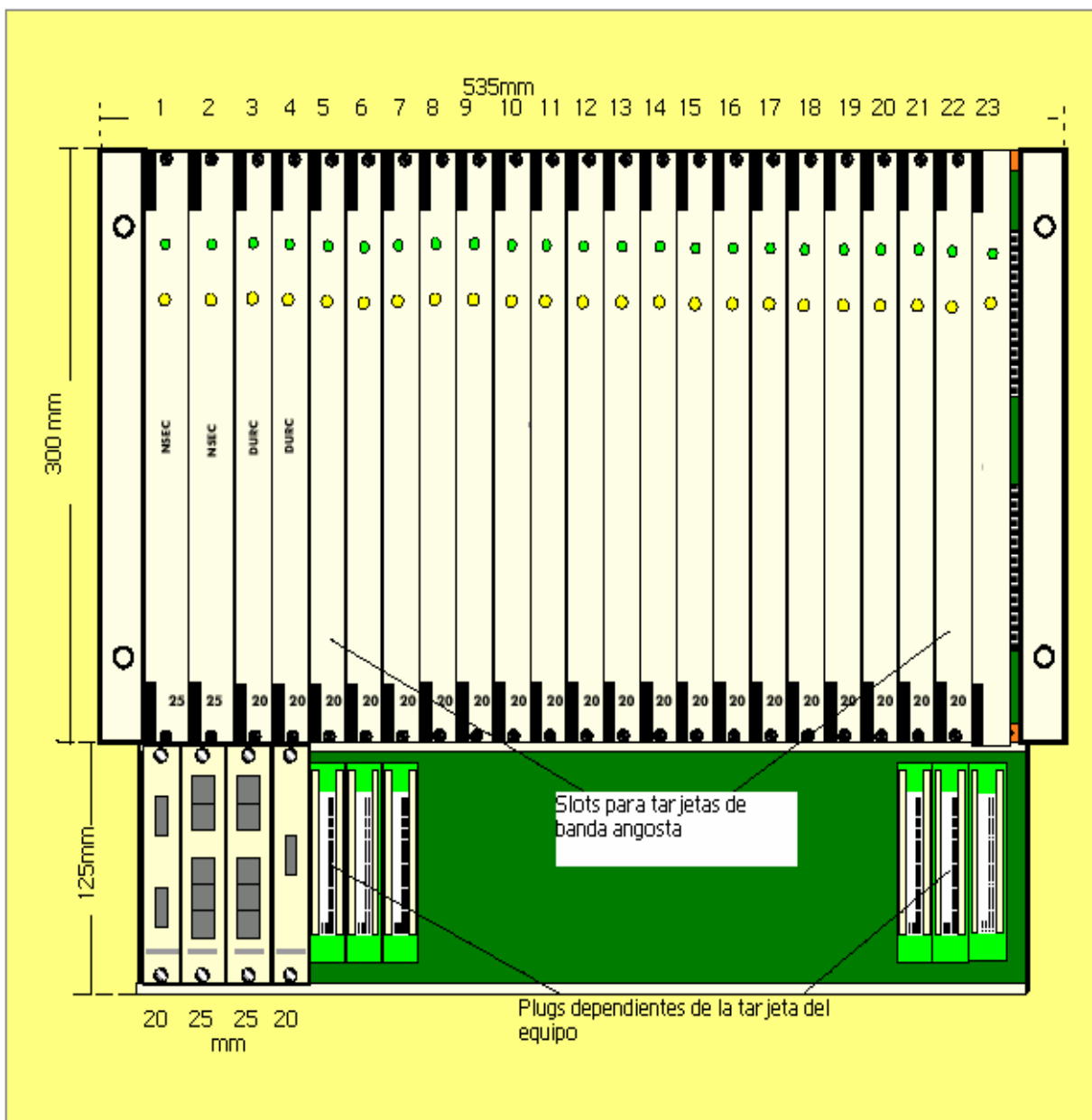


Figura. 4.1. Subrack MLS- Le

MLS-Hb

Al MLS- Hb (High Band) se lo utiliza como subrack principal y proporciona servicios de NB y BB a través de una comunicación con los controladores NB y BB respectivamente.

Se utilizan las siguientes reglas para la configuración de un MLS – Hb:

Controladores (hasta 4) + agregados + TARC – B

De 11 hasta 15 LIMS dependiendo de las tarjetas equipadas tales como:

- TACC o TACC – B
- DURC – A o DURC – C (2 slots) o DURC – D (1 slot)
- EOTC – A utilizada como transporte

Se pueden ubicar las diferentes tarjetas de acuerdo a los slots:

Slots del 1 al 4

Controladores BB y NB

Controlador NB

NEHC: Transporte SDH

NEHC: Transporte PDH

NEHC: Transporte Integrado

Controlador BB

AANC para SDH

AICC para PDH IMA

Slots 3 y 4

Son reservados para configuraciones redundantes

Los plugs son:

- Slot 1 : POWP – A
- Slot 2 y 3 :
 - NEHP – J (Configuraciones SDH)
 - NEHP – I (Configuraciones PDH, enlaces G.703 de 75 ohmios)
 - NEHP – G(Configuraciones PDH, enlaces G.703 de 120 Ohmios)
 - NEHP – G/I/J (1 slot)

- Slot 4: AUXP – A versión A para Administración de la Red sobre X.25 ó B para Ethernet.

Para el diseño se empleará una tarjeta NEHC, una AANC, dos plugs NEHP – I, PAUP-A y AUXP – B.

Slot 5 y 6: Se puede utilizar las siguientes tarjetas como transporte

- SYNTH1 para SDH (Emplea STM – 1 óptico para configuraciones en anillo ó punto a punto). Esta tarjeta permite redundancia. Si la redundancia no es usada, SYNTH1 es equipada en el Slot 5 y el Slot 6 ya no puede ser utilizado
- HLTC – A para configuraciones PDH eléctricas. La redundancia no es usada por esta tarjeta.
- EOTC – B para configuraciones PDH ópticas. La redundancia no es posible para esta tarjeta en el Litespan 1540 R2.1E. Solamente puede ser equipada en el slot 5.

Plugs son:

- OSDP – A para SYNTH1
 - Solamente un plug doble es equipado tanto para configuración simple o redundante.
- HLTP – C para tarjeta HLTC – A, es un plug simple de 20 mm.
- EOTC – B para esta tarjeta no se necesita plug.

En este caso estos dos slots quedarán libres ya que no se necesita para el diseño pero para aplicaciones posteriores se podrían utilizar en su debido momento.

Slots del 7 al 10

Slots para tarjetas de transporte EOTC – A ó LIM (NB /BB)

- Tarjetas LIM que pueden ser como se indica en la tabla 4.1 :

LIM	PLUG
FFLC – B	LFSP – A
ATLC – A	LFSP – A
ATLC – C	LFSP – A
PMLC – C	LFSP – A
BALC – B	LFSP – A
BALC – E	LFSP – A
BALC – F	LFSP – A
HLTC – A	HLTP – C
EOTC – A	EOTP – C (A) EOTP – C (B)
PRCC	PRCP – A
SALC – A	LFSP – A
ALLC	LFSP – A
LTAC	TSP
LTAC – B	TSP – B
LTAC – C	DSPP – A ó B
NACC	TSP
NACC – B	TSP – B
NACC – C	DSPP – A ó B
PAIC	PAIP – A

Tabla. 4.1. Tarjetas LIMs y Plugs

Slots del 11 al 18

Slots para tarjetas LIM (NB/BB)

- Permiten insertar las mismas tarjetas LIMs mostradas en la tabla 4.1

Slots del 19 al 21

Slots para tarjetas LIM (NB/BB), de prueba y de timbrado.

- Tarjetas LIM , son las mostradas en la tabla 4.1
- Tarjetas de Prueba TACC ó TACC – B para pruebas de líneas POTS, ISDN y Líneas dedicadas.
- Tarjetas de Timbrado DURC – A ó DURC – C (ambas ocupan los slots 20 y 21) y DURC – D (solamente ocupa el slot 21).

En los slots 7 al 18 se colocarán tarjetas LTAC – C y NACC – C para dar servicio ADSL con 72 puertos.

Los slots 19 y 20 serán utilizados para dar servicios RDSI con dos tarjetas BALC – B.

El slot 21 será destinado para una tarjeta TACC

Slot 22

Está ocupado por una tarjeta TARC – B con su respectivo plug TARP – B en la parte inferior, para el acceso local y recolección de alarmas del equipo.

Resumiendo de acuerdo a las tarjetas soportadas por cada slot se tiene el diagrama de los equipos correspondientes al nodo 3 de Iñaquito que se muestra en el anexo A.

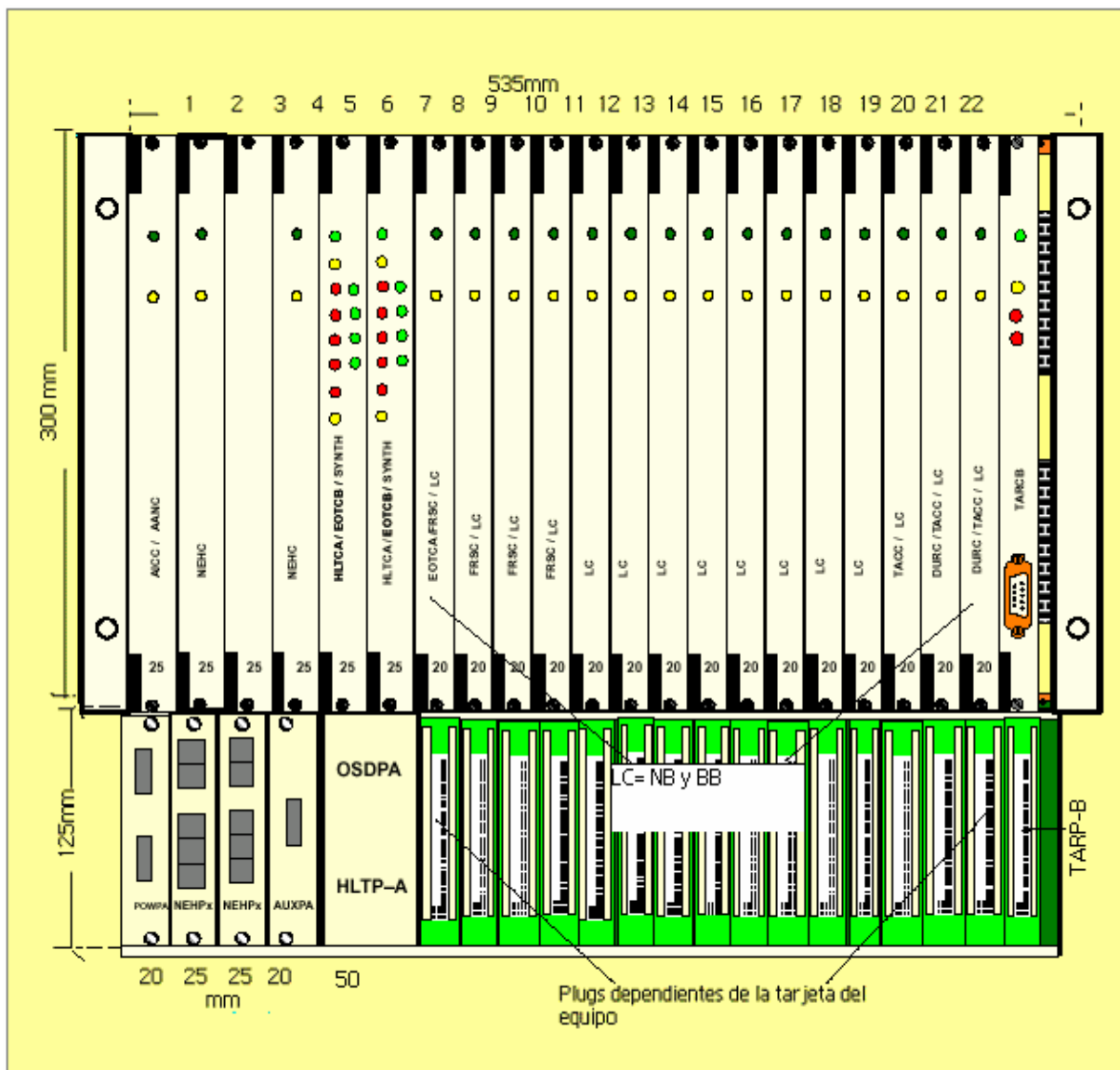


Figura 4.2 Subrack MLS- Hb

4.2. Conexiones con equipo SDH y de energía

Los Litespan 1540 como se describió en el capítulo 1 pueden tener algunas formas de transporte. Sin embargo para este caso, puesto que cada nodo ya cuenta con gran capacidad en los equipos SDH que pueden soportar hasta STM – 16 y es considerado transporte externo, la conexión entre el Litespan y el equipo SDH se dará a través de dos tarjetas NEHP – I que se encargan de recopilar el tráfico de banda ancha y banda angosta del mismo. La capacidad de esta interconexión es de 16 x 2 Mbps mediante microcoaxiales. Las tarjetas PRCC presentan interfaz propia para 4 E1's.

La descripción de la tarjeta NEHP – I se muestra en la siguiente figura:

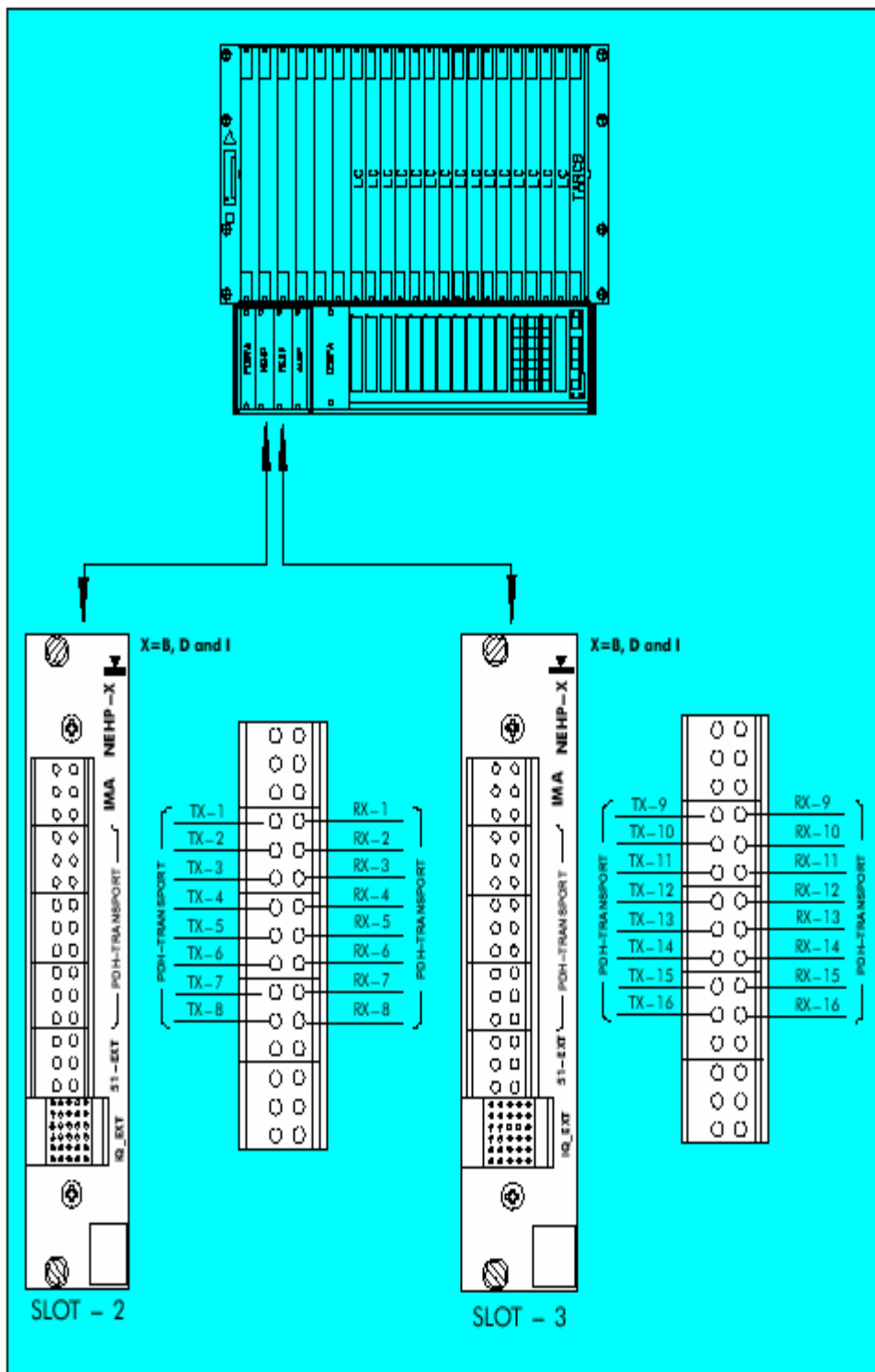


Figura. 4.3. Tarjeta NEHP – I

4.3. Diagrama del Nodo de Acceso

Cada Nodo de Acceso está constituido por sus diferentes partes que son:

- Transporte
- Conmutación
- Accesos
- Distribución
- Energía

La parte de transporte esta constituida por los equipos ADM que toman los tributarios provenientes del DDF, que a su vez interconectan al equipo Litespan 1540 en este caso, a través de la tarjeta NEHP – I y de las PRCC por medio de cable coaxial.

El ADM forma un anillo de fibra óptica y se conecta con los ADMs de otros nodos del este y el oeste.

La parte de Conmutación y acceso esta formada por el equipo Litespan 1540, que realiza la distinción entre los servicios de voz y datos para enviarlos ya sea hacia la central telefónica o hacia la red ATM.

La distribución se refiere al punto de donde parten y se dividen los pares de cobre hacia los diferentes usuarios, a lo cual se le denomina planta externa o última milla, que para el caso de ANDINATEL S.A. esta formada por pares de cobre.

En lo referente a la sección de Energía que se encarga de proveer de alimentación a los equipos del nodo, esta conformada básicamente por rectificadores que proporcionan 48 voltios DC , por bancos de baterías y generadores que entran en funcionamiento cuando la energía comercial no esta disponible.

La figura 4.4 muestra la interconexión de los diferentes módulos:

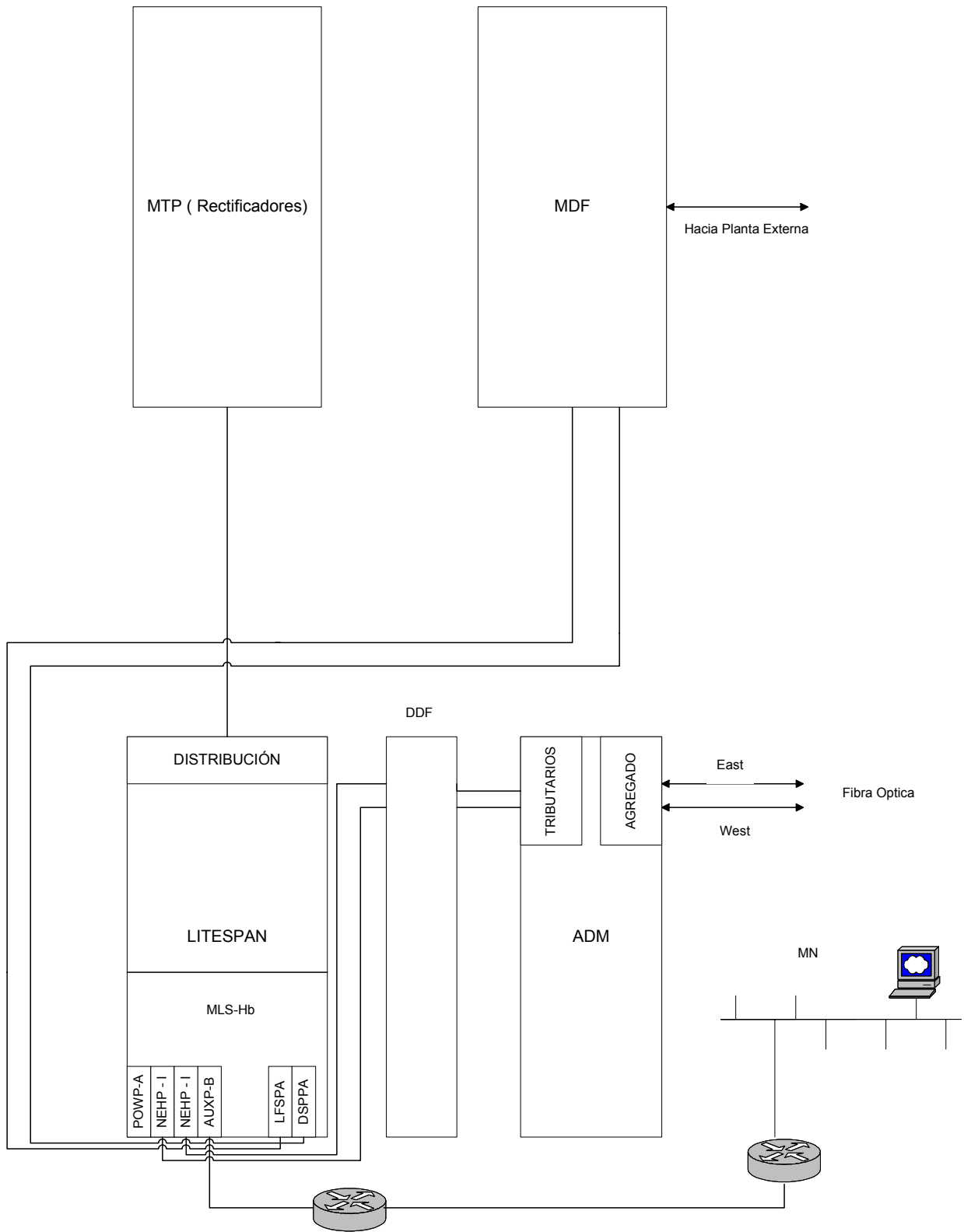


Figura. 4.4. Diagrama del Nodo de Acceso

La gestión de la red de los equipos de acceso como se mencionó anteriormente se logra a través de la tarjeta Ethernet de los equipos Litespan, que se conecta a un router encargado de dirigir los datos hacia otro router remoto ubicado en el centro de gestión, del cual nace la red LAN a la que se conecta cada terminal .

4.4. Gestión de la Red

El software para realizar la gestión de los nodos de acceso está constituido por la aplicación DN – ALMA Litespan 1353 SH, por medio de HP OPEN View cargada sobre un servidor que por razones de seguridad, corre sobre el sistema operativo UNIX.

El servidor recoge los datos de cada Litespan 1540 y los actualiza a través del enlace WAN formado por los diferentes routers. De acuerdo con los datos de actualización se requiere un mínimo de 64 Kbps por cada equipo a monitorear.

Para el caso del nodo genérico de La Carolina en donde existirán seis equipos de la red diseñada, aquí se necesita un concentrador (HUB) al que se conectan todos los equipos antes de llegar al router. El enlace WAN debe tener una capacidad de 384 Kbps.

Uno de los mejores beneficios del DN ALMA Litespan 1353 SH son sus herramientas gráficas que facilitan enormemente la gestión.

A continuación la figura 4.5 se muestra los mapas de red y la visualización de los equipos gráficamente.

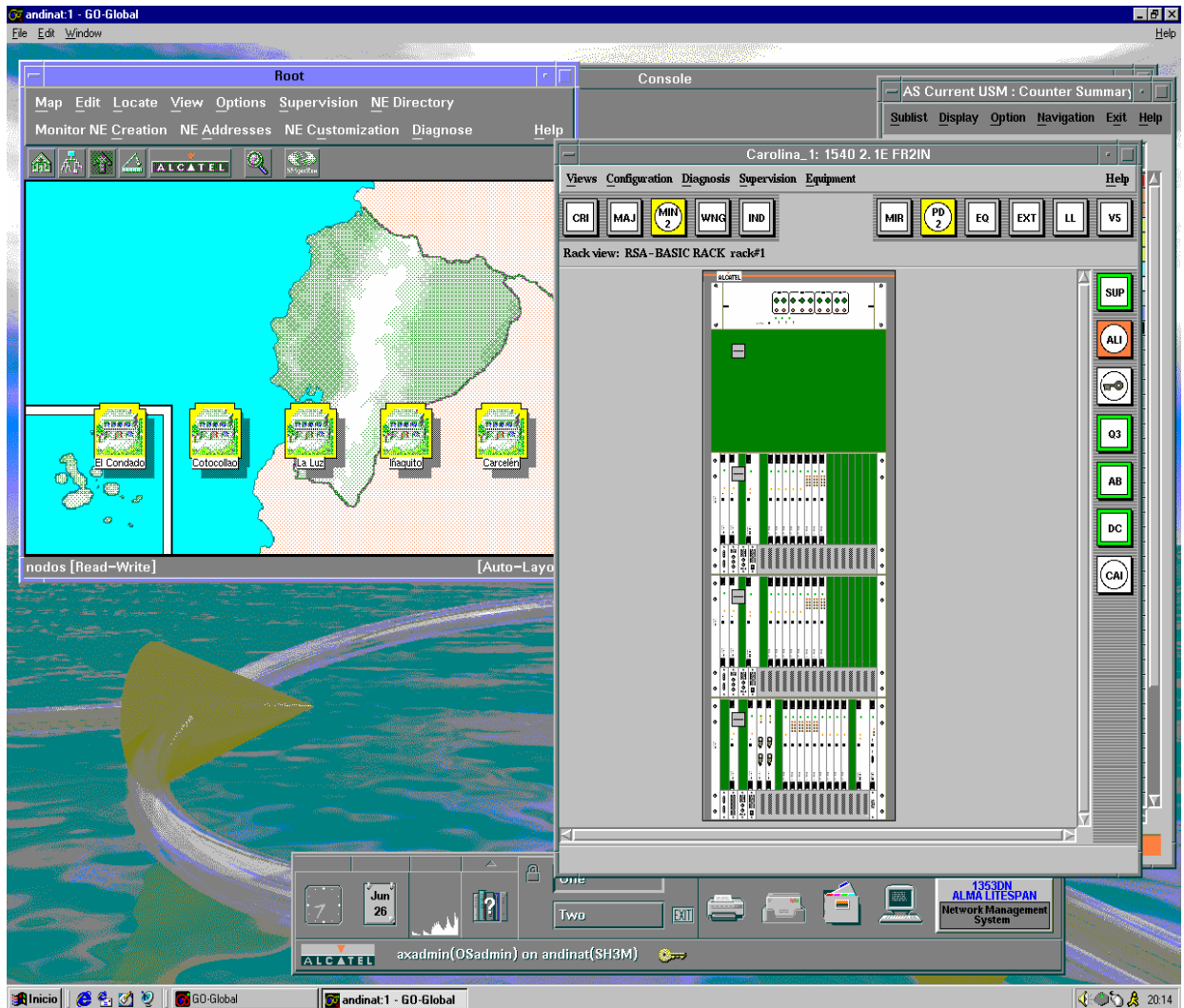


Figura. 4.5. Gestión de la Red

Por otra parte, se puede tener acceso local a los equipos a través de la comunicación serial con la tarjeta TARC-B, que de igual manera es gráficamente, pero que además permite control total y el ingreso de datos de constructor.

CAPÍTULO V

ANALISIS DE COSTOS

5.1. Costos de los materiales y equipos a utilizarse

La red de acceso de banda ancha requiere de un sin número de materiales y equipos para su implementación. El presente proyecto lista todos estos elementos par el Nodo 3 de Iñaquito y central telefónica de acuerdo con las capacidades.

Para totalizar el costo de toda la red se considerará al costo del nodo 3 de Iñaquito por puerto ó línea de los diferentes servicios y se lo multiplicará por los requeridos por cada nodo.

5.2. Costos Unitarios del equipamiento en la central

La siguiente tabla muestra los requerimientos de la central telefónica para poder conectarse a uno de los nodos de la red, en este caso el Nodo 3 de Iñaquito con los equipos Litespan 1540 y dar los servicios los servicios de POTS y RDSI a través de interfaces V5.2.

Ítem	Descripción	Código	Cant	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
	CENTRAL TELEFONICA (hardware)				
	Módulo 8 PCM – 75 ohms	3EK09045AA	9	\$ 1877	\$ 16893
	Procesador SMT (Estación Multiprocesadora de MICs)	UDP009338	1	\$2229	\$2229
	Módulo 16 LR (Enlaces con la matriz de conexión)	UDP009339	5	\$1055	\$5275
	Equipo Básico SMT	UDP009366	1	\$8892	\$8892
	TONOS Y SEÑALIZACIONES				
	SMA- Equipo básico Interfaz	3EK09029AA	1	\$4397	\$4397
	Acoplador CTSV	UDP009358	2	\$767	\$1534
	Acoplador CSMP	UDP009397	2	\$1310	\$2620
	PROCESADORES DE CONTROL				
	Unidad procesador	3EK09052AA	2	\$1433	\$2866
	Tarjeta de Memoria	UDP009343	2	\$1030	\$2060
	Controlador de acceso para MAS (Anillo de conexión de estaciones)	UDP009362	2	\$2082	\$4164
	Equipo básico SMC (Estación Multiprocesadora de control)	UDP009363	1	\$3518	\$3518
	Interfaz matriz de conmutación	3EK09030AA	2	\$815	\$1630

BASTIDOR CERRAJERIAS					
MATERIAL DIVERSO					
Tipo de bastidor	3EK00028AA	2	\$1154	\$2308	
Complemento bastidor con piso F	3EK00054AA	2	\$824	\$1648	
Lote de Cordones H-20E	3EK00104AA	6	\$191	\$1146	
Lote de Cordones bastidor	3EK00109AA	2	\$566	\$1132	
Bastidor UC	3EK09005AA	1	\$13407	\$13407	
Bastidor UE	3EK09009AA	1	\$13680	\$13680	
Cable 16 pares coaxial	UDP000664	200	\$14	\$2800	
Tapón para enlace de alarmas	UDP009219	2	\$132	\$264	
Regletas y Conectores 32 PCM	UDP009371	3	\$634	\$1902	
Total				\$94365	

Tabla. 5.1. Costos de Equipamiento de la central

Ítem	Descripción	Código	Can t	Precio Unidad (USD)	Precio Total (USD)
2.1	SOFTWARE BASICO ESTANDAR				
	AND100				
2.1	Software básico estándar	3EK10500AA	2	\$8000	\$16000
2.2	Software V52				
2.2	Aplicación V5.2 por nodo de acceso	SPSWECU307	1	\$20000	\$20000
2.3	Acceso V5.2 por MIC	SPSWECU315	72	\$5000	360000
	Subtotal				396000
3.1	Facilidades de abonados analogi.				
3.1.1	Paquete de servicios suplementarios		1	\$24400	\$24400
Total USD					\$420400

Tabla. 5.2. Costos equipamiento de la central

Total: \$ 514765 USD

5.3. Costo de equipos de energía y rectificadores del nodo

Ítem	Descripción	Código	Cant.	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1.2	CENTRAL TELEFONICA (HARDWARE) URA CELDA 3 ESTACION DE ENERGIA				
1.2.1	Bastidor de Salidas (MTP2000)	UDE124212	1	\$ 4703	\$ 4703
1.2.2	Bastidor de control (MTP2000)	UDE124213	1	\$7800	\$7800
1.2.3	Bastidor rectificador (MTP2000)	UDE124214	1	\$5979	\$5979
1.2.5	Documentación MTP2000	UDE124218	1	\$442	\$442
1.2.6	Transfo. De adapt. MTP2000 1000 A	UDE124222	1	\$4972	\$4972
1.2.7	Material de instalación MTP	UDE124247	1	\$2607	\$2607
	Total USD				\$30265

Tabla. 5.3. Costos rectificadores

5.4. Costos de equipamientos del Nodo

La siguiente tabla detalla los precios y cantidades de cada uno de los elementos de red, licencias de software, entre otros, necesarios para la implementación de la red de acceso, en este caso para el Nodo 3 de Iñaquito. (Ver numeral 4.1).

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
1	EQUIPOS REQUERIDOS			
2	Standard ETSI Indoor rack	6	\$3553	\$21318
3	Kit de conversión para contener un rack estándar MLS HE/Hb	6	\$1021	\$6126
4	Kit de extensión para la primera extensión MLS Le (incluye cables)	6	\$1327	\$7962
5	Kit de extensión para la segunda extensión MLS Le(incluye cables)	6	\$528	\$3168
6	Kit de puertas para los indoor racks	6	\$485	\$2910
7	Breaker 1 A para los ventiladores	6	\$83	\$498
8	Breaker 16 A (2 por subrack para los indoor racks)	36	\$57	\$2052
9	Subrack MLS			
10	Subrack para tarjetas de línea con 15 slots universales (MLS-Hb/main)	6	\$4159	\$24954
11	Subrack para tarjetas de línea con 18 slots universales (MLS-le/main o ext.)	12	\$2547	\$30564
12	Tarjeta de terminación del bus MBTP (1 por sistema)	18	\$118	\$2124
13	TARJETAS DE CONTROL Y SERVICIO			
14	Tarjeta controladora de banda angosta para transporte no integrado G703 NEHC	6	\$3414	\$20484
15	Tarjeta de extensión de banda angosta (NSEC)	12	\$1123	\$13476
16	Tarjeta controladora ADSL IMA (AICC)	6	\$2679	\$16074
17	Tarjeta dual generadora de tono (DURC – D)	6	\$670	\$4020
18	Tarjeta controladora de acceso a pruebas (prueba de línea) (TACC)	6	\$1153	\$6918
19	Tarjeta de inventario remoto alarmas y pruebas (TARC-B)	6	\$784	\$4704
20	TARJETAS TRIBUTARIAS Y DE LÍNEA DE ABONADO			
21	Tarjeta de línea con 30 POTS de 48 V (ATLCC)	216	\$1749	\$377784
22	Tarjeta de línea ISDN-Bas con 16 puertos 2B1Q (BALC-B)	1	\$2231	\$2231
23	Tarjeta para ISDN Primario (PRCC)	11	\$1528	\$16808
24	Tarjeta de 12 líneas análogas ADSL (LTAC-12)	33	\$1564	\$51612
25	Splitter activo de ADSL para 12 líneas analógicas (NACC-12)	33	\$893	\$24469
26	Licencias de Software para Administración de la Red			
27	RTU por cada parte de un nodo de acceso	6	\$164	\$984
28	RTU para tarjetas de línea POTS de 30 puertos	216	\$78	\$16848
29	RTU para tarjetas de línea ISDN-Bas 2B1Q/4B3T de 16 puertos (BALC-B/C)	1	\$156	\$156
30	RTU para tarjetas de ISDN Primario (PRCC)	11	\$208	\$2288
31	RTU para tarjetas ADSL de 12 líneas	33	\$281	\$9273
32	Misceláneos			
33	Plug LFSPA (para tarjetas de abonado y RDSI BRI)	217	\$61	\$13237
34	Plug AUXPA para gestión LAN (10 BaseT)	6	\$385	\$2310

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
35	Plug TARPB	6	\$57	\$342
36	Plug DURPB	6	\$35	\$210
37	Plug PRCPA	11	\$68	\$748
38	Plug NEHP-D	6	\$527	\$3162
39	Plug NEHP-I	12	\$806	\$9672
40	Plug DSPP	33	\$196	\$6468
41	Licencia de Software para elementos de red			
42	Licencia para el kernel del controlador de NB	6	\$1638	\$9828
43	Licencia para el kernel del controlador de BB	6	\$634	\$3804
44	RTU para tarjetas de línea POTS de 30 puertos	216	\$213	\$46008
45	RTU para tarjetas de línea ISDN-Bas 2B1Q/4B3T de 16 puertos (BALC-B/C)	1	\$226	\$226
46	RTU para tarjetas de ISDN Primario (PRCC)	11	\$260	\$2860
47	RTU para tarjetas ADSL de 12 líneas	33	\$686	\$22638
	TOTAL (USD)			\$791318

Tabla. 5.4. Costos equipamiento Nodos

Sumando el equipamiento en central y en el nodo se tiene un total de:

Costo total: \$ 1336348 USD

Por lo tanto, el costo de toda la red de acceso teniendo

5.5. Costo por servicio

Para poder determinar el costo de cada uno de los servicios brindados por la red de acceso, se considerará al equipamiento común y necesario para brindar cada servicio, sea por ejemplo, racks, subracks, tarjetas de control, transporte, etc., como un costo igual para cada servicio, por lo que se lo dividirá de acuerdo a una ponderación considerando la cantidad de El`s requeridos para brindar dicho servicio.

5.5.1. Costos comunes

Los costos comunes para todos los servicios brindados por la red de acceso se detallan en la siguiente tabla.

a) Costos de central comunes

Los costos de central se los ponderará únicamente para los servicios de RDSI y POTS ya que los servicios de datos ADSL no requieren conectarse a las centrales.

Por lo tanto, el costo total del equipamiento de central es el sumado de las tablas 5.1 y 5.2. :

Total: \$ 514765 USD

Considerando que de los 72 E1's del nodo a conectarse con la central 27 son para tráfico telefónico POTS, 1 para RDSI BRI y 44 para RDSI PRI, el costo proporcional para cada servicio es:

Costo central para POTS: \$ 193036.88 USD

Costo central para RDSI BRI: \$ 7149.51 USD

Costo central para RDSI PRI: \$ 314578.61 USD

b) Costos de Energía y rectificadores en nodo

Como se indica en la tabla 5.3 el costo de rectificadores es de \$ 30265, por lo tanto los costos por servicio de acuerdo con 27 E1's para POTS, 13 para ADSL, 1 para RDSI BRI y 44 para RDSI PRI son:

Costos Rectificadores para POTS: \$ 9613.59 USD

Costos Rectificadores para ADSL: \$4628.76 USD

Costos Rectificadores para RDSI BRI: \$ 356.06 USD

Costos Rectificadores para RDSI PRI: \$ 15666.59 USD**c) Costo común de equipamiento del nodo**

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
EQUIPOS REQUERIDOS				
1	Standard ETSI Indoor rack	6	\$3553	\$21318
2	Kit de conversión para contener un rack estándar MLS HE/Hb	6	\$1021	\$6126
3	Kit de puertas para los indoor racks	6	\$485	\$2910
4	Breaker 1A para los ventiladores	6	\$83	\$498
5	Breaker 16 A (2 por subrack para los indoor racks)	36	\$57	\$2052
Subrack MLS				
6	Subrack para tarjetas de línea con 15 slots universales (MLS-Hb/main)	6	\$4159	\$24954
7	Tarjeta de terminación del bus MBTP (1 por sistema)	6	\$118	\$708
TARJETAS DE CONTROL Y SERVICIO				
8	Tarjeta controladora de banda angosta para transporte no integrado G703 NEHC	6	\$3414	\$20484
Licencias de Software para Administración de la Red				
9	RTU por cada parte de un nodo de acceso	6	\$164	\$984
Misceláneos				
10	Plug AUXPA para gestión LAN (10 BaseT)	6	\$385	\$2310
11	Plug TARPB	6	\$57	\$342
12	Plug NEHP-D	6	\$527	\$3162
TOTAL (USD)				\$85848

Tabla. 5.5. Costos equipamiento común Nodos

Como se indica en la tabla 5.5 el costo de equipamiento común es de **\$ 85848** por lo tanto los costos por servicio de acuerdo con 27 E1's para POTS, 13 para ADSL, 1 para RDSI BRI y 44 para RDSI PRI son:

Costo equipamiento común para POTS: \$ 27269.36 USD

Costo equipamiento común para ADSL: \$ 13129.69 USD

Costo equipamiento común para RDSI BRI: \$ 1009.98 USD

Costo equipamiento común para RDSI PRI: \$ 44438.97 USD

5.5.2. Costo por línea POTS

La siguiente tabla muestra el equipamiento requerido sólo para brindar POTS.

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
EQUIPOS REQUERIDOS				
1	Kit de extensión para la primera extensión MLS Le (incluye cables)	6	\$1327	\$7962
2	Kit de extensión para la segunda extensión MLS Le (incluye cables)	6	\$528	\$3168
Subrack MLS				
3	Subrack para tarjetas de línea con 18 slots universales (MLS-le/main o ext.)	12	\$2547	\$30564
4	Tarjeta de terminación del bus MBTP (1 por sistema)	12	\$118	\$1416
TARJETAS DE CONTROL Y SERVICIO				
5	Tarjeta de extensión de banda angosta (NSEC)	12	\$1123	\$13476
6	Tarjeta dual generadora de tono (DURC - D)	6	\$670	\$4020
7	Tarjeta controladora de acceso a pruebas (prueba de línea) (TACC)	6	\$1153	\$6918
8	Tarjeta de inventario remoto alarmas y pruebas (TARC-B)	6	\$784	\$4704
TARJETAS TRIBUTARIAS Y DE LÍNEA DE ABONADO				
9	Tarjeta de línea con 30 POTS de 48 V (ATLCC)	216	\$1749	\$377784
Licencias de Software para Administración de la Red				
10	RTU para tarjetas de línea POTS de 30 puertos	216	\$78	\$16848
Misceláneos				
11	Plug LFSPA (para tarjetas de abonado)	216	\$61	\$13176
12	Plug DURPB	6	\$35	\$210
13	Plug NEHP-I	12	\$806	\$9672
Licencia de Software para elementos de red				
14	Licencia para el kernel del controlador de NB	6	\$614.25	\$3685.5
15	RTU para tarjetas de línea POTS de 30 puertos	216	\$213	\$46008
TOTAL				\$539611.5

Tabla. 5.6. Costos por línea POTS

Sumando los valores del punto 5.5.1 y el anterior se tiene que el costo total para dar el servicio POTS es de:

TOTAL Costo POTS: \$ 769531.34 USD

Costo por línea POTS (6 racks X 2 subracks X 18 tarjetas X 30 Puertos POTS = 6480 puertos POTS)= \$ 118.75 USD

5.5.3. Costo por puerto ADSL

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
TARJETAS DE CONTROL Y SERVICIO				
1	Tarjeta controladora ADSL IMA (AICC)	6	\$2679	\$16074
TARJETAS TRIBUTARIAS Y DE LÍNEA DE ABONADO				
3	Tarjeta de 12 líneas análogas ADSL (LTAC-12)	33	\$1564	\$51612
4	Splitter activo de ADSL para 12 líneas analógicas (NACC-12)	33	\$893	\$24469
Licencias de Software para Administración de la Red				
5	RTU para tarjetas ADSL de 12 líneas	33	\$281	\$9273
Misceláneos				
6	Plug DSPP	33	\$196	\$6468
Licencia de Software para elementos de red				
7	Licencia para el kernel del controlador de BB	6	\$634	\$3804
8	RTU para tarjetas ADSL de 12 líneas	33	\$686	\$22638
	TOTAL			\$134338

Tabla. 5.7. Costos línea ADSL

Sumando los valores del punto 5.5.1 y el anterior se tiene que el costo total para dar el servicio ADSL es de:

TOTAL Costo ADSL: \$ 152096.45 USD

Costo por línea ADSL (33 tarjetas X 12 Puertos ADSL = 396 puertos ADSL)= \$ 384.08 USD

5.5.4. Costo por línea RDSI de acceso básico

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
	TARJETAS TRIBUTARIAS Y DE LÍNEA DE ABONADO			
1	Tarjeta de línea ISDN-Bas con 16 puertos 2B1Q (BALC-B)	1	\$2231	\$2231
	Licencias de Software para Administración de la Red			
2	RTU para tarjetas de línea ISDN-Bas 2B1Q/4B3T de 16 puertos (BALC- B/C)	1	\$156	\$156
	Misceláneos			
3	Plug LFSPA (para tarjetas de abonado y RDSI BRI)	1	\$61	\$61
	Licencia de Software para elementos de red			
4	Licencia para el kernel del controlador de NB	6	\$22.75	\$136.5
5	RTU para tarjetas de línea ISDN-Bas 2B1Q/4B3T de 16 puertos (BALC- B/C)	1	\$226	\$226
	TOTAL			\$2810.5

Tabla. 5.8. Costos RDSI BRI

Sumando los valores del punto 5.5.1 y el anterior se tiene que el costo total para dar el servicio RDSI BRI es de:

TOTAL Costo RDS BRI: \$ 11326.05 USD

Costo por línea RDSI BRI (1 tarjeta X 16 Puertos = 16 puertos RDSI BRI)= \$ 707.87 USD

5.5.6. Costo por E1 RDSI de acceso primario

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
	TARJETAS TRIBUTARIAS Y DE LÍNEA DE ABONADO			
1	Tarjeta para ISDN Primario (PRCC)	11	\$1528	\$16808
	Licencias de Software para Administración de la Red			
2	RTU para tarjetas de ISDN Primario (PRCC)	11	\$208	\$2288
	Misceláneos			
3	Plug PRCPA	11	\$68	\$748
	Licencia de Software para elementos de red			
4	Licencia para el kernel del controlador de NB	6	\$1001	\$6006

No	Item	Cant.	P. Unit (USD)	Total (USD)
5	RTU para tarjetas de ISDN Primario (PRCC)	11	\$260	\$2860
	TOTAL (USD)			\$28710

Tabla. 5.9. Costos RDSI PRI

Sumando los valores del punto 5.5.1 y el anterior se tiene que el costo total para dar el servicio RDSI PRI es de:

TOTAL Costo RDSI PRI: \$ 403394.17 USD

Costo por línea RDSI PRI (11 tarjetas X 4 E1 PRI = 44 E1's PRI)= \$ 9168.04 USD

5.6. Costos Totales por Nodo

Central / Nodo	Líneas POTS	Costo Total USD	Líneas ADSL	Costo Total USD	RDSI BRI	Costo total USD	RDSI PRI	Costo total USD	Costo por nodo USD
N1IQ	10731	\$1274306,25	72	\$27653,76	0	\$0	44	\$403393,76	\$1705353,77
N2IQ	8752	\$1039300	192	\$73743,36	0	\$0	44	\$403393,76	\$1516437,12
N3IQ	5968	\$708700	396	\$152095,68	16	\$11325,92	44	\$403393,76	\$1275515,36
N4IQ	7718	\$916512,5	96	\$36871,68	16	\$11325,92	44	\$403393,76	\$1368103,86
INA4	4556	\$541025	996	\$382543,68	0	\$0	44	\$403393,76	\$1326962,44
N1LZ	5626	\$668087,5	12	\$4608,96	0	\$0	0	\$0	\$672696,46
N3LZ	5286	\$627712,5	156	\$59916,48	0	\$0	0	\$0	\$687628,98
LLZ3	4816	\$571900	168	\$64525,44	16	\$11325,92	8	\$73344,32	\$721095,68
N1CT	6023	\$715231,25	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$715231,25
N2CT	4126	\$489962,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$489962,5
COT2	3316	\$393775	0	\$0	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$441773,08
N2EC	3443	\$408856,25	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$408856,25
ECD1	4133	\$490793,75	180	\$69134,4	16	\$11325,92	0	\$0	\$571254,07
N1CL	3987	\$473456,25	12	\$4608,96	0	\$0	0	\$0	\$478065,21
N2CL	6218	\$738387,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$738387,5
N3CL	2403	\$285356,25	84	\$32262,72	0	\$0	0	\$0	\$317618,97
CCL3	3979	\$472506,25	300	\$115224	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$635728,33
N1MS	5554	\$659537,5	84	\$32262,72	0	\$0	24	\$220032,96	\$911833,18
N2MS	5490	\$651937,5	0	\$0	16	\$11325,92	24	\$220032,96	\$883296,38

Central / Nodo	Líneas POTS	Costo Total USD	Líneas ADSL	Costo Total USD	RDSI BRI	Costo total USD	RDSI PRI	Costo total USD	Costo por nodo USD
N3MS	4091	\$485806,25	36	\$13826,88	16	\$11325,92	24	\$220032,96	\$730992,01
N4MS	6697	\$795268,75	0	\$0	0	\$0	24	\$220032,96	\$1015301,71
MSC1	4311	\$511931,25	1224	\$470113,92	0	\$0	24	\$220032,96	\$1202078,13
N1GJ	482	\$57237,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$57237,5
N3GJ	2111	\$250681,25	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$250681,25
N4GJ	1085	\$128843,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$128843,75
GJL1	3644	\$432725	132	\$50698,56	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$531421,64
N1PT	4405	\$523093,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$523093,75
N2PT	3518	\$417762,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$417762,5
N4PT	2332	\$276925	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$276925
N5PT	3469	\$411943,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$411943,75
PTD3	3219	\$382256,25	120	\$46089,6	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$476343,93
N1QC	3184	\$378100	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$378100
N3QC	2537	\$301268,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$301268,75
N4QC	2044	\$242725	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$242725
QCN1	2898	\$344137,5	240	\$92179,2	16	\$11325,92	32	\$293377,28	\$741019,9
N1VF	3493	\$414793,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$414793,75
N3VF	3302	\$392112,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$392112,5
N4VF	3146	\$373587,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$373587,5
N5VF	4245	\$504093,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$504093,75
VFL3	4090	\$485687,5	144	\$55307,52	16	\$11325,92	8	\$73344,32	\$625665,26
N1MJ	1441	\$171118,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$171118,75
N2MJ	471	\$55931,25	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$55931,25
MNJ2	2108	\$250325	48	\$18435,84	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$316758,92
N1GM	705	\$83718,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$83718,75
N2GM	954	\$113287,5	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$113287,5
N3GM	711	\$84431,25	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$84431,25
N5GM	869	\$103193,75	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$103193,75
N6GM	676	\$80275	0	\$0	0	\$0	0	\$0	\$80275
GMN	1915	\$227406,25	0	\$0	16	\$11325,92	4	\$36672,16	\$275404,33
Totales	180278	\$21408012,5	4692	\$1802103,36	224	\$158562,8	412	\$3777232,48	\$27145911,2

Tabla. 5.10. Costos totales equipamiento Nodos de acceso

Costo Total de equipamiento	\$27145911,2
------------------------------------	---------------------

5.7. Costos de Ingeniería

Los costos de ingeniería se dividen en dos partes:

1. Costos de instalación del cableado que son realizados por un técnico o ingeniero el cual recibe por hora \$12
2. Costos de instalación del software que son realizados únicamente por un ingeniero y el costo por hora es de \$18

En el presente proyecto el tiempo que tomará en realizar el cableado total del nodo y su respectiva alimentación es de 3 semanas entre dos personas, por lo cual tenemos:

Costos de Instalación del cableado = 4 semanas x 5 días x 8 horas x \$12 x 2 personas
= \$3840 USD

Costos de instalación del software = 1 semana x 5 días x 8 horas x \$18 = \$720 USD

Costo total de Ingeniería por nodo de acceso = \$4560 USD

Como en los numerales anteriores se debe realizar una ponderación dependiendo de los E1's utilizados por cada servicio

Costo ingeniería para POTS: \$ 1448.47 USD

Costo ingeniería común para ADSL: \$ 697.41 USD

Costo ingeniería común para RDSI BRI: \$ 53.65 USD

Costo ingeniería común para RDSI PRI: \$ 2360.47 USD

Como se tiene conocimiento del número de usuarios por servicio, se puede calcular el valor por puerto de cada servicio.

Costo ingeniería por puerto POTS: $\frac{\$1448.47}{6480} = \0.22 USD

$$\text{Costo equipamiento por puerto ADSL: } \frac{\$ 697.41}{396} = \$1.76 \text{ USD}$$

$$\text{Costo equipamiento por puerto RDSI BRI: } \frac{\$ 53.65}{16} = \$3.35 \text{ USD}$$

$$\text{Costo equipamiento por E1 RDSI PRI: } \frac{\$ 2360.47}{44} = 53.65 \text{ USD}$$

Al obtener el valor individual se debe multiplicar por el número total de líneas POTS, ADSL, RDSI BRI y E1's PRI.

Ejemplo

$$\text{Costos de Ingeniería POTS} = 0.22 \times 10731 = 2361 \text{ USD}$$

$$\text{Costos de Ingeniería ADSL} = 1.76 \times 72 = 126.72 \text{ USD}$$

$$\text{Costos de Ingeniería RDSI BRI} = 3.35 \times 0 = 3.35 \text{ USD}$$

$$\text{Costos de Ingeniería RDSI PRI} = 53.65 \times 44 = 2360.6 \text{ USD}$$

Central / Nodo	Líneas POTS	Cost. Ingeniería líneas POTS (USD)	Líneas ADSL	Cost. Ingeniería ADSL (USD)	Líneas RDSI BRI	Cost. Ingeniería RDSI PRI (USD)	RDSI PRI	Costo Ingeniería RDSI BRI (USD)
N1IQ	10731	\$ 2,361	72	\$ 126.72	0	\$ 0	44	\$ 2,360.60
N2IQ	8752	\$ 1,925	192	\$ 337.92	0	\$ 0	44	\$ 2,360.60
N3IQ	5968	\$ 1,313	396	\$ 696.96	16	\$ 54	44	\$ 2,360.60
N4IQ	7718	\$ 1,698	96	\$ 168.96	16	\$ 54	44	\$ 2,360.60
INA4	4556	\$ 1,002	996	\$ 1,752.96	0	\$ 0	44	\$ 2,360.60
N1LZ	5626	\$ 1,238	12	\$ 21.12	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3LZ	5286	\$ 1,163	156	\$ 274.56	0	\$ 0	0	\$ 0.00
LLZ3	4816	\$ 1,060	168	\$ 295.68	16	\$ 54	8	\$ 429.20

Central / Nodo	Líneas POTS	Cost. Ingeniería líneas POTS (USD)	Líneas ADSL	Cost. Ingeniería ADSL (USD)	Líneas RDSI BRI	Cost. Ingeniería RDSI PRI (USD)	RDSI PRI	Costo Ingeniería RDSI BRI (USD)
N1CT	6023	\$ 1,325	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N2CT	4126	\$ 908	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
COT2	3316	\$ 730	0	\$ 0.00	16	\$ 54	4	\$ 214.60
N2EC	3443	\$ 757	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
ECD1	4133	\$ 909	180	\$ 316.80	16	\$ 54	0	\$ 0.00
N1CL	3987	\$ 877	12	\$ 21.12	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N2CL	6218	\$ 1,368	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3CL	2403	\$ 529	84	\$ 147.84	0	\$ 0	0	\$ 0.00
CCL3	3979	\$ 875	300	\$ 528.00	16	\$ 54	4	\$ 214.60
N1MS	5554	\$ 1,222	84	\$ 147.84	0	\$ 0	24	\$ 1,287.60
N2MS	5490	\$ 1,208	0	\$ 0.00	16	\$ 54	24	\$ 1,287.60
N3MS	4091	\$ 900	36	\$ 63.36	16	\$ 54	24	\$ 1,287.60
N4MS	6697	\$ 1,473	0	\$ 0.00	0	\$ 0	24	\$ 1,287.60
MSC1	4311	\$ 948	1224	\$ 2,154.24	0	\$ 0	24	\$ 1,287.60
N1GJ	482	\$ 106	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3GJ	2111	\$ 464	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N4GJ	1085	\$ 239	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
GJL1	3644	\$ 802	132	\$ 232.32	16	\$ 54	4	\$ 214.60
N1PT	4405	\$ 969	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N2PT	3518	\$ 774	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N4PT	2332	\$ 513	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N5PT	3469	\$ 763	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
PTD3	3219	\$ 708	120	\$ 211.20	16	\$ 54	4	\$ 214.60
N1QC	3184	\$ 700	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3QC	2537	\$ 558	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N4QC	2044	\$ 450	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
QCN1	2898	\$ 638	240	\$ 422.40	16	\$ 54	32	\$ 1,716.80
N1VF	3493	\$ 768	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3VF	3302	\$ 726	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N4VF	3146	\$ 692	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N5VF	4245	\$ 934	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
VFL3	4090	\$ 900	144	\$ 253.44	16	\$ 54	8	\$ 429.20
N1MJ	1441	\$ 317	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N2MJ	471	\$ 104	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00

Central / Nodo	Líneas POTS	Cost. Ingeniería líneas POTS (USD)	Líneas ADSL	Cost. Ingeniería ADSL (USD)	Líneas RDSI BRI	Cost. Ingeniería RDSI PRI (USD)	RDSI PRI	Costo Ingeniería RDSI BRI (USD)
MNJ2	2108	\$ 464	48	\$ 84.48	16	\$ 54	4	\$ 214.60
N1GM	705	\$ 155	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N2GM	954	\$ 210	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N3GM	711	\$ 156	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N5GM	869	\$ 191	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
N6GM	676	\$ 149	0	\$ 0.00	0	\$ 0	0	\$ 0.00
GMN	1915	\$ 421	0	\$ 0.00	16	\$ 54	4	\$ 214.60
Total	180278	\$ 39,661	4692	\$ 8,257.92	224	\$ 750	412	22103.8

Tabla 5.11 Costos Ingeniería Nodos de Acceso

Total Costos Ingeniería	\$ 70,773.28 USD
--------------------------------	-------------------------

5.8. Valor Presente Neto (VPN)

Conocido también como Valor Neto Actual (VAN), se define como el beneficio del proyecto, a valor presente, para la empresa una vez descontado el costo de las fuentes de financiamiento y el pago de la inversión inicial.

La tasa de descuento que se utiliza para traer a los flujos al tiempo cero es la TMAR

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FNE_t}{(1 + TMAR)^t}$$

En donde:

FNE: Son los flujos Netos de efectivo en el año t

TMAR: Es la tasa de interés anual o tasa de descuento

n = número de años

En el año cero se tiene como desembolso o flujo negativo la inversión inicial, en cambio en el último año se puede tener un valor de salvamento (VS) de los activos fijos o diferidos

5.9. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) o Internal Rate of Return (IRR): Es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, es decir, que iguala la suma de los flujos descontados de la inversión inicial.

Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. En otras palabras se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Cuando los flujos son diferentes este cálculo resulta complejo pues es necesario calcular las raíces del polinomio de grado n que derivan de la ecuación de la TIR.

$$\sum_{t=0}^n \frac{FNE_t}{(1+K)^t} = 0$$

Para la aceptación de un proyecto en general se espera que la TIR sea mayor o igual que la TMAR, lo cual quiere decir que se podrá ganar cuando menos el costo del capital de la empresa (Siempre que el VPN sea mayor o igual que cero)

5.10. Cálculo del TIR y VPN

Para calcular el TIR y el VPN se va a emplear un software que realiza todos los cálculos. El mismo que requiere de los ingresos y egresos de la empresa. Por lo cual se

considera que el 60% de las líneas POTS serán vendidas en el primer año a un precio de \$ 60

5.10.1. Ingresos por instalación de líneas POTS = \$ 60 x 180278 x 0.6= \$6490020 USD

Considerando que hay usuarios de toda índole es decir: comerciales, residenciales y empresariales se estima que en promedio el consumo mensual por línea de abonado es de \$ 25

5.10.2. Ingresos por servicio de telefonía = \$ 25 x 108167 x 12 = \$32450100 USD

En las ventas de las líneas ADSL se estima que se venderán alrededor del 40% del total implementado. Por tanto se tiene

ADSL (Disponible en la zona de cobertura de Andinatel)		
PLANES	Inscripción	Precio
ADSL 128/64	\$50,00	\$65,00
ADSL 256/64	\$50,00	\$79,90
ADSL 384/192	\$200,00	\$235,00
ADSL 512/256	\$200,00	\$285,00
ADSL 768/192	\$200,00	\$670,00
ADSL 1024/512	\$200,00	\$775,00
ADSL 1536/384	\$200,00	\$1.125,00
ADSL 2048/512	\$200,00	\$1.500,00

Tabla 5.12 Costos del Servicio de ADSL

5.10.3. Ingreso por Inscripción de Líneas ADSL = 4962 x 0.4 x \$50= \$99240 USD

Como el servicio de ADSL cuesta \$65 +IVA la línea de 128 x 64 y \$ 79.9 + IVA la línea de 256 x 64, entonces se estima un valor promedio de consumo

5.10.4. Ingreso por servicio ADSL = $4962 \times 0.4 \times 12 \times \$ 80 = \1905408 USD

En las ventas de las líneas RDSI BRI se estima que se venderán alrededor del 40% del total implementado. Por tanto se tiene

5.10.5. Ingreso por Inscripción de Líneas RDSI BRI = $224 \times 0.4 \times \$150 = \13440 USD

Se estima un valor promedio de consumo de \$15

5.10.6. Ingreso por servicio RDSI BRI = $224 \times 0.4 \times \$15 \times 12 = \16128 USD

En las ventas de las líneas RDSI PRI se estima que se venderán alrededor del 60% del total implementado. Por tanto se tiene

5.10.7. Ingreso por Inscripción RDSI PRI = $412 \times 0.6 \times \$3500 = \865200 USD

Se estima un valor promedio de consumo de \$1200

5.10.8. Ingreso por servicio RDSI PRI = $412 \times 0.6 \times \$1200 \times 12 = \3559680 USD**5.10.9. Costos**

Los costos de explotación se calculan del total de ingresos: Se designa el 10 % para servicios, el 2.5% para actualización de activos y el 2.5 % para mantenimiento.

5.10.10. Otros Gastos

En otros gastos se designa el 1 % para administración y el 0.5 % para contraloría del total de ingresos.

5.10.11. Gastos no desembolsables

Este valor pertenece al valor total de los equipos divididos entre cinco años, que son el tiempo de vida útil de los equipos.

5.10.12. Margen Operacional antes de Impuestos

Es la suma del Margen Operacional Bruto, otros gastos y los gastos no desembolsables.

5.10.13. Cálculo de Tasas e Impuestos

El impuesto a la Renta es el 25 % de:

Margen Operacional Bruto – Utilidades

La Superintendencia de Compañías es el 0.5 % de

Inversión que consta en libros – depreciación de los equipos.

5.10.14. Margen Operacional después de Impuestos

Se calcula:

Margen de Operación antes de impuestos – Cálculo de tasas e Impuestos

5.10.15. Ajuste por gastos no desembolsables

Es el mismo valor de la depreciación de los equipos pero negativo.

5.10.16. Costos y Beneficios no afectados a impuestos

Existen dos tipos costos por equipos e ingeniería que son los valores obtenidos en el numeral 5.6 y 5.7.

Por lo tanto:

TIR: 69.4 %

VAN: \$ 20.936.981 USD

Periodo de Recuperación: 0.72 años.

CALCULO DE LA TASA DE RETORNO (TIR) Y VALOR ACTUAL NETO (VAN)**PROYECTO DE LA RED DE BANDA ANCHA DE LOS NODOS DE ACCESO DE ANDINATEL**

	ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE					
	0 2004	1 2005	2 2006	3 2007	4 2008	5 2009
1 Ingresos		45.290.064	7.949.414	7.949.414	7.949.414	7.949.414
Pago instalación líneas POTS		6.490.008	1.081.668	1.081.668	1.081.668	1.081.668
Pago consumo promedio líneas POTS		32.450.040	5.408.340	450.695	450.695	450.695
Pago inscripción líneas ADSL		93.840	35.190	35.190	35.190	35.190
Pago consumo líneas ADSL		1.801.728	675.648	675.648	675.648	675.648
Pago inscripción líneas ISDN BRI		13.440	5.040	5.040	5.040	5.040
Pago consumo líneas ISDN BRI		16.128	6.048	6.048	6.048	6.048
Pago inscripción líneas ISDN PRI		865.200	144.200	144.200	144.200	144.200
Pago consumo líneas ISDN PRI		3.559.680	593.280	593.280	593.280	593.280
2 Costos		-6.793.510	-1.192.412	-1.192.412	-1.192.412	-1.192.412
Costos de Explotación						
10,00% Servicios		-4.529.006	-794.941	-794.941	-794.941	-794.941
2,50% Actualización de Activos		-1.132.252	-198.735	-198.735	-198.735	-198.735
2,50% Mantenimiento		-1.132.252	-198.735	-198.735	-198.735	-198.735
MARGEN OPERACIONAL BRUTO		38.496.554	6.757.002	6.757.002	6.757.002	6.757.002
Otros Gastos		-679.351	-119.241	-119.241	-119.241	-119.241
1% ADMINISTRACIÓN		-452.901	-79.494	-79.494	-79.494	-79.494
0,5% CONTRALORIA		-226.450	-39.747	-39.747	-39.747	-39.747
3 Gastos no desembolsables		5.429.182	5.429.182	5.429.182	5.429.182	5.429.182
Depreciación equipos		5.429.182,24	5.429.182	5.429.182	5.429.182	5.429.182
MARGEN OPER. ANTES DE IMPUESTOS		43.246.386	12.066.943	12.066.943	12.066.943	12.066.943
4 Cálculo de Tasas e Impuestos		-107.294	21.457	-5.689	-32.835	-59.981
0% Utilidades		-	-	-	-	-
25% Impuesto a la Renta		-216.232	-60.335	-60.335	-60.335	-60.335
0,5% SuperIntendencia de Compañías		108.938	81.792	54.646	27.500	354
MARGEN OPER. DESPUES DE IMPUESTOS		43.139.091	12.088.400	12.061.254	12.034.108	12.006.962
5 Ajuste por Gastos no desembolsables		-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182
Depreciación por equipamiento		-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182	-5.429.182
6 Costos y Beneficios no afectos a Impuestos		-27.216.684	-	-	-	70.773
Inversiones		27.216.684	-	-	-	-
Equipos		27.145.911,2				
Ingeniería		70.773,28				
Valor Residual Inversión		-	-	-	-	70.773
Equipamiento de acceso						70.773
Total	Valores en USD	-27.216.684	37.709.909	6.659.218	6.632.072	6.604.926
						6.648.553

Valor Libros	27.216.684	21.787.502	16.358.320	10.929.138	5.499.956	70.773
Tasa de descuento para actualización		16,5%				

Tasa Interna de Retorno (TIR)	69,4%
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	20.936.981
Periodo de Recuperación (Años)	0,72
Periodo Recuperación Descontado (Años)	0,86

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con el presente proyecto ANDINATEL S.A. cumple con varias expectativas como son: la de crecer en un 200 % y la de brindar nuevos servicios acorde con las demandas actuales.
- Existen varias tecnologías de acceso tanto alámbricas como inalámbricas que presentan diferentes ventajas y desventajas, por lo que es necesario realizar un estudio previo antes de una implementación teniendo en cuenta los requerimientos de usuarios y los aspectos técnico – económicos.
- Para el diseño de una red de banda ancha se deben considerar varios puntos como: necesidades de los usuarios, el tráfico de la red, las tendencias de las tecnologías a seguir, la flexibilidad de la red, entre otros. Y a su vez realizar ciertas estimaciones y aproximaciones, puesto que el comportamiento de los usuarios y sus demandas se basan en estudios estadísticos.
- En el mercado existen diferentes proveedores de equipos de telecomunicaciones para redes de acceso, que presentan alternativas, herramientas y diferentes prestaciones por lo que se debe realizar una comparación entre ellos para determinar cual es la que satisface de mejor manera las necesidades de los usuarios, siempre y cuando se considere un equilibrio en la relación costo – beneficio.

- Puesto que en la actualidad la tecnología ADSL es una de las que esta tomando mayor fuerza a nivel nacional, se ha considerado en este proyecto lo indispensable del crecimiento de la red de acceso existente hasta el momento.
- Con el presente proyecto se logrará aprovechar al máximo la capacidad de los anillos SDH de ANDINATEL S.A. y obtener beneficios a corto plazo, teniendo el retorno de la inversión en menos de un año.
- Para la selección de equipos a utilizarse se ha considerado a más de las prestaciones ya mencionadas anteriormente, facilidad de operación y mantenimiento, modularidad y flexibilidad a la migración hacia nuevas tecnologías, es por esto que se escogió los equipos Litespan 1540 que pertenecen a los equipos de nueva generación.
- Se recomienda usar equipos ALCATEL debido a que la mayoría de centrales telefónicas que posee ANDINATEL S.A. en la actualidad son de esta marca, con lo cual se evita tener problemas de incompatibilidad.
- Una prioridad de toda empresa de telecomunicaciones es dar mejor servicio a los usuarios y ser competitivos en el mercado. De esta manera en este proyecto se pretende dar enlaces PRI a todos los usuarios corporativos y élites, principalmente a ISPs para reducir el tiempo de conexión y a su vez seguridad en la comunicación, respecto a lo que actualmente ANDINATEL S.A. ofrece que son E1's conmutados con señalización R2.

- Una de las principales ventajas de los equipos utilizados es el soporte de varias tecnologías sobre una misma plataforma con lo que se evita gastos de operación y equipos externos como son DSLAMs principalmente.
- En una red de banda ancha es importante el Backbone o red de transporte y las tecnologías de transmisión, sin embargo el presente proyecto no se enfoca en el desarrollo minucioso de estas, puesto que, se orienta únicamente a la red de acceso.
- Toda ampliación de una red debe considerar el tipo de usuario a los que se quiere dar determinado servicio por esta razón en sectores de Quito con usuarios en su mayoría corporativos, los cuales requieren un mayor ancho de banda y diferentes servicios se debe considerar un crecimiento y disponibilidad de servicios a un más alto nivel.
- Para tener una recuperación más rápida de la inversión se podría añadir diferentes costos al usuarios como son: inscripción, instalación, pago mensual por el servicio, entre otros, pero no es aconsejable, debido a que, se trata de ser competitivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- www.andinatel.com, Página Web de ANDINATEL S.A.
- www.consulintel.es, Principios de Telefonía
- <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/index.htm>, Tablas Erlang B
- [www.globaltech-us/V5_2 LE Access Solution.htm](http://www.globaltech-us/V5_2_LE_Access_Solution.htm), Protocolo V5.2
- <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>, Calculadora Erlang B
- <http://www.apptel.com/index.htm>, IMA
- <http://www.apptel.com/ima.htm>, Multiplexación Inversa sobre ATM
- <http://suma ldc.usb.ve/~cita2002/CITA-Documentos/Articulos/001.pdf>, Tecnologías de acceso
- http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps2033/products_module_installation_guide_chapter09186a0080107342.html#1030815, Página de Cisco IMA
- http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps66/c2001/ccmigration_09186a0080107328.pdf, IMA
- <http://www.cellsoft.de/telecom/isdn.htm>, ISDN
- <http://www.cellsoft.de/telecom/v5.htm>, Protocolo V5.x
- http://www.ctdi.com/products/dslam_imas.htm, DSLAMs IMAS
- www.eventhelix.com, ISDN
- <http://www.stuffsoftware.com/trafficfinderhelp3.html>, Tablas de Erlang B
- www.monografias.com, XDSL
- Contratos Nodos de Acceso Alcatel para ANDINATEL S.A.
- Contratos Nodos de Acceso Ericsson para ANDINATEL S.A.
- Contratos Nodos de Acceso NEC para ANDINATEL S.A.
- Documentación centrales Alcatel - ANDINATEL S.A.
- Documentación Litespan – 1540 FR2.1E NE – SW Application
- Documentación DN ALMA- Litespan 1353SH
- Documentación FA1201 Access Network
- Documentación Diamux Ericsson Access Network

ANEXOS

Anexo A

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC
16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	PRCC	ATLCC	ATLCC
18	PRCC	ATLCC	ATLCC
19	PRCC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
21	DURCD	ATLCC	ATLCC
22	TARCB	ATLCC	ATLCC

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC
16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	PRCC	ATLCC	ATLCC
18	PRCC	ATLCC	ATLCC
19	PRCC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
	DURC		
21	D	ATLCC	ATLCC
	TARC		
22	B	ATLCC	ATLCC

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC
16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	PRCC	ATLCC	ATLCC
18	PRCC	ATLCC	ATLCC
19	PRCC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
	DURC		
21	D	ATLCC	ATLCC
	TARC		
22	B	ATLCC	ATLCC

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC

1	AICC		
2	NEHC	NSEC	NSEC
3			
4		DURC	DURC
5		ATLCC	ATLCC
6		ATLCC	ATLCC
7	LTAC	ATLCC	ATLCC
8	NACC	ATLCC	ATLCC
9	LTAC	ATLCC	ATLCC
10	NACC	ATLCC	ATLCC
11	LTAC	ATLCC	ATLCC
12	NACC	ATLCC	ATLCC
13	LTAC	ATLCC	ATLCC
14	NACC	ATLCC	ATLCC
15	LTAC	ATLCC	ATLCC

16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	LTAC	ATLCC	ATLCC
18	NACC	ATLCC	ATLCC
19	BALC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
21	DURCD	ATLCC	ATLCC
22	TARCB	ATLCC	ATLCC

16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	LTAC	ATLCC	ATLCC
18	NACC	ATLCC	ATLCC
19	PRCC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
	DURC		
21	D	ATLCC	ATLCC
	TARC		
22	B	ATLCC	ATLCC

16	NACC	ATLCC	ATLCC
17	LTAC	ATLCC	ATLCC
18	NACC	ATLCC	ATLCC
19	PRCC	ATLCC	ATLCC
20	TACC	ATLCC	ATLCC
	DURC		
21	D	ATLCC	ATLCC
	TARC		
22	B	ATLCC	ATLCC

ANEXO 1

Problemas de la jerarquía digital sincrónica

La necesidad de sincronizar todos los nodos de la red es el principal problema de SDH. La extensión de la trama síncrona de 2Mbps del sistema PDH hacia velocidades superiores es la idea del desarrollo del SDH.

La trama de 2Mbps es síncrona, es decir que los intervalos de tiempo son sincrónicos al encabezamiento de la trama: Cuando la trama esta sincronizada, un receptor puede extraer la información contenida en la trama simplemente contando bytes hasta llegar a la posición deseada y copiándolos en una memoria.

En cambio el procedimiento para insertar información en un intervalo de tiempo es simple: Cuando la trama esta alineada, el transmisor puede transferir los datos de su memoria al intervalo de tiempo adecuado, contando los bytes desde la palabra de alineación de trama.

La trama de 2Mbps es sincrónica con sus tributarios de 64kbps en cambio con las tramas de 8, 34, 140 o 565 Mbps no sucede lo mismo. Estos tributarios en la práctica no siempre son sincrónicos, por lo que las centrales de conmutación y los cross-connects tienen que periódicamente introducir deslizamientos o slips cada vez que haya un defasaje grande entre carga que ingresa a la memoria elástica a la entrada del MUX y la señal multiplexada de 2Mbps.

La velocidad de línea de la trama recibida determina la velocidad con que llegan y se escriben en las memorias elásticas los datos de cada canal, mientras que la velocidad con que se leen los datos se encuentra determinada por el reloj interno de la central o cross-connect, con el cual generan las tramas que transmiten. Se produce un desbordamiento de la memoria elástica cuando la información a la entrada llega más rápidamente de lo que puede ser leída, para evitar este desborde, el nodo de la red tira uno o varios octetos de información a la basura, vaciando la memoria elástica y permitiendo que exista un nuevo llenando lentamente, (dependiendo de la diferencia entre los relojes de escritura y lectura),

hasta que sea necesario un nuevo vaciado. Por lo cual se produce un *slip negativo que es la acción que corta un trozo de la secuencia de bytes transmitidos.*

En cambio si el reloj de escritura es más lento que el de lectura, la memoria elástica tiende a vaciarse, entonces el nodo de la red deja de leer información reciente, transmitiendo uno o varios octetos viejos sin borrar el contenido de la memoria elástica, la misma que se vuelve a llenar. Estas repeticiones se llaman *slips positivos.*

Los deslizamientos pueden traer problemas en la transmisión de datos pero no son perjudiciales para las señales de voz.

Formación y estructuras múltiplex

La carga en SDH se acomoda en contenedores, si esta carga es plesiócrona, se debe adaptar el reloj de la carga al reloj de los contenedores. La capacidad de carga es ligeramente superior a la necesaria. Estos contenedores disponen de bits adicionales que pueden o no contener información, así como bits que indican si en esas posiciones va o no información, es decir se utiliza relleno adaptativo. Cuando ha sido creado el contenedor en los **multiplexores de frontera**, la red ya no tiene que mirar dentro del mismo hasta el punto en el cual el contenido es devuelto a un elemento de la red.

A cada uno de los contenedores se les asigna un encabezamiento, llamado **tara de trayecto** (TTY o POH). El POH tiene información para uso en los extremos del trayecto tales como: canales de servicio, información para verificación de errores, alarmas, etc. Y los punteros que apuntan al primer byte del encabezamiento de trayecto. Los **contenedores virtuales** VC (Virtual Container) son los contenedores a los cuales se ha agregado su POH. Cada uno de los VC es transportado en un espacio al cual está asignado un puntero, que indica el primer byte del VC respectivo. Las señales tributarias se disponen en el VC para su transmisión extremo a extremo a través de la red SDH. El VC puede atravesar muchos nodos mientras circula por la red, se ensambla y desensambla una sola vez.

Los punteros correspondientes a cada contenedor se encuentran en posiciones fijas respecto al elemento de multiplexación en el cual los contenedores son mapeados. Los VC bajos son mapeados en relación a contenedores más altos. Los VC altos son mapeados en

relación a la trama STM-n. Por lo tanto los contenedores altos contienen también un área de punteros para los VC bajos (llamados unidades tributarias).

Los VC bajos tienen su área de carga ocupada por una gran señal sincrónica. Los VC altos que son mapeados en relación a la trama STM-n son llamados **unidades administrativas (AU)**.

Por lo tanto, la trama STM-n siempre contendrá un área de punteros para las unidades administrativas.

El contenedor es el que define la capacidad de transmisión sincrónica del tributario. La frecuencia de éste se incrementa mediante justificación positiva para acomodarla y sincronizarla con STM-1. Cuando se agrega la información adicional POH se forma el contenedor virtual VC (Virtual Container). Luego se agrega el puntero PTR, que es el direccionamiento de cada VC dentro de la estructura, obteniéndose la unidad tributaria TU.

Principio de interconexión de una red SDH

La interconexión de dos nodos cualesquiera en esta red se logra mediante sistemas de transporte SDH individuales.

El VC es ensamblado en el punto de entrada a la red SDH, se transmite intacto y se desensambla al a salida de dicha red.

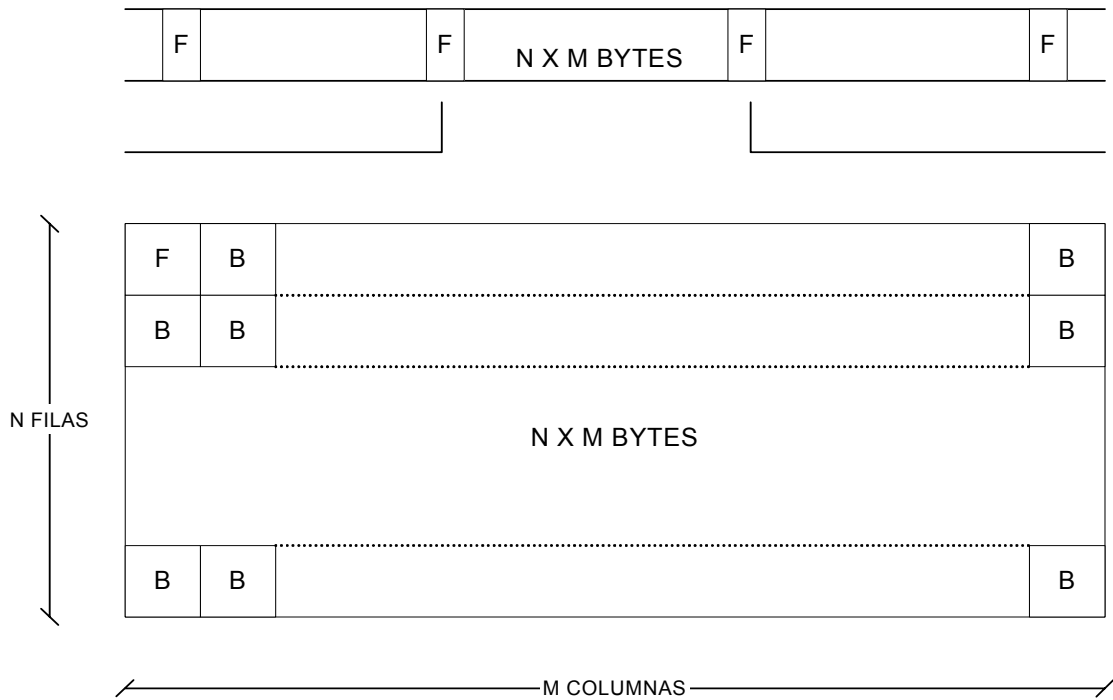
Un nodo de red es un elemento de red (NE) que tiene capacidad de multiplexar, Derivar, insertar o crossconectar (o una combinación de ellas).

En el extremo de transmisión de cada nodo se crea el encabezado de sección (SOH) y avanza hasta el nodo receptor, es decir, el SOH pertenece únicamente a un sistema de transporte concreto y no se transfiere con el VC entre sistemas de transporte.

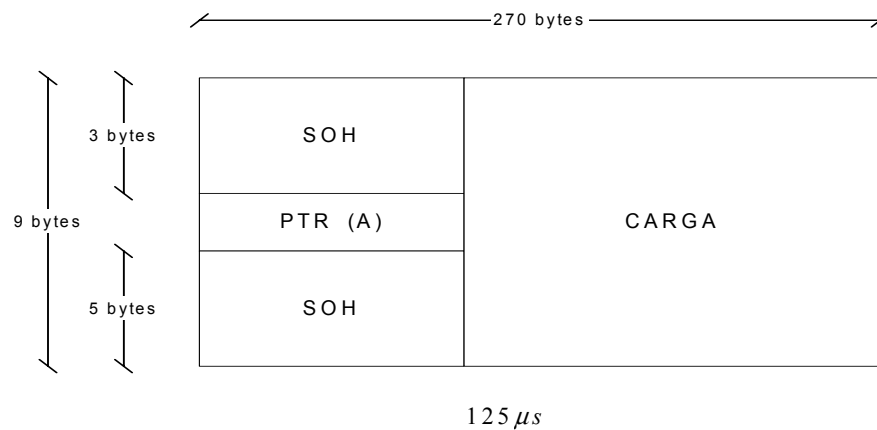
Estructura de la trama sincrónica

Por razones de estudio una trama de flujo de señales serie puede representarse con un mapa bidimensional, que tiene N filas y M columnas, donde cada celda representa un byte

de 8 bits de la señal sincrónica. El byte que aparece en la casilla superior izquierda (F) actúa como marcador y sirve para localizar el comienzo de la trama.



La estructura de la trama del módulo de transporte sincrónico STM-1 es la que puede observarse en la figura siguiente:

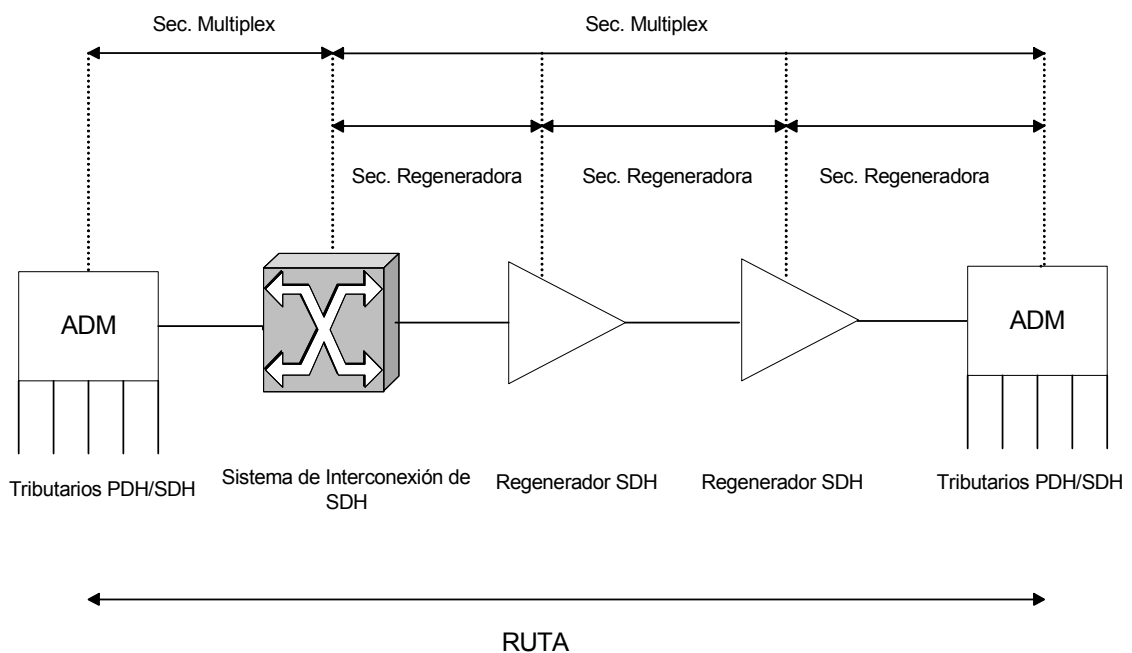


Encabezado global

Se denomina encabezado global a las señales tributarias y las señales auxiliares de la red, que son los dos tipos de datos que transporta la trama SDH. El encabezado global

aporta las funciones que precisa la red para transportar eficazmente las señales tributarias a través de la red SDH. Comprende tres categorías:

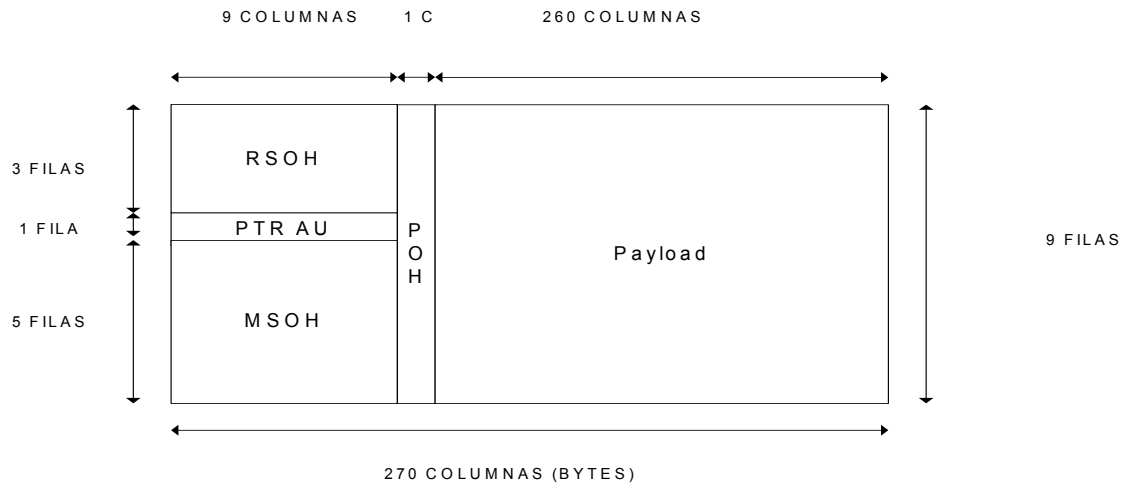
- Encabezado trayecto (POH).
- Encabezado de sección multiplexor (SOHx).
- Encabezado de sección regeneradora (SOHy).



El trayecto de una red SDH es la conexión lógica entre el punto en el que se ensambla en su contenedor virtual y el punto en el que se desensambla desde el contenedor virtual.

Formato de Trama

Como ya se menciona anteriormente, la trama SDH está compuesta por diferentes campos como se analiza en la siguiente figura.



$$\text{STM-1: } 8000 \text{ tramas/ s} \times 2340 \text{ bytes/trama} \times 8 \text{ bits/ byte} = 155.52 \text{ Mbps}$$

RSOH (Regeneration Section Overhead)

MSOH (Multiplex Section Overhead)

PTR AU (Puntero de la Unidad Administrativa)

Los campos RSOH y MSOH tienen la siguiente estructura:

SOH de una trama STM-1

A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	UN	UN
B1			E1			F1	UN	UN
D1			D2			D3		
PTR AU								
B2	B2	B2	K1			K2		
D4			D5			D6		
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	UN	UN

RSOH
Regeneration
Section OverHead

MSOH
Multiplex Section
OverHead

RSOH
Regeneration
Section OverHead

MSOH
Multiplex Section
OverHead

SOH de una trama STM-1 RSOH

A1	A1	A1	A2	A2	A2	J0	UN	UN
B1			E1			F1	UN	UN
D1			D2			D3		
PTR AU								
B2	B2	B2	K1			K2		
D4			D5			D6		
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	UN	UN

RSOH
Regeneration
Section OverHead

Donde:

- A1 y A2: FAW (Palabra de Alineación de la Trama) A1 = F6; A2 = 28
- J0: Identificador de traza de sección regeneradora
- B1: provee monitoreo de la sección regeneradora
- E1 y F1: Estos dos bytes proveen canal de servicio (orderwire) y canal de usuario
- D1 a D3: DCC (Data Communication Channel) de la sección regeneradora. Provee funciones de administración, monitoreo, alarma y mantenimiento entre equipos que terminen sección regeneradora.

SOH de una trama STM-1: MSOH

A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	UN	UN
B1			E1			F1	UN	UN
D1			D2			D3		
PTR AU								
B2	B2	B2	K1			K2		
D4			D5			D6		
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	UN	UN

MSOH
Multiplex Section
OverHead

Donde:

- B2: provee monitoreo de errores de bits en la sección multiplexadora
- K1 y K2: Reservados para señalización de APS (Automatic Protection Switching). Además , tres bits de K2 dan MS-AIS y MS-RDI
- D4- D12: DCC de sección multiplexadora. Llevan información de administración de la red.
- Z1 y Z2: Uso futuro
- E2: Canal de Servicio 64 Kbps entre equipos que terminan la MS
- S1 Etiqueta de calidad de sincronismo. Indica de qué calidad es el reloj que se está usando para transmitir.
- M1: MS-REI: cantidad de errores detectados en B2 del equipo remoto.

Descripción de trayectos y secciones

Trayecto de bajo orden (Low Order Path).-Entre dos puntos de la red en los que el VCI-POH se escribe y se evalúa (i = 12, 2, 3)

Trayecto de alto orden (High Order Path).-Entre dos puntos de la red en los que el VC4-POH se escribe y se evalúa

Sección de multiplexación.-Entre dos puntos en los que el MSOH se escribe y se evalúa

Sección de regeneración.-Entre dos puntos en los que el RSOH se escribe y se evalúa

High Order Path

Varios VC-12 son transportados en dos estructuras de nivel superior:

- Un VC-4: creado multiplexando 63 señales VC-12 y transportando a través de un “High Order Path “. Hay una terminación de VC-4 donde un DXC, ADM ó LTM requiere acceso a cualquier low order path dentro del VC-4
- Una trama STM-N: creada multiplexando n señales VC-4 (n=1, 4, 16,64); es transmitida a través de la Sección eléctrica u óptica. Hay una terminación STM-N en un DXC, ADM ó LTM receptor

Encabezados de Trayecto POH para VC4

VC4 POH

J1	<ul style="list-style-type: none"> J1: Identificador de Trayecto de alto orden. Permite al receptor verificar la conexión del trayecto con el transmisor
B3	
C2	
G1	<ul style="list-style-type: none"> B3: Monitoreo de errores del trayecto del VC-4 C2: Path Signal Label del VC4 (unequipped, TUG structure, 140 Mbps asíncrono, ATM, etc.) (Da la composición al contenedor)
F2	
H4	<ul style="list-style-type: none"> G1: Estado del path de alto orden (REI, RDI). (Conocimiento de Errores F2: canal de servicio del usuario H4: Indicador de Multitrama
F3	
K3	
N1	<ul style="list-style-type: none"> F3: canal de servicio de usuario K3: señalización de APS N1: Tandem connection monitoring

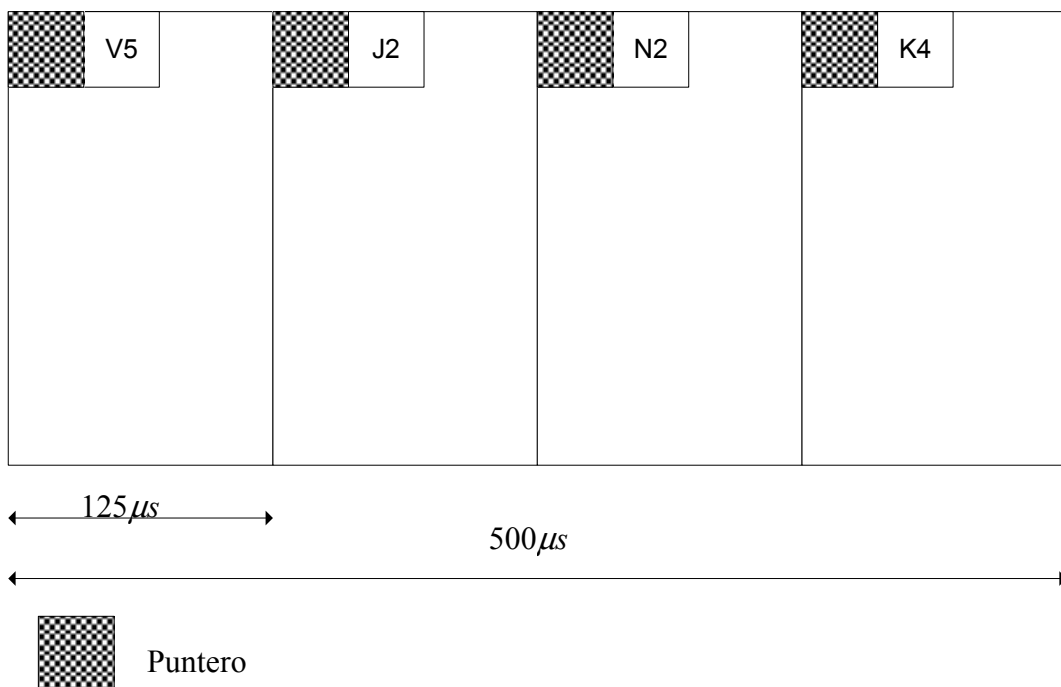
Low Order PATH

El Transporte de una señal de 2 Mbps en una red SDH se hace sobre un “Low Order Path”

Señal de 2 Mbps → C12 → VC12

Low Order Path Overhead

Es distribuido en cuatro tramas y esta compuesto por V5, J2, N2, K4



Low Order Path Overhead

J2: Identificador de path de Low Order Path de forma que un terminal receptor pueda verificar que está continuamente conectado al transmisor correcto

N2: Tandem Connection Monitoring de VC de bajo orden

K4: Provee señalización de APS para protección de bajo orden

V5:

BIP-2	REI	RFI	L1	L2	L3	RDI
--------------	-----	-----	----	----	----	-----

Donde:

BIP-2: Chequeo de Paridad

REI: Remote Error Indicador

RFI: Remote Failure Indicator, Indicador de Falla Remota (FEBE)

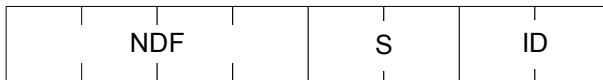
L1, L2 y L3: Signal Label, Nivel de la señal

RDI: Remote Defect Indicator (FERF), Indicador de Defecto Remoto

Puntero de AU-4

A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	UN	UN
B1			E1			A1	UN	UN
D1			D2			D3		
H1	Y	Y	H2	1	1	H3	H3	H3
B2	B2	B2	K1			K2		
D4			D5			D6		
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	UN	UN

H1:



NDF: New Flag Data, para cambios bruscos de puntero – más de tres bytes.

S: Indicador de tipo de TU/AU

ID: 10 bits de posición del byte J1

H2: bits de posición del byte J1 ó corrimiento a la derecha (D) o izquierda (I) =IDIDIDID

Y: 1001xx11

1: 11111111

H3: bits de justificación negativa

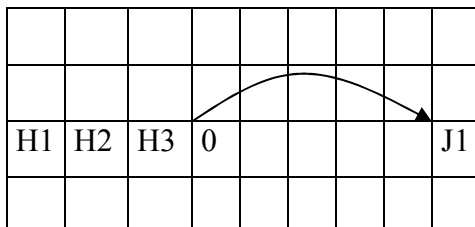
Punteros de AU- 4

A continuación se presenta un ejemplo:

NNNN = 0110 → no hubo cambios = no activado

I invertido → justificación , I, D = 0000101110 = 46

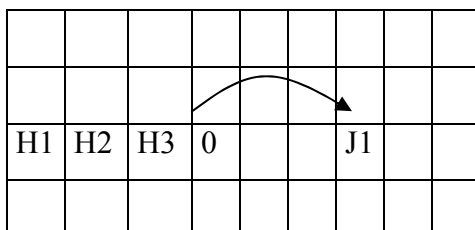
46



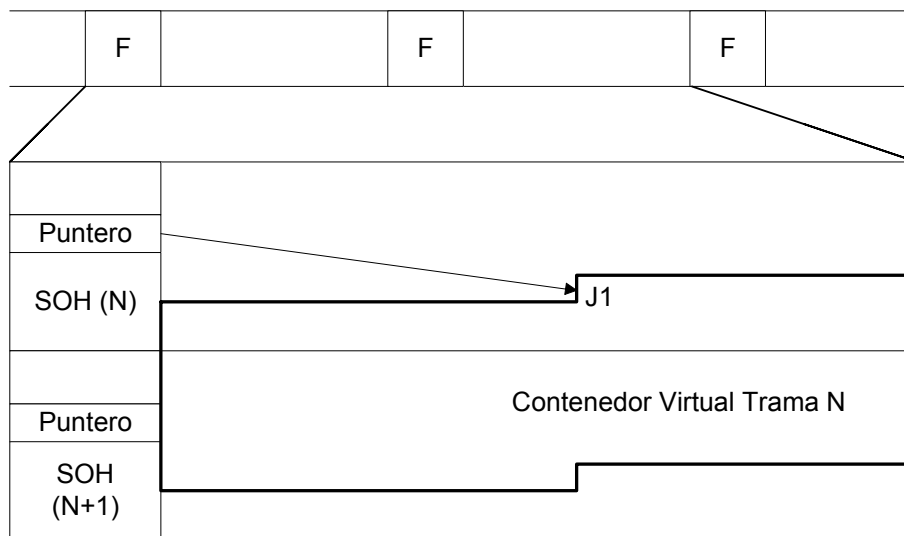
NNNN = 0110 → no hubo cambios = no activado

D invertido → justificación , I, D = 0000101110 = 44

44



Puntero de AU-4



El puntero de AU indica dónde está el comienzo del VC-4, mientras que el puntero TU indica dónde está el comienzo del VC-12.

Las ventajas de los punteros son:

- No necesitan buffers para sincronizar el payload a la trama
- Se eliminan los delays

Punteros de distintos contenedores

- VC4:
 - POH: 9 bytes
 - PTR: 9 bytes
- VC3 (bajo orden):
 - POH : 9 bytes
 - PTR : 3 bytes
- VC2, VC12 Y VC11:
 - POH: 1 byte (V5,J2,N2,K4)
 - PTR: 1 byte (V1,V2,V3 (byte stuff), V4)

El puntero PTR en los contenedores virtuales de bajo orden se compone de 4 bytes que se encuentran distribuidos en 4 VCx, de allí la denominación de multitrama.

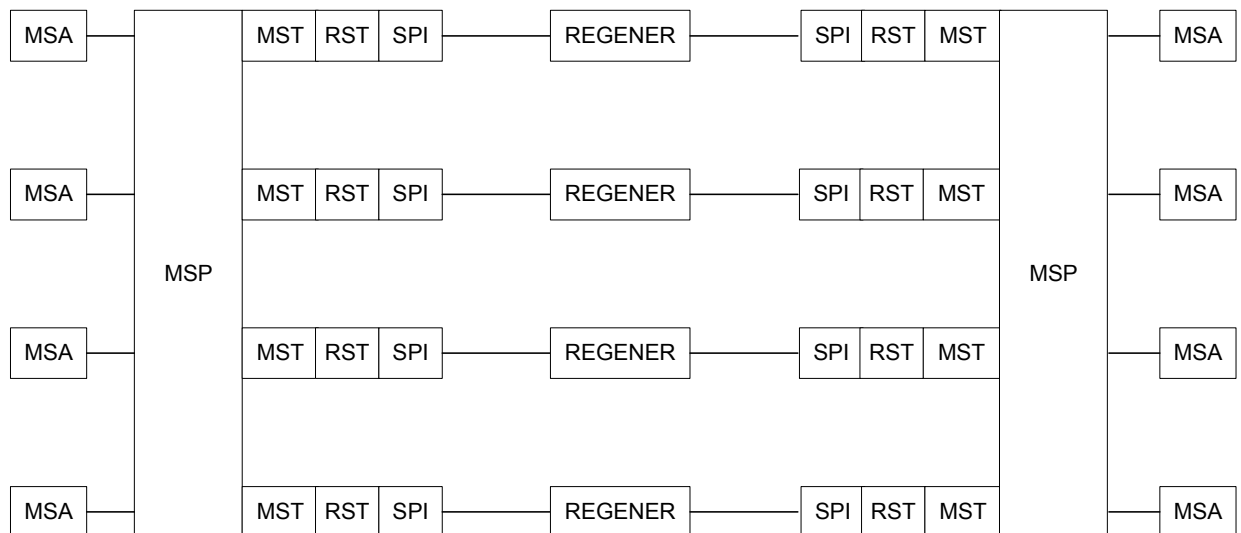
Protección SDH

La protección SDH puede ser:

- De camino
 - MSP
 - MSSPRing

- De Subred
 - De VC lineal
 - SNCP

- A nivel de la Red



El bloque MSP protege la sección de multiplexación, incluida la MST donde es insertado/terminado el MSOH, ordenando la conmutación a una línea de protección el NSOH, ordenando la conmutación a una línea de protección

Los dos bloques MSP (en ambos extremos) se comunican a través de los bytes K1, K2 del MSOH del canal de protección

Existen dos posibles arquitecturas:

- 1+1: el canal de protección transporta una réplica del tráfico del canal de trabajo.
- 1: n: el canal de protección transporta tráfico secundario y protege n ($1 < n < 14$) canales de trabajo. Cuando ocurre la acción de protección el tráfico secundario es desechado.

Propiedades

- **unidireccional:** la protección se ejecuta sólo en la dirección en que se ha detectado la falla.
- **Birideccional:** la conmutación se realiza siempre en ambas direcciones
- **Revertiva :** terminada la falla se reconmuta a la condición inicial (necesita un Wait to Restore WTR de 5-12 min.) antes reconmutar a la sección de trabajo para evitar conmutaciones intermitentes
- **No revertiva:** No se reconmuta a la situación inicial terminada la falla.

Condiciones de Conmutación

- Cuando se declara un **Signal Fail (SF):** BER es mayor a $1E-3$
- Cuando se declara un **Signal Degrade (SD):**BER mayor a un valor programable entre $1E-5$ y $1E-9$
- El tiempo de conmutación debe estar debajo de los 50 ms luego de declarar una de las dos condiciones

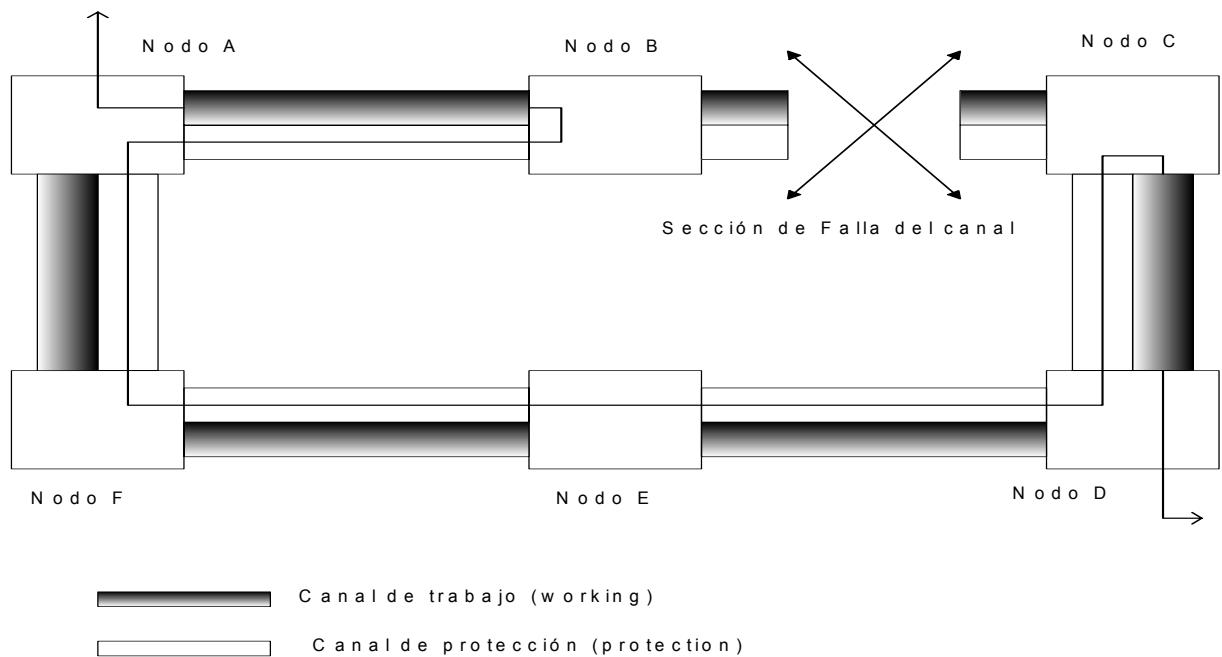
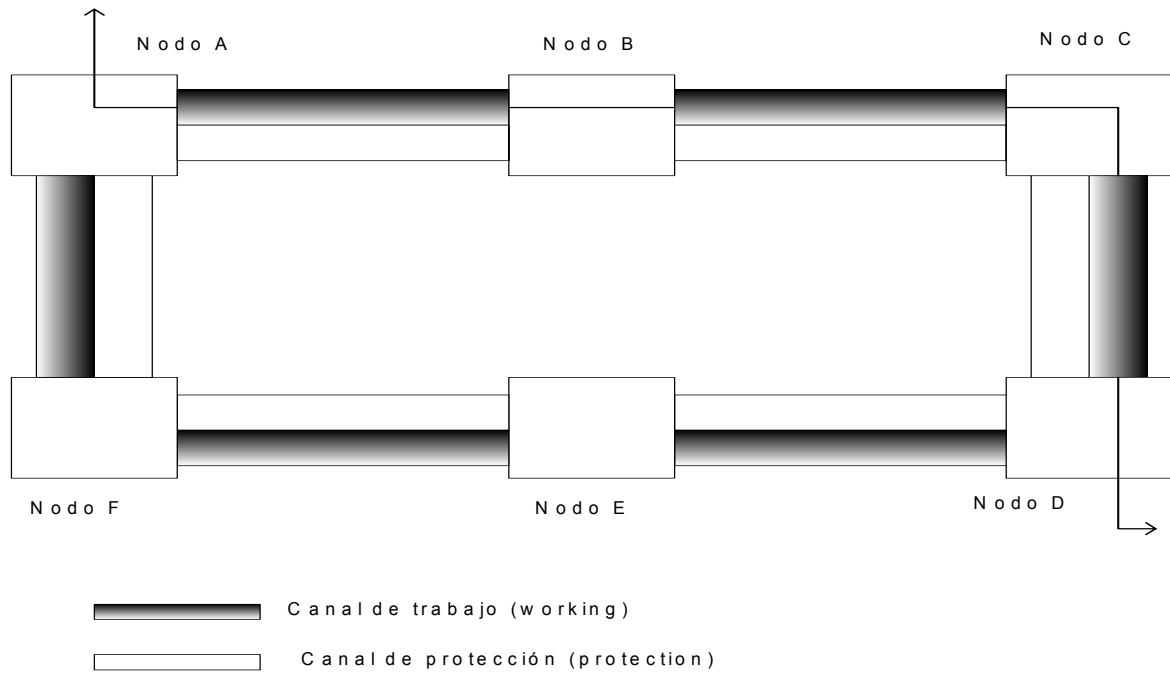
Ventajas

- Elevada velocidad de conmutación (menor de 50ms según G.783)
- Mínima complejidad del sistema de control (especialmente en el caso 1+1)

Desventajas

- Fuerte ineficacia en el uso de los recursos (50% en el caso 1+1)
- Razón costo/ prestación justificado solo para tráfico importante
- Se debe contar con caminos para las dos secciones

Anillos de Protección Compartida de Sección de Multiplexación (MS-SPRing)



Características

Posee las siguientes características

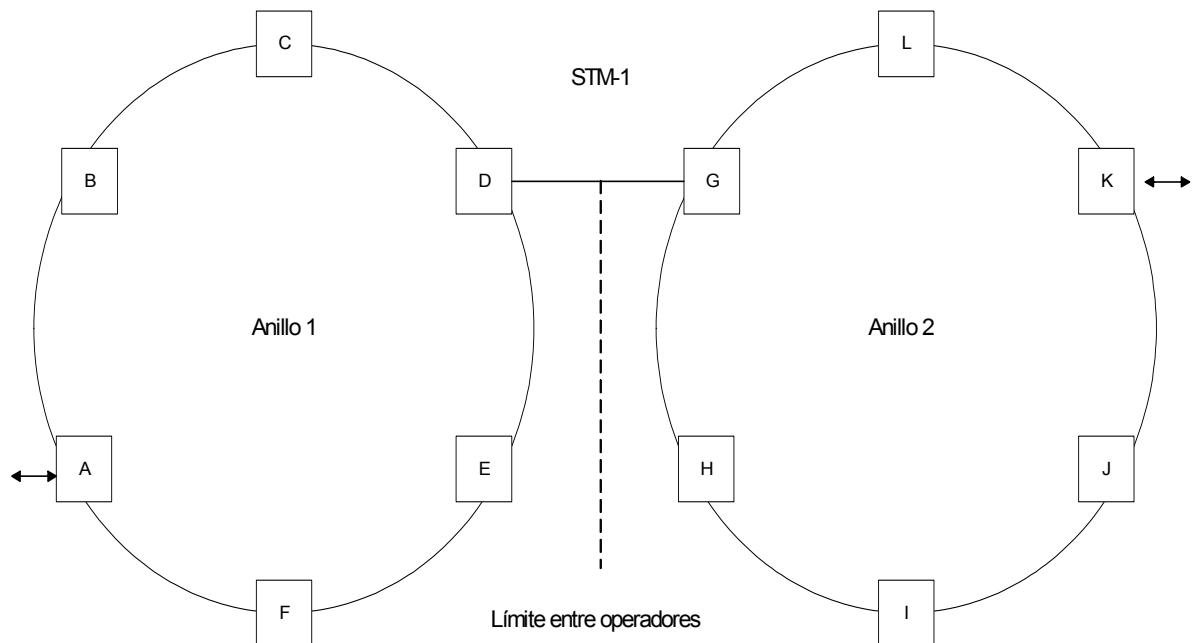
- Los recursos de protección se comparten entre todos los canales de trabajo.
- La protección actúa ante fallas en la sección de Multiplexación
- Implementación compleja (tablas de tráfico y topología en cada nodo)

Protección Lineal de Trayecto de Contenedor Virtual (1+1 Trail Protection)

Características

- Los recursos de protección se asignan en forma independiente para cada canal de trabajo
- La protección actúa ante fallas en el trayecto
- Implementación simple (solamente decisión de conmutación en cada punto de inserción / extracción del VC)

Protección Lineal de Conexión de Subred



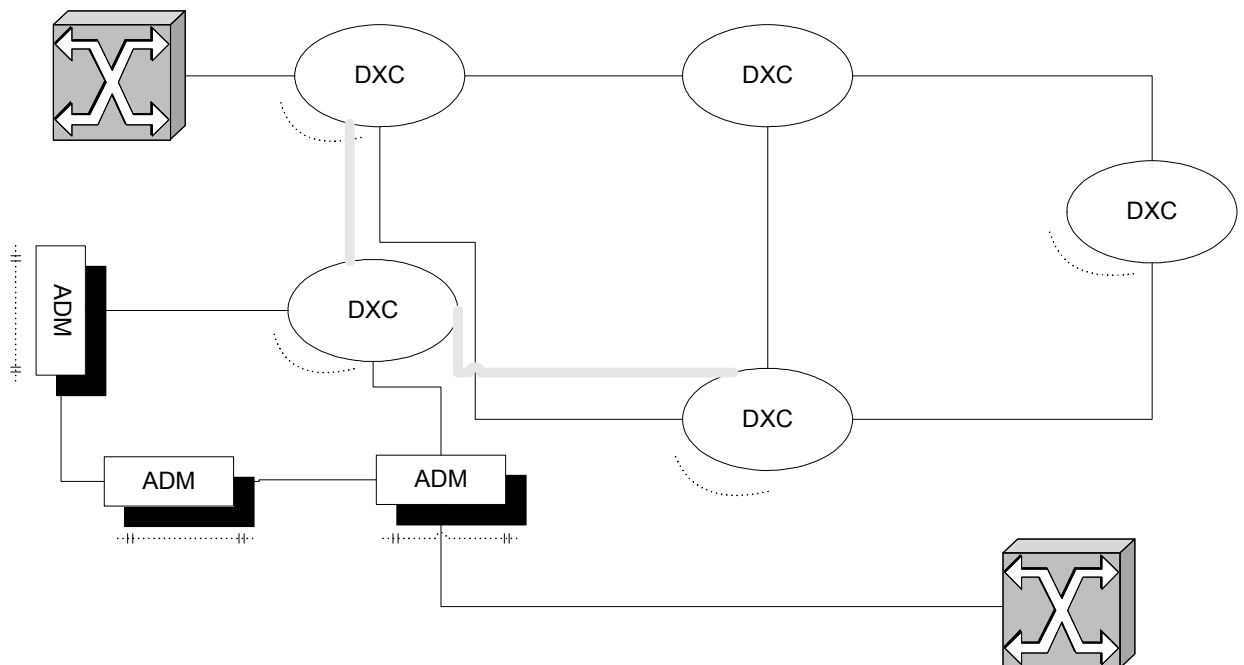
SNCP/I: Protege ante fallos de HW en el camino del trayecto (cualquier falla que genere AU/ TU- AIS ó AU / TU – LOP).

SNCP/N: Protege ante fallos de programación (HP / LP UNEQ, HP / LP TIM, HP / LP Ex VER)

Posee las mismas características que la Protección Lineal de Trayecto de Contenedor Virtual y las que se describen a continuación:

- El trayecto puede no estar protegido en alguna de las secciones que atraviesa
- No necesariamente se tiene control de los dos puntos de inserción / extracción en la misma administración.

Protección a Nivel de Red



Es la técnica de protección realizada con DXC a través de un sistema de gestión que se ocupa, en caso de falla, de reconfigurar la matriz de los DXC implicados. Es una asignación dinámica de los recursos: no hay canales de trabajo y de reserva.

Ventajas

- Es indicada para redes malla

- Es capaz de proteger el servicio en el caso de fallas múltiples, tanto de enlace como de equipos.
- Mayor eficiencia en el uso del ancho de banda disponible, dado que no asigna en forma fija capacidad del sistema para propósitos de protección.

Desventajas

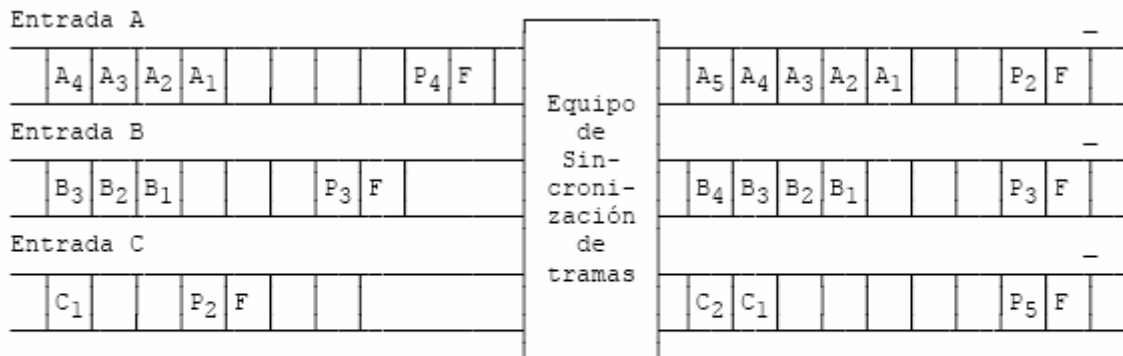
- Implementación Compleja
- Requiere un sistema de gestión de flujos
- Tiempo de acondicionamiento de la protección superior respecto a las protecciones de línea y de anillo.

Sincronización de tramas SDH

La correcta sincronización de las redes SDH es primordial para asegurar su correcto funcionamiento, por eso se debe sincronizar las distintas señales de transporte SDH con los equipos de la red. En la entrada de los equipos SDH, las distintas señales de transporte pueden estar desalineadas tanto en fase de temporización como en la tasa de bits.

Los multiplexores TDM fraccionales multiservicio de acceso y las centrales de conmutación son los clientes más afectados por desincronizadores en la red SDH.

En el proceso de sincronización del encabezado el SOH incluye 6 o más bytes de entramado (bytes F) logrando así que los bytes del SOH para cada una de las señales de transporte se sincronicen con la trama, en cambio los bytes del VC mantienen la misma relación de fase de temporización, lo cual se logra volviendo a calcular el valor del puntero asociado a cada VC con el fin de dar cabida a cualquier ajuste en la fase del SOH debido a la sincronización de la trama.



A, B, C indican señales de transporte
 F indica byte de entramado
 Px indica valor x del byte del puntero.

Como ya se dijo anteriormente los Slips son pérdidas de información debido a que un búfer se desborda o se vacía debido a diferencias en el timing.

Timing Slips: Cálculos

- Frecuencia nominal = f □ cantidad de bits = n
- Frecuencia real = f' □ cantidad de bits = $n+1$
- $t1$ = tiempo en el cual f' produce un bit más que f

$$f' = \frac{n+1}{t1} \quad f = \frac{n}{t1} \Rightarrow f' - f = \frac{1}{t1}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{(f' - f)}{f} = \text{desviación fraccional de frecuencia}$$

$$f' - f = \Delta f = \left(\frac{\Delta f}{f} \right) \times f = \text{desviación fraccional de frecuencia} \times f$$

$$\phi' = 2\pi f'; \quad \phi = 2\pi f \quad \frac{(\phi' - \phi)}{\phi} = \frac{\Delta \phi}{\phi} = \frac{\Delta f}{f} =$$

desviación fraccional de fase = desviación fraccional de frecuencia

Por lo tanto se en $t1$ se pierde un bit, la trama puede ser perdida de acuerdo a lo siguiente:

$$tSLIP = t1 \times N \circ \text{ de bits de la trama}$$

$$tSLIP = \frac{N \circ \text{ de bits de la trama}}{\Delta f}$$

$$tSLIP = \frac{N \circ \text{ de bits de la trama}}{f \times \text{desviación fraccional}}$$

De lo anterior se puede obtener la siguiente tabla:

Desviación fraccional	$t_{SLIP(s)}$	Tasa de clips
10E-11	12500000	1 cada 4.8 meses
10E-10	1250000	1 cada 14.5 días
10E-9	125000	1 cada 1.45 días
10E-8	12500	6.9 slips/día
10E-7	1250	2.88 slips/hora
10E-6	125	28.8 slips/hora
10E-5	12.5	4.8 slips /minuto

Objetivos de Red

En una red el sincronismo se distribuye jerárquicamente desde relojes de mayor calidad a relojes de menor calidad en una estructura de árbol.

Con la generalización de los GPS (Global Positioning System) este árbol se puede aplanar y en realidad se puede tener una referencia G.811 equivalente en más de un nodo. Ambos modelos son equivalentes en cuanto a la calidad de la red.

Parámetros que afectan al sincronismo

Jitter

- Corresponde a Variaciones de corto plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones de referencia en el tiempo.
- Jitter para frecuencias mayores que 10 Hz

Wander

- Corresponde a variaciones de largo plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones de referencia en el tiempo.
- Wander para frecuencias menores a 10 Hz

Topologías

En las estructuras de anillo se puede proteger el flujo de la señal de sincronismo definiendo en los equipos fuentes alternativas a las que pueden conmutar cuando ocurre una falla. Para prevenir la aparición de lazos de sincronismo ante conmutaciones por fallas existe la funcionalidad Sincronization Status Message (SSM) ó “Timing Marker”.

Sincronismo SSM

- Con SSM se marca un nivel de calidad de la fuente del reloj y tiene los siguientes objetivos:
 - Permitir que se elija la mejor señal de reloj disponible en cada punto.
 - Permitir que se use el modo “holdover” si las señales de referencia son de baja calidad
 - Evitar “Timing loops” en cadenas y anillos SDH

- El Quality Level es indicado por el Synchronization Status Message (SSM) de la siguiente manera:
 - QL-PRC = Primary Referente Clock
 - QL-SSU-T= SSU Transit Node Clock
 - QL-SSU-L= SSU Local Node Clock
 - QL-SEC = SDH Equipment Clock
 - QL-DNU = Do not use

El byte S1 del MSOH indica el Quality Level que es llevado por las señales STM-N.

Hay que seleccionar siempre la entrada de timing que tenga la mejor calidad, y si varias entradas tienen el mismo QL, seleccionar la mayor prioridad.

El SSM en la señal que se envía hacia la entrada que ha sido seleccionada como fuente es automáticamente seteada en Don't Use (No usar)

Movimientos de Puntero

PJE (Pointer Justification Event): Evento de ajuste de puntero.

El PJE ocurre en una red cuando existe un desfasaje entre el contenedor entrante a un equipo SDH y la trama síncrona de salida adonde ese contenedor será mapeado

El efecto del PJE se transforma en un salto de fase al terminar el contenedor y demapear su contenido. Este salto de fase se distribuye en el tiempo para suavizarlo mediante el desincronizador del equipo.

ALARMAS

Existe una gran variedad de señales de alarma y comprobación de paridad incorporadas en la estructura de señales SDH que permiten realizar con eficacia pruebas en servicio. Entre las principales condiciones de alarma están: pérdidas de señal (LOS), pérdidas de trama (LOF) y pérdida de puntero (LOP), las cuales producen la transmisión de señales de indicación de alarma (AIS) a la siguiente etapa de proceso.

Antes del análisis de las alarmas se debe tener conocimiento de las normas más importantes que son:

Norma G.821

La norma G.821 especifica:

- **ES** (Errores Second): Segundo en el cual se encontró por lo menos un error de bit
- **SES** (Severely Errores Second): Segundos en el cual la tasa de error supera 10^{-3}
- **UAS** (Unavailable Second): un circuito es considerado indisponible desde el primero de al menos 10 SES consecutivos. El circuito es disponible desde el primero de al menos 10 segundos consecutivos que no son SES
- **Desventaja del método:** Se basa en la evaluación de bit errors, de modo que el canal debe sacarse de servicio para hacer la medición.

Norma G.826

La norma G.826 especifica lo siguiente:

- **Ventaja:** Se basa en errores de bloque. Permite hacer mediciones en servicio
- **ES** (Errores Second): Segundo en el cual se encontró al menos un Errores Block
- **EB** (Errores Block): Bloque que contiene uno o más bits errados
- **SES**(segundo Severamente Errado): segundo en el cual más del 30% de los bloques están errados
- **BBE**(Background Blocks Errors): Bloques con errors que no se encuentran dentro del SES
- **UAS** (Unavailable Second): un circuito es considerado indisponible desde el primero de al menos 10 SES consecutivos. El circuito es disponible desde el primero de al menos 10 segundos consecutivos que no son SES
- **Bloque**

Para B1: Toda la trama SDH excepto el FAW

Para B2: Toda la trama SDH excepto el RSOH

Para B3: El VC4

Para BIP-2: El VC12 asociado

Dependiendo del nivel de jerarquía de mantenimiento se generan las distintas AIS.

Entre las principales alarmas tenemos:

Pérdida de señal LOS

Acceso	Abandono
Cuando el nivel de la señal recibida desciende por debajo del valor al que se preveé una BER = 10^{-3}	Cuando se reciben dos patrones de trama válidos consecutivos, y durante ese tiempo no se detecta una nueva condición LOS

Fuera de trama OOF

Acceso	Abandono
Cuando se reciben 4 tramas SDH consecutivas no válidas (contiene errores). El tiempo máximo de detección de OOF es 625 segundos	Cuando se reciben dos SDH consecutivas válidas

Pérdida de trama (LOF)

Acceso	Abandono
Cuando existe un estado OOF durante XXXX ms. Si los OOF son intermitentes, el temporizador no se restaura a cero hasta que en estado de “en trama” persista durante XXXX ms	Cuando un estado de “en trama” existe continuamente durante XXXX ms.

Pérdida de puntero (LOP)

Acceso	Abandono
Cuando se reciben N punteros no válidos consecutivos (excepto en un indicador de concatenación), donde N= 8,9 ó 10	Cuando se reciben 3 punteros válidos iguales o 3 indicadores AIS consecutivas

RDI: (o FERF) Remote Defect Indication: Indicación de Defecto Remoto, indica en recepción la existencia de una falla en la transmisión. La genera el equipo remoto. Opcionalmente se trasmite al detectarse un defecto de BER excesivo (excede umbral de 10^{-3}).

REI: (o FEBE): Remote Error Indication: ídem RDI pero referente a los errores

SLM Signal Label Mismatch: Etiqueta de señal no coincidente. El equipo SDH esperaba un valor sw l byte C2(HOP) o V5(LOP) que no coincidió con el recibido

TIM: Trace Identifier Mismatch: Identificador de Trayecto no coincidente. El equipo SDH esperaba un valor del byte J1(HOP) o J2 (LOP) que no coincidió con el recibido

AIS de la sección del multiplexor (MS- AIS)

Enviado por el equipo de terminación de sección de multiplexación (RSTE) para alertar al MSTE en las etapas siguientes que se han detectado estados LOS ó LOF. Viene indicado por una señal STM-N que contiene la ROS válida y una configuración formada exclusivamente por “1s”. La generación debe producirse en un plazo de XXXX μ s a partir del momento en que se elimine la anomalía .

AIS de ruta AU

Enviado por el MSTE para avisar a los equipos de terminación de trayecto de orden superior (HO PTE) situados en las siguientes etapas del proceso que se ha detectado un estado LOP o se ha recibido un AIS de trayecto AU. Viene indicado por la transmisión de una configuración formada exclusivamente por “1s” en toda la AU-3/4, es decir, una configuración formada por “1s” en los bytes de puntero H1, H2 y H3, así como todos los bytes del VC-3/4 asociado.

Detectado por el HO PTE cuando se recibe la configuración formada exclusivamente por “1s” en los bytes H1 y H2 durante 3 tramas consecutivas. La eliminación se detecta cuando se reciben 3 punteros AU válidos consecutivos con NDF normales ó se recibe un único puntero AU válido con NDF activado .

Indicación de alarma remota en trayecto de orden superior (RAI de trayecto HO)

Generado por el equipo de terminación de trayecto de orden superior (HO PTE) en respuesta a la recepción de un AIS de trayecto AU. Se envía a otros HO PTE situados en

etapas anteriores del proceso. Viene indicado por el ajuste del bit 5 del byte G1 de POH a “1”

Detectado por otro HO PTE cuando el bit 5 del G1 recibido está ajustado a “1” durante 10 tramas consecutivas. Se detecta la eliminación cuando el otro HO PTE recibe 10 tramas consecutivas con el bit 5 del byte G1 ajustado a “0”.

AIS de trayecto TU

Enviado a las siguientes etapas del proceso para avisar a los equipos LO PTE que se han detectado un estado TU LOP o se ha recibido un AIS de trayecto TU. Viene indicado por la transmisión de una configuración formada exclusivamente por “1s” en toda TU-1/2/3 , es decir, los bytes de puntero V1-V3, el byte V4, así como todos los bytes del VC-1/2/3 asociados con una configuración formada exclusivamente por “1s”

Indicación de alarma remota en trayecto de orden inferior (RAI de trayecto LO)

Generado por el equipo LO PTE en respuesta a la recepción de un AIS de trayecto TU.

Se envía a otros LO PTE situados en etapas anteriores del proceso . Viene indicado por el ajuste del bit 8 del byte V5 de la POH lo a “1”

Detectado por otro LO PTE cuando el bit 8 del byte V5 recibido está ajustado a “1” durante 10 multitramas consecutivas. Se detecta la eliminación cuando el otro LO PTE recibe 10 multitramas consecutivas con el bit 8 del byte V5 ajustado a “0”.

Sincronización y temporización en SDH

Las redes SDH necesitan de sincronización y temporización , es por eso que en la práctica, todos los operadores importantes proporcionan su propia Fuente de Referencia Primaria (PRS) y una red sincrónica de relojes esclavos utilizados para sincronizar centrales de conmutación individuales. La información de referencia de sincronización se distribuye mediante señales de 2 Mbps. Las PRS se especifican con tolerancias muy precisas (Rec.G.811 UIT-T) de 1×10^{-11}

Concatenación

El sistema STM-N por medio de un proceso de concatenación puede transportar señales plesiócronicas de velocidades superiores a 140 Mbps. La carga se divide entre lo que serían las áreas de carga útil de varios STM-1, luego la carga vuelve a ser concatenada en los extremos de los enlaces .

El multiplexado mediante el entrelazado de bits de cuatro señales de transporte STM-1 forma una señal de transporte STM-4, por tanto el área del VC es ocupada por cuatro VCs-4 distintos. Cada VC-4 consta de un POH y un contenedor capaz de transportar las señales tributarias encuadradas a una velocidad de hasta 149.76 Mbps.

Interfaces de línea de SDH

Para SDH existen dos tipos de interfases que son:

1. Ópticas
2. Eléctricas

Interfaces Ópticas

Comprende tres grados de aplicación distintos que son:

Local

Indicados con **I-n**, donde n=nivel jerárquico STM

Corto alcance

Indicados con **S-n.1** ó **S-n.2**, donde n=nivel jerárquico STM

Si n=1, longitud de onda de 1310nm sobre fibra G.652

Si n=2 longitud de onda de 1550nm sobre fibra G.652

Largo alcance

Indicados con **L-n.1** ó **L-n.2** ó **L-n.3**, donde n=nivel jerárquico STM

Si n = 1 longitud de onda de 1310nm sobre fibra G-652

Si n = 2 longitud de onda de 1550nm sobre fibra G-652 ó G-654

Si n = 3 longitud de onda de 1550nm sobre fibra G-653

Local .- Sirve para aplicaciones de transmisión por fibra monomodo con una distancia máxima de 2 Km. con pérdidas entre 0 y 7 dB. Los transmisores ópticos pueden ser LEDs o transmisores láser de modo multilongitudinal de baja potencia con $\lambda = 1310$ nm.

Corto alcance .-Sirve para aplicaciones de transmisión por fibra monomodo con una distancia hasta de 15 Km. y pérdidas entre 0 y 12 dB. Emplea transmisores láser de modo monolongitudinal SLM o de modo multilongitudinal MLM de baja potencia con longitudes de onda de 1310 ó 1550nm.

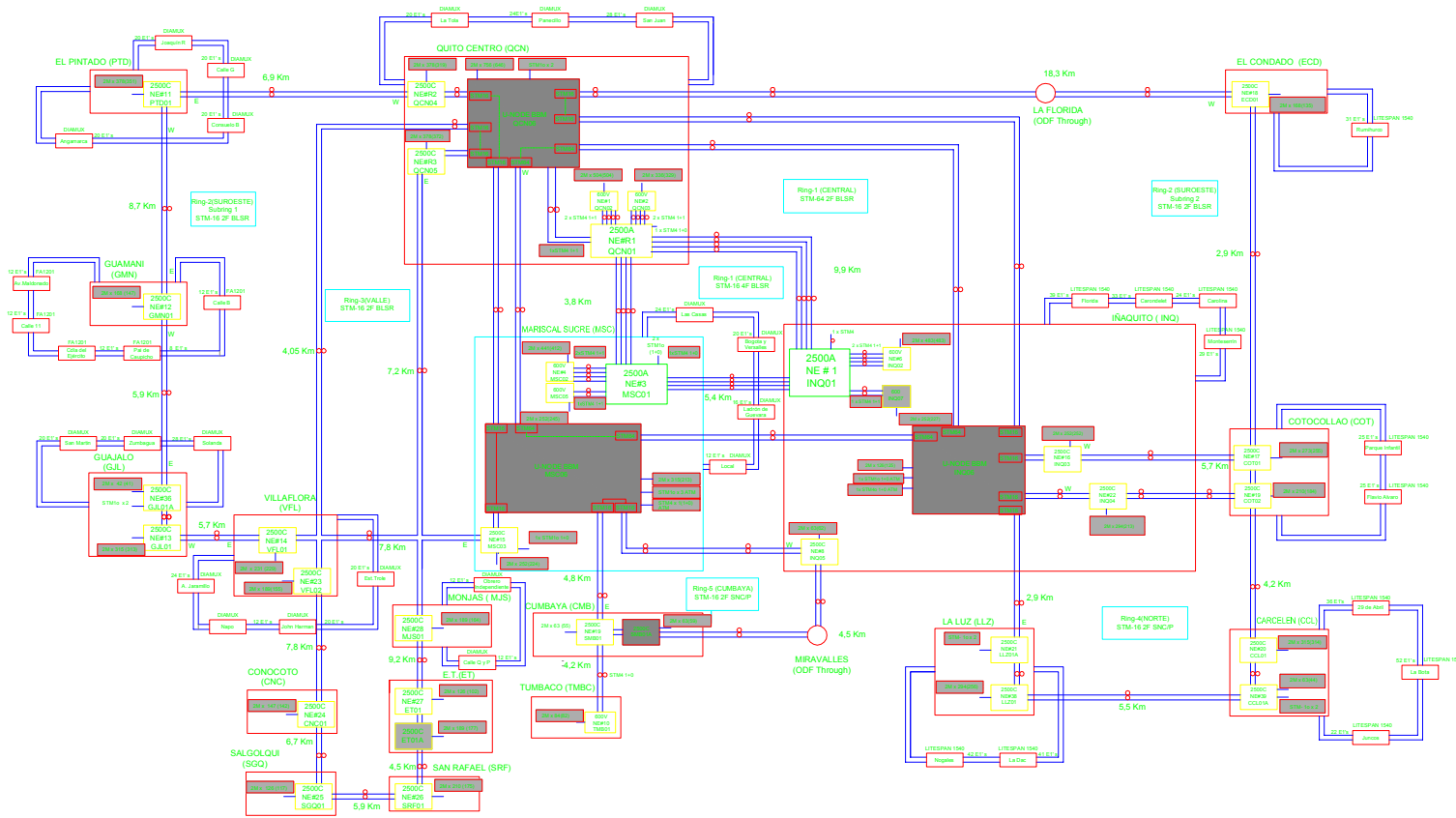
Largo alcance.-Sirve para aplicaciones por fibra monomodo a distancias de hasta 40 Km. con pérdidas entre 10 y 28 dB. Se emplea transmisores láser SLM ó MLM de alta potencia con longitudes de onda de 1310 ó 1550nm.

Interfases eléctricas

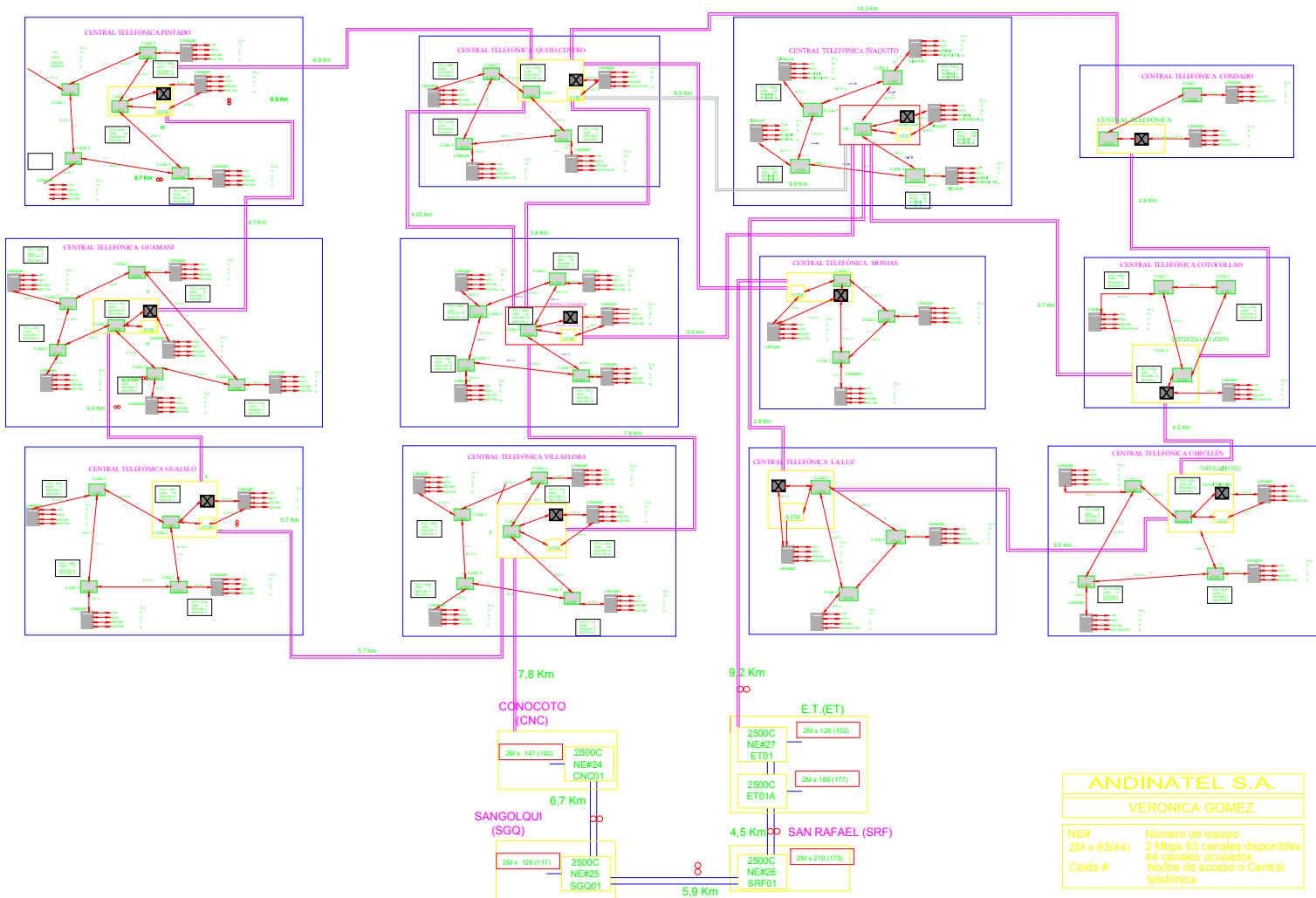
Se define una interfase eléctrica en el nivel STM-1 para aplicaciones dentro de oficinas

ANEXO 2

RED DE ANILLOS METROPOLITANOS NEC-QUITO Y LOS ANILLOS DE LOS NODOS DE ACCESO



DISEÑO DE LOS SERVICIOS DE BANDA ANCHA A TRAVÉS DE LOS NODOS DE ACCESO DE ANDINATEL S.A. QUITO



INDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
CAPÍTULO I		
1.1.	Anillo Central	2
1.2.	Anillo Sur Oeste	3
1.3.	Anillo Norte	3
1.4.	Anillo Valle	4
1.5.	Anillo Cumbayá	4
1.6.	Anillo Carcelén	5
1.7.	Anillo Cotocollao	6
1.8.	Anillo El Condado	6
1.9.	Anillo Ñaquito	7
1.10.	Anillo La Luz	7
1.11.	Anillo Guajaló	8
1.12.	Anillo El Pintado	8
1.13.	Anillo Quito Centro	9
1.14.	Anillo Villaflora	9
1.15.	Anillo Monjas	10
1.16.	Anillo Mariscal Sucre	10
1.17.	Anillo Guamaní	11
1.18.	Red Flexible metálica y óptica	13
1.19.	Aplicación UDCL (interfases analógicas con la central)	15
1.20.	Aplicación IDCL (interfases digitales con la central)	15
1.21.	Interfases de entrada y salida	21
1.22.	Montaje del FA-1201 en Bastidor	23
1.23.	Estructura de la Cabina ACS D-12 para el FA-1201	23
1.24.	Estructura de la Cabina ADT – 480 para el FA-1201	24
1.25.	Estructura de la Cabina ACS D- 48 para el FA – 1201	25
1.26.	Configuración de Redes de Acceso	29
1.27.	Arquitectura de Litespan 1540	31

1.28.	Litespan 1540 con 1 main + 3 extensiones	32
1.29.	Estructura de MLS Main y Extensión	33
1.30.	Multiplexación PDH	36
1.31	Jerarquía PDH	37
1.32.	Proceso de Multiplexación y de- multiplexación	38
1.33.	Sincronización plesiócrona	39
1.34.	Formación de la Señal Sincrónica	40
1.35.	Estructura de la Trama SDH	41
1.36.	Unidades de la Trama SDH	42
1.37.	Tipos de Contenedores para formar la Unidad Administrativa	42
1.38.	Ensamble del Contenedor	43
1.39.	LMT	44
1.40.	ADM	44
1.41.	DXC	45
1.42.	Regeneradores	45
1.43.	Configuración de la red de Transporte de Andinatel S.A.	49
1.44	Equipos SDH	51

CAPÍTULO II

2.1.	Anillos de los Nodos de Carcelén	52
2.2.	Canales utilizados en ADSL y ADSL G. Lite para voz y datos	57
2.3.	Enlace ADSL	58
2.4.	Funcionamiento del Splitter	58
2.5.	MODEM Externo	59
2.6.	MODEM Interno	59
2.7.	Modulación ADSL DMT con FDM	61
2.8.	Modulación ADSL DMT con cancelación de eco	62
2.9	Relación Caudal máximo – Distancia a La central	63
2.10	Estructura de un armario DSLAM	64
2.11	Modelo de referencia específico ADSL para el modo ATM	65
2.12	DSLAM ATM	67
2.13	Torre de protocolos de ATM sobre ADSL	67
2.14.	Topología FTTCab	72

2.15.	Ejemplo de asignación del espectro en VDSL asimétrico	73
2.16.	Plan de Frecuencias aprobado por ANSI T1	78
2.17.	Modelo de referencia funcional de VDSL	79
2.18.	Gráfico de VPI y VCI	82
2.19.	Formato de la Celda ATM para UNI	83
2.20.	Formato de celda ATM para NNI	83
2.21.	Modelo de referencia ATM	84
2.22.	IMA	87
2.23.	Cable MODEM	89
2.24.	EMS	90
2.25.	Visión de RDSI	94
2.26.	Arquitectura del protocolo RDSI con respecto al OSI	97
2.27.	Conexión RDSI	102
2.28.	Conexión Física al bus pasivo	105
2.29.	Numeración RDSI	106
2.30.	Protocolo V5	109
2.31.	V5.1	110
2.32.	V5.2	110
2.33.	Estructura de la Trama de la señal de 2M	112
2.34.	TS0 de G.703/G.704 para una señal de 2M usando V5.2	113
2.35.	Arquitectura de los Protocolos V5	114
2.36.	Estructura de trama V5	115
2.37.	Trama V5	116
2.38.	Tipos de Mensajes	118
2.39.	Protocolo de Control	119
2.40.	Protocolo BCC	120
2.41.	Protocolo de Enlace	121

CAPÍTULO III

3.1.	Calculadora Eralng – B	133
3.2.	Ejemplo de Cálculo de los circuitos	135
3.3.	Anillo Carcelén	149
3.4.	Anillo Cotocollao	149

3.5.	Anillo El Condado	150
3.6.	Anillo Iñaquito	150
3.7.	Anillo La Luz	151
3.8.	Anillo Quito Centro	151
3.9.	Anillo Monjas	152
3.10.	Anillo El Pintado	152
3.11.	Anillo Villaflora	153
3.12.	Anillo Guamaní	153
3.13.	Anillo Guajaló	154
3.17.	Anillo Mariscal	154

CAPÍTULO IV

4.1.	Subrack MLS – Le	159
4.2.	Subrack MLS – Hb	164
4.3.	Tarjeta NEHP – I	165
4.4.	Diagrama del Nodo de Acceso	167
4.5.	Gestión de la Red	169

CAPÍTULO V

CAPÍTULO VI

INDICE DE TABLAS

Nº		Pág.
CAPÍTULO I		
1.1.	Configuración MLS	31
1.2.	Tipos de Bus	32
1.3.	Capacidades POTS y ADSL	35
1.4.	Jerarquía PDH: Capacidades	38
1.5.	Tipos de Velocidades y contenedores	43
1.6.	Diferencias entre PDH y SDH	46
1.7.	Jerarquía SDH	48
CAPÍTULO II		
2.1.	Modulaciones xDSL	55
2.2.	Capacidades de Transmisión que ofrece un operador de ADSL	68
2.3.	Comparación entre ADSL y operadores de Cable	69
2.4.	Comparación ADSL – RDSI	70
2.5.	Velocidades Típicas de VDSL en función de la Longitud	71
2.6.	Velocidades típicas de VDSL en configuración asimétrica	74
2.7.	Velocidades típicas de ADSL en configuración asimétrica	74
2.8.	Velocidades de bits de la carga útil del ETSI	75
2.9.	Velocidades típicas de VDSL en configuración simétrica	75
2.10.	Aplicaciones VDSL	76
2.11.	Requerimientos de aplicaciones: ADSL vs. VDSL	77
2.12.	Comparación entre RDSI y la Telefonía Pública	93
2.13.	Agrupación de los canales tipo B y D	95
2.14.	Estructura de las interfases BRI y PRI	96
2.15.	Servicios	108
2.16.	Costos del equipo FA-1201	122

2.17.	Costos Diamux / abonado	124
2.18.	Costos del Nodo ALCATEL / abonado	124

CAPÍTULO III

3.1.	Tráfico de las Centrales	127
3.2.	Número de Abonados en cada Central	128
3.3.	Tráfico de cada Interfaz de los Nodos de Acceso	133
3.4.	Circuitos y E1's necesarios por interfaz	139
3.5.	Capacidad actual de los puertos ADSL	140
3.6.	Capacidad de servicios futuros	143
3.7.	Tráfico, Circuitos y E1's de la ampliación	144
3.8.	Total de E1's necesarios para POTS, ADSL y RDSI	146

CAPÍTULO IV

4.1.	Tarjetas LIMs y Plugs	162
------	-----------------------	-----

CAPÍTULO V

5.1.	Costos de Equipamiento de la central	172
5.2.	Costos equipamiento de la central	173
5.3.	Costos rectificadores	174
5.4.	Costos equipamiento nodos	176
5.5.	Costo equipamiento común nodos	178
5.6.	Costo por línea POTS	179
5.7.	Costo línea ADSL	180
5.8.	Costos RDSI BRI	181
5.9.	Costos RDSI PRI	182
5.10.	Costos totales equipamiento Nodos de acceso	183
5.11.	Costos Ingeniería Nodos de Acceso	184

5.12.	Costos del Servicio de ADSL	189
-------	-----------------------------	-----

CAPÍTULO VI

GLOSARIO

Abrev.	Español	Ingles
PSTN	Red de Servicio Telefónico Público	Public Service Telephone Network
QoS	Calidad de Servicio	Quality of Service
DLC	Sistema Carrier de lazo Digital	Digital Loop Carrier System
UDLC	Sistema Universal de Carrier de Lazo Digital	Universal Digital Loop Carrier
RT	Terminal Remoto	Remote Terminal
COT	Terminal de la Oficina Central	Central Office Terminal
E&M	Oído y Boca	Ear & Mouth
CRC-4	Chequeo de redundancia Cíclica	Cyclic Redundancy Check
HDB-3	Bipolar de Alta Densidad 3	High Density Bipolar 3
LCT	Sistema de Supervisión Local	Local Control Terminal
SMD	Switched Multi-Megabit Data	Conmutado en Modo Multi Megabit
PDP	Panel de Distribución de Energía	Power Distribution Panel
FDP	Panel de distribución de fibras	Fiber Distribution Panel
GSP	Plataforma de Sistema Genérico	Generic System Platforms
PCM	Modulación de Impulsos Codificados	Pulse Code Modulation
PIP	Protocolo de Interfaz del Procesador	Processor Interface Protocol
SD	Servicio de Datos	Service of data
PD	Dispositivo PDH	PDH Device
NA	Nodos de Acceso	Access Node
MLS	Subrack de Línea Multiservicio	Multiservice Line Shelf
FAS	Secuencia de Alineación de Trama	Frame alignment of Sequence
SONET	Red óptica Sincrónica	Synchronous Optical Network
SMT-1	Módulo de Transporte Sincrónico	Synchronous Transport Module
CEPT	Conferencia sobre Administración de Telecomunicaciones y servicio postal Europeo	Conference of European Postal & Telecomm. Administration
ISDN	Red de Servicios Digitales Integrados	Integrate Service Digital Network
POH	Cabecera de Ruta	Path Overhead

TU	Unidad Tributaria	Tributary Unit
LMT	Multiplexor de línea terminal	Line Terminal Multiplexer
ADM	Multiplexor de Inserción y Extracción	Add / Drop Multiplexer
VC	Contenedor Virtual	Virtual Container
DXC	Conexión Cruzada Digital	Digital Cross Connects
DSL	Línea Digital de Abonados	Digital Subscriber Line
VPN	Sistemas de Redes Privadas Virtuales	Virtual Private Network
UDSL	Línea Digital de Abonados Unidireccional	Unidirectional Digital Subscriber Line
ISDL	Línea Digital de Abonados ISDN	ISDN Digital Subscriber Line
SDSL	Línea Digital de Abonados Simétrica	Symmetric Digital Subscriber Line
ADSL	Línea Digital de Abonados Asimétrica	Asymmetric Digital Subscriber Line
RADSL	Línea Digital de Abonado con tasa adaptativa	Rate adaptive Digital Subscriber Line
VDSL	Línea Digital de Abonado de muy alta velocidad	Very High Speed Digital Subscriber Line
HDSL	Línea Digital de Abonado de alta velocidad	High Speed Digital Subscriber Line
CAP	Modulación de Fase Amplitud sin portadora	Carrier – Less Amplitude Phase Modulation
2B1Q	2 bits , 1 cuaternario	2 Bits , 1 Quaternary
DMT	Modulación Multitonos discreta	Discrete Multitone Modulation
V.32	Estándar V.32	Standard V.32
V.90	Estándar V.90	Standard V.90
ATU-R	Unidad Terminal Remota ADSL	ADSL Terminal Unit Remote
ATU-C	Unidad Terminal de la Central ADSL	ADSL Terminal Unit Central
POTS	Plan de Servicio telefónico antiguo	Plain Old Telephone Service
FDD		
PMD	Medio Físico Dependiente	Physical Medium Dependent
TPS - TC	Protocolo Específico de Transporte – Convergencia de Transmisión	Transport Protocol Specific – Transmission Converge
ASIC	Circuito Integrado de Aplicación Especifica	Application Specific Integrate Circuit

B - ISDN	Banda Ancha ISDN	Broad band ISDN
UNI	Interfaz de Red para Usuario	User to Network Interface
NNI	Red para Interfaz de Red	Network to Network Interface
GFC	Control de flujo Genérico	Generic Flow Control
HEC	Control de Error de Cabecera	Header Error Control
SAR	Segmentación y re- ensamble	Segmentation and Reassembly
SDU	Unidades de Servicio de Datos	Service of Data Unit
CS	Subcapa de Convergencia	Converge Sublayer
EMS	Elemento del Sistema de Manejo	Element Management System
BPI	Interfaz Privada de Base de Línea	Base Private Interface of Line
SSI	Interfaz del Sistema de Seguridad	Security System Interface
RMSI	Interfaz de Seguridad de módulos removibles	Remove Module Security Interface
SA	Asociación de Seguridad	Security Association
SNA	Sistemas de Arquitectura de Red	Systems Network Architecture
PPP	Protocolo Punto a Punto	Point to Point Protocol
TCP/IP	Programa de Control de Transmisión / Protocolo Internet	Transmission Control Program / Internet Protocol
TEI	Identificador del Terminal	Terminal Endpoint Identifier
SAPI	Identificador del Servicio del Punto de Acceso	Service Access Point Identifier
LAP-B	Procedimiento Balanceado de acceso de enlace	Link Access Procedure Balanced
HDCL	Enlace de Datos de alto nivel	High Level Data Link
FCS	Secuencia de Chequeo de la Trama	Frame Check Sequence
BC	Capacidad de Portadora	Bearer Capability
HLC	Nivel de Alta Compatibilidad	High Layer Compability
LLC	Nivel de baja Compatibilidad	Low Layer Compability
TDM	Multiplexación por división en el tiempo	Time Division Multiplexing
AN	Redes de Acceso	Access Network
LE	Central Telefónica	Local Exchange
BCC	Conexión del Canal de Portadora	Bearer Channel Connection

CPE	Equipamiento de Premisas del Consumidor	Customer Premises Equipment
-----	--	-----------------------------

Sangolquí, Julio del 2005

Elaborado por:

Verónica Lucía Gómez Unda

Tcn. Marcelo Gómez

DECANO DE LA FACULTAD

Dr. Jorge Carvajal

SECRETARIO ACADÉMICO