

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“REDES SDH PARA TRANSPORTE DE SEÑALES XDSL”

TOPICO ESPECIAL DE GRADUACION

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:

Milton Alonso Moreta Cocha

Mario Malave Borbor

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2004

AGRADECIMIENTO

Nuestro Agradecimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL por habernos dado la oportunidad de culminar nuestra carrera.

A nuestros padres por la lucha constante para que seamos personas de bien.

Al Ing. César Yépez director de tópicos por guiarnos en este proyecto y por brindarnos su apoyo incondicional

DEDICATORIA

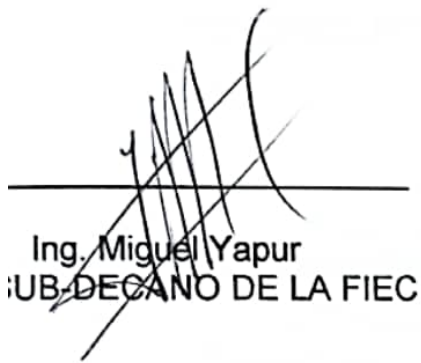
Deseo dedicar el presente trabajo a Dios, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida; a mis padres Gerardo y Luzmila quienes han luchado constantemente por formarme tanto espiritual como intelectualmente, a mis hermanos Angel, Edwin, Maritza quienes han sido el soporte para que pueda seguir adelante; a mis tíos y primos quienes me recibieron en esta ciudad y me ayudaron para poder estudiar; a toda mi familia por darme un buen ejemplo de superación; a mi compañero de tópicos Mario por su dedicación para realizar este proyecto y a todas las personas que de alguna u otra manera han hecho posible que termine con éxito esta profesión.

Milton A. Moreta Cocha

En la vida no hay cosas imposibles de alcanzar, para ello se necesita mucha dedicación, esfuerzo, valentía, coraje, amor para poder alcanzar el objetivo, quiero agradecer de todo corazón a mi madre Herminia, que en todo momento estuvo conmigo espiritualmente y moralmente, a mi hermana Jessica, abuelita Rosa, a toda mi familia, a la persona que tanto amo, a mi compañero incondicional Milton porque supo aguantarme en las buenas y en las malas, la vida a veces te golpea duro, pero eso no es impedimento para lograr las metas que te propones, por eso le doy gracias a Dios por el logro alcanzado.

Mario Malave Borbor

TRIBUNAL DE GRADUACION



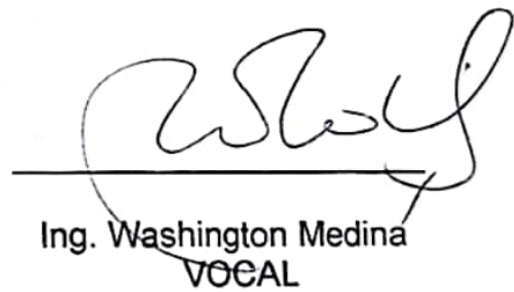
Ing. Miguel Yapur
SUB-DECANO DE LA FIEC



Ing. César Yépez
DIRECTOR DE TESTS



Ing. Ernesto Molineros
VOCAL



Ing. Washington Medina
VOCAL

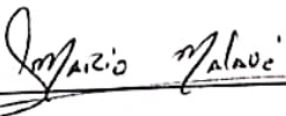
DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL."

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Milton Moreta Cocha", is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Milton Moreta Cocha

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mario Malave Borbor", is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Mario Malave Borbor

RESUMEN

En los actuales momentos donde la tecnología avanza a pasos acelerados es imprescindible tener redes que puedan soportar altas velocidades por lo tanto en este proyecto realizamos el estudio de la red de transporte SDH que se encuentran constituidas principalmente por fibra óptica, por ello su alta velocidad y gran confiabilidad, seguidamente estudiaremos en detalle las tecnologías XDSL, es decir los diferentes tipos de DSL que actualmente se encuentra en el mercado con sus diferentes aplicaciones y velocidades, para finalmente estudiar los interfaces a utilizar que nos permiten transportar señales XDSL en redes SDH de alta velocidad.

Se aspira cubrir todas las expectativas que se puedan presentar acerca de las redes de transporte SDH, inicialmente nos enfocamos en ver la necesidad de crear esta tipo de redes, se analizará los elementos y topologías que se utilizarán en la implementación de la misma, para posteriormente realizar el estudio mas intrínseco como el de llegar a demostrar los pasos para formar una trama básica de transporte STM – 1 y las etapas de multiplexación.

En cuanto a la tecnología XDSL se analizará las ventajas y desventajas de usar uno u otro de DSL, se revisará aplicaciones de cada una de estas, los tipos de modulación que soportan.

Finalmente se realizará un estudio sobre interfaces a emplearse para poder introducir señales XDSL en grandes redes de transporte como la red SDH.

INDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE DE FIGURA.....	XVI
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
ANTECEDENTES.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Historia.....	3
1.3. Concepto.....	6
CAPITULO 2	
OBJETIVOS.....	7
2.1. Objetivos del Diseño.....	7
CAPITULO 3	
CARACTERISTICAS DE LA RED SDH.....	9
3.1. Altas velocidades de transmisión.....	9

3.2. Función simplificada de Inserción / Extracción.....	9
3.3. Alta disponibilidad y grandes posibilidades de ampliación.....	10
3.4. Fiabilidad.....	10
3.5. Plataforma de Prueba a Futuro.....	10
3.6. Interconexión.....	11

CAPITULO 4

VENTAJAS DE UNA RED SDH.....	12
4.1. Simplificación de Red.....	12
4.2. Fiabilidad.....	12
4.3. Software de Control.....	13
4.4. Estandarización.....	13

CAPITULO 5

ELEMENTOS DE UNA RED.....	14
5.1. Regeneradores.....	15
5.2. Multiplexor Terminal	16
5.3. Multiplexor Add/Drop (ADM).....	17
5.4. Transconectores Digitales (DXC).....	18

CAPITULO 6

TOPOLOGIA DE LA RED.....	19
--------------------------	----

6.1. Tipo Bus.....	19
6.2. Tipo Anillo.....	20
6.3. Tipo Estrella.....	21
6.4. Tipo Malla.....	22

CAPITULO 7

ESTUCTURA BASICA DE SDH	24
7.1. Trama STM – 1.....	24
7.2. Velocidades Binarias en SDH.....	27
7.3. Sección de una Trama STM–N.....	28
7.3.1. Tara de Sección.....	28
7.3.1.1. Cabecera de Sección de Regenerador (RSOH).....	29
7.3.1.2. Cabecera de Sección de Multiplexor (MSOH).....	30
7.3.1.3. Trayecto de Sección (POH).....	30
7.3.1.3.1 <i>POH Del Contenedor Virtual De Orden Inferior</i>	31
7.3.1.3.2 <i>POH Del Contenedor Virtual De Orden Superior</i>	32
7.3.2. Punteros.....	32
7.3.2.1. Técnica de Punteros.....	33

CAPITULO 8

MULTIPLEXACION DE RED SDH.....	34
8.1. Formación de una Trama Básica STM – 1.....	34
8.2. Pasos para obtener una señal STM-N a partir de una señal PDH.....	36
8.3. Elementos de la Multiplexación.....	38
8.3.1. Contenedor.....	38
8.3.2. Contenedor Virtual.....	40
8.3.3. Unidad Administrativa.....	41
8.3.4. Grupo de Unidades Administrativas.....	41
8.3.5. Unidad Tributaria.....	41
8.3.6. Grupo de Unidades Tributarias.....	42

CAPITULO 9

GESTION DE RED.....	43
9.1. TMN en la red SDH	43
9.1.1. Gestor.....	44
9.1.2. Agentes.....	44
9.1.3. Objetos Gestionados.....	44
9.2. Rede de Gestión.....	45
9.2.1. Sistemas de Operaciones ó Dispositivos de Medición (SO/DM).....	46
9.2.2. Elementos de una Red (ER).....	46

9.3. Componentes de una red de gestión SDH.....	46
9.3.1. Unidad de Control.....	47
9.3.2. Terminal Local.....	48
9.3.3. Unidad de Gestión.....	50
9.3.4. Comunicación entre estaciones.....	50
9.3.5. Comunicación entre distintos equipos.....	50
9.3.6. Elementos de adaptación.....	51
9.3.7. Centro de Gestión Regional.....	52
9.3.8. Centro de Gestión Nacional.....	52
9.4. Funciones de las redes de gestión.....	53
9.4.1. Seguridad.....	53
9.4.2. Nivel de Control de Red.....	53
9.4.3. Configuración.....	54
9.4.4. Averías.....	54
9.4.5. Calidad ó Performance.....	55
9.4.6. Contabilidad.....	55
9.5. Futuro de las Redes.....	56

CAPITULO 10

PROTECCION DE LA RED.....	58
10.1. Sistemas de Protección.....	58
10.1.1. Anillos Unidireccionales.....	59

10.1.2.	Anillos Bidireccionales.....	60
10.2.	Medidas en las Redes SDH.....	60
10.2.1.	Pruebas de Sensores.....	62
10.2.2.	Medida del Tiempo de Respuesta APS.....	63

CAPITULO 11

TECNOLOGIA x – DSL.....	64	
11.1.	Introducción.....	64
11.2.	Conceptos Básicos DSL.....	65
11.3.	Funcionamiento.....	67

CAPITULO 12

TECNICAS XDSL.....	71	
12.1.	ABC del XDSL.....	71
12.2.	ADSL (Línea Digital De Abonado Asimétrico).....	72
12.2.1.	Concepto.....	72
12.2.2.	Componentes de ADSL.....	74
12.2.3.	Splitter.....	75
12.2.4.	ATU – R.....	76
12.2.5.	ATU – C.....	77
12.2.6.	DSLAM.....	77
12.3.	VDSL (Very high speed DSL).....	78

12.3.1.	Concepto	78
12.3.2.	Características.....	78
12.3.3.	Uso de la Tecnología VDSL.....	80
12.4.	HDSL (High speed DSL).....	81
12.4.1.	Concepto.....	81
12.4.2.	Características.....	81
12.4.3.	Aplicaciones de HDSL.....	84
12.5.	SDSL (Symmetric o Single-line DSL).....	84
12.5.1.	Concepto.....	84
12.5.2.	Características.....	84
12.6.	RADSL (<i>Rate Adaptative DSL</i>).....	86
12.6.1.	Concepto.....	86
12.6.2.	Características.....	86
12.7.	G.Lite o Dsl Lite	87
12.7.1.	Concepto.....	87
12.7.2.	Instalar un módem ADSL.....	88
12.8.	Atenuación y Limitación (<i>en distancia</i>).....	91
12.9.	Interfaces Jerárquicas para SDH.....	92
12.9.1.	R STM -1	92
12.9.2.	DXC STM – 1.....	94

CAPITULO 13

TECNICA DE MODULACION.....	96
13.1. Introducción.....	96
13.2. CAP	97
13.3. DMT.....	100
13.4. Comparación General entre CAP Y DMT	104
13.5. Consideraciones de XDSL y su coste	105
CONCLUSIONES.....	106
RECOMENDACIONES.....	108
ANEXOS	
Recomendaciones de la ITU-T relativas a los sistemas SDH.....	109
ACRONIMOS.	112
BIBLIOGRAFIA.....	118

INDICE DE TABLAS

Tabla I.	Velocidades en SDH.....	27
Tabla II.	Dimensionamiento de Contenedores.....	39
Tabla III.	Pinout de Cable DB-9.....	49
Tabla IV.	Codificación de bites en modulación CAP.....	98

INDICE DE FIGURAS

Fig.5.1	Anillo SDH con señales tributarias.....	15
Fig.5.2	Regenerador.....	16
Fig.5.3	Multiplexor Terminal.....	17
Fig.5.4	Multiplexor ADM.....	17
Fig.5.5	Transconector Digital.....	18
Fig.6.1	Topología Tipo Bus.....	20
Fig.6.2	Topología Tipo Anillo.....	21
Fig.6.3	Topología Tipo Estrella.....	22
Fig.6.4	Topología Tipo Malla.....	23
Fig.7.1	Representación de una trama STM-1.....	25
Fig.7.2	Transmisión de matrices sucesivas.....	27
Fig.7.3	Secciones de una trama STM-N.....	28
Fig.7.4	Cabecera de Sección de Regenerador.....	29
Fig.7.5	Cabecera de Sección de Multiplexor.....	30
Fig. 7.6	Trayecto de Sección.....	31
Fig. 8.1	Formación de una Trama Básica STM-1.....	35
Fig.8.2	Pasos para obtener señal STM-N a partir de señales PDH.....	36
Fig. 8.3	Formación de una trama STM-1 a partir de una señal PDH.....	37
Fig. 9.1	Componentes de una red de gestión SDH.....	47
Fig. 9.2	Cable DB-9.....	48
Fig. 9.3	Red SDH con integración de datos.....	37
Fig. 10.1	Anillos Unidireccionales.....	59
Fig. 10.2	Anillos Bidireccionales.....	60
Fig. 11.1	Esquema de conectividad de ADSL.....	68

Fig. 11.2	Datos en el bucle del abonado.....	69
Fig. 12.1	Los tres canales de ADSL.....	73
Fig. 12.2.	Componentes de ADSL.....	75
Fig. 12.3	Splitter.....	76
Fig. 12.4	DSLAM.....	77
Fig. 12.5	Uso de fibra óptica desde central hasta el armario.....	80
Fig. 12.6	Esquema del sistema HDSL con 2 pares de cobre.....	83
Fig. 12.7	Asignación de ancho de banda en un sistema SDSL.....	85
Fig. 12.8	Instalación ADSL G Lite.....	88
Fig. 12.9	Instalación de un modem ADSL con splitter.....	90
Fig. 12.10	Instalación de un modem ADSL G lite.....	90
Fig. 12.11	Multiplexor R STM - 1.....	94
Fig. 12.12	Multiplexor DXC STM – 1.....	95
Fig. 13.1	Codificación en QAM.....	99
Fig. 13.2	Modulación DMT División del espectro en 256 subfrecuencias.....	101
Fig. 13.3	Modulación ADSL DMT con FDM.....	103

INTRODUCCION

La comunicación es una herramienta importante en el convivir de los seres vivos, cada vez hay una exigencia mayor para mejorar las condiciones de comunicarse.

En la actualidad donde la tecnología ha crecido de forma exponencial, donde la demanda por el acceso a Internet es cada vez mayor es necesario crear nuevas tecnologías que nos ayuden a satisfacer las necesidades de comunicación.

XDSL se ha creado para optimizar el ancho de banda del par de cobre usado en telefonía tradicional, existen diferentes tipos de tecnología DSL las cuales básicamente se diferencian por la velocidad de transportar datos a los abonados.

SDH se ha desarrollado para satisfacer las exigencias de flexibilidad y calidad que requiere un mercado que esta continuamente en cambio, beneficiando también a las empresas operadoras en cuanto a la optimización de su rentabilidad, reducción de costos de operación y mantenimiento y facilidad de supervisión.

Al desarrollar la tecnología DSL aumenta el flujo de datos hacia las redes por lo tanto necesitamos accesos de alta velocidad y gran confiabilidad como lo es la red SDH.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCION

SDH es una alternativa de evolución de las redes de transporte, que nace debido al acelerado crecimiento de las actuales redes de transmisión, demanda de nuevos servicios y aparición de nuevos operadores de red.

El uso de sistema de transmisión de fibra óptica a crecido en los últimos años, en lo que se refiere a aplicaciones de corta y larga distancias lo cual depende de la implementación de la red.

La red crece en tamaño y en la capacidad que transporta, el crecimiento exponencial de Internet en recientes años a acumulado la demanda dramática para el ancho de banda mas alto en área ancha conectada a una red de computadoras (WAN).

SDH satisface las exigencias de flexibilidad y calidad que requiere un mercado que esta continuamente en cambio. Además de esto, SDH beneficia también a las empresas operadoras en cuanto a la optimización de su rentabilidad, reducción de costos de operación y mantenimiento y facilidad de supervisión.

La infraestructura subyacente proporcionada por portadores es red óptica sincronía (SONET) o la jerarquía digital sincronía (SDH) que desplegó encima de la fibra del área ancha, se une el interés ya crecido ejecutando el IP directamente encima de SONET.

1.2 HISTORIA

En la transmisión de señales digitales se recurre a la multiplexación con el fin de agrupar varios canales en un mismo vínculo. Si bien la velocidad básica usada en las redes digitales se encuentra estandarizada en 64kbps, las velocidades de los órdenes de multiplexación en cambio forman varias jerarquías.

- La jerarquía europea, usada también en Latinoamérica, agrupa 30+2 canales de 64 kbps para obtener 2.048 kbps.
- La jerarquía norteamericana agrupa en cambio 24 canales a una velocidad de 1.544 kbps.
- La jerarquía japonesa usa una velocidad de 6.312 kbps

A las jerarquías antes mencionadas se las denomina Plesiócronicas PDH porque el reloj usado en cada nivel de multiplexación es independiente de los otros niveles. En oposición se encuentra la jerarquía Sincrónica SDH que adopta un solo reloj para toda la red.

PDH surgió como una tecnología basada en el transporte de canales digitales sobre un mismo enlace. Los canales a multiplexar denominados módulos de transporte se unen formando módulos de nivel superior a velocidades estandarizadas 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps, 140 Mbps y 565 Mbps.

Es una jerarquía de concepción sencilla, sin embargo contiene algunas complicaciones, que han llevado al desarrollo de otras jerarquías más flexibles a partir del nivel jerárquico más bajo de PDH (2 Mbps).

La principal problemática de la jerarquía PDH es la falta de sincronismo entre equipos, cuando se quiere pasar a un nivel superior jerárquico se combinan señales provenientes de distintos equipos; cada equipo puede tener alguna pequeña diferencia en la tasa de bit es por ello necesario ajustar los canales entrantes a una misma tasa de bit para lo cual se añaden bits de relleno. Sólo cuando las tasas de bit son iguales puede procederse a una multiplexación bit a bit como se define en PDH. El demultiplexor debe posteriormente reconocer los bits de relleno y eliminarlos de la señal, este modo de operación recibe el nombre de plesiócrono, que en griego significa cuasi síncrono.

Los problemas de sincronización ocurren a todos los niveles de la jerarquía, por lo que este proceso ha de ser repetido en cada etapa de multiplexación este hecho genera un gran problema de falta de flexibilidad en una red con diversos niveles jerárquicos. Si a un punto de la red se le quieren añadir canales de 64 Kbps y el enlace existente es de 8 Mbps o superior, debe pasarse por todas las etapas de

demultiplexación hasta acceder a un canal de 2 Mbps y luego volver a multiplexar todas las señales de nuevo.

La falta de flexibilidad dificulta la provisión de nuevos servicios en cualquier punto de la red, adicionalmente se requiere siempre el equipamiento correspondiente a todas las jerarquías comprendidas entre el canal de acceso y la velocidad del enlace, lo que encarece en extremo los equipos.

Otro problema adicional de los sistemas basados en PDH es la insuficiente capacidad de gestión de red a nivel de tramas, la multiplexación bit a bit para pasar a un nivel de jerarquía superior y con bits de relleno convierte en tarea muy compleja seguir un canal de tráfico a través de la red.

Por los problemas antes mencionados en 1985 Bellcore empezó a trabajar en un estándar llamado SONET, que es una norma para transporte óptico de telecomunicaciones, fue creado por ECSA para ANSI. Se espera que las normas de SONET mantengan la infraestructura de transporte las telecomunicaciones mundiales durante por lo menos las próximas dos o tres décadas.

Mas tarde el CCITT se unió al esfuerzo que en el año de 1989 produjo SONET y crea un conjunto de recomendaciones paralelas del CCITT (G.707, G.708 y G.709) , a estas recomendaciones se las llama SDH.

SDH constituyó es una norma del nivel físico, para la transmisión a través de fibra óptica. Fue normalizada por el Instituto Americano de Normalización (ANSI), y recomendada a nivel mundial por el Comité Consultivo Internacional para la Telegrafía y Telefonía (CCITT).

Se puede pensar en SDH como en una red física para un sistema de comunicación global de la misma forma que una LAN de par trenzado Ethernet se puede ver como sistema de comunicación de una red corporativa.

Es una red potencialmente global, construida sobre cable de fibra óptica, con velocidades de transmisión de datos normalizados y reconocida en todo el mundo. SDH elimina los límites entre las compañías telefónicas de todo el mundo.

1.3 CONCEPTO

SDH define la transmisión de información asíncrona y síncrona (datos sensibles al tiempo como video en tiempo real). Con SDH las compañías de telecomunicaciones pueden proporcionar a sus clientes redes rápidas que en un principio sean de escala metropolitana y que en algún momento puedan llegar a ser de escala global, puesto que SDH hace posible la conexión de los equipos de las compañías de telecomunicaciones del mundo entero. Las velocidades de transmisión de señales digitales han sido diferentes según los países con lo que se ha impedido el desarrollo de sistemas globales de transmisión.

CAPITULO 2

OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS DEL DISEÑO

Se necesitan medidas para unificar los sistemas digitales estadounidenses, europeos y japoneses, todos los canales se basaban en canales PCM de 64 Kbps pero combinados en formas diferentes e incompatibles.

Se tenía que proporcionar un mecanismo para multiplexar varios canales digitales, en el momento que se creó SONET, la portadora digital de mayor velocidad que se usaba ampliamente en Estados Unidos era T3 a

44.736 Mbps, la T4 se había definido pero no se usaba mucho y nada se había definido todavía por encima por encima de la velocidad de T4. Parte de la misión de SDH era continuar la jerarquía de los Gbps y más allá, también se necesitaba una forma estándar de multiplexar canales más lentos en un solo canal SDH.

Se tenía que proporcionar apoyo para las operaciones de administración y el mantenimiento, los sistemas anteriores no lo hacían muy bien.

SDH tenía que hacer posible la interconexión de redes de diferentes portadoras, para lograr este objetivo se requiere que se difiera un estándar de señalización común con respecto a la longitud de onda, la temporización, la estructura de marcos y otras consideraciones.

CAPITULO 3

CARACTERISTICAS DE LA RED

3.1 ALTAS VELOCIDADES DE TRANSMISION

Los modernos sistemas SDH logran velocidades de 10 Gbps. SDH es la tecnología mas adecuada para los "backbones", que son realmente las superautopistas de las redes de telecomunicaciones actuales.

3.2 FUNCION SIMPLIFICADA DE INSERCIÓN / EXTRACCIÓN

Comparado con los sistemas PDH tradicionales, ahora es mucho más fácil extraer o insertar canales de menor velocidad en las señales compuestas SDH de alta velocidad, ya no hace falta demultiplexar y volver a multiplexar la estructura plesiócrona procedimiento que en el mejor de los casos era complejo y costoso. Esto se debe a que en la jerarquía SDH todos los canales están perfectamente identificados por

medio de una especie de "etiquetas" que hacen posible conocer exactamente la posición de los canales individuales.

3.3 ALTA DISPONIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE AMPLIACION

La tecnología SDH permite a los proveedores de redes reaccionar rápida y fácilmente frente a las demandas de sus clientes. Por ejemplo, conmutar las líneas alquiladas es sólo cuestión de minutos. Empleando un sistema de gestión de redes de telecomunicaciones, el proveedor de la red puede usar elementos de redes estándar controlados y monitorizados desde un lugar centralizado.

3.4 FIABILIDAD

Las modernas redes SDH incluyen varios mecanismos automáticos de protección y recuperación ante posibles fallos del sistema. Un problema en un enlace o en un elemento de la red no provoca el colapso de toda la red, lo que podría ser un desastre financiero para el proveedor. Estos circuitos de protección también se controlan mediante un sistema de gestión.

3.5 PLATAFORMA A PRUEBA DE FUTURO

Hoy día SDH es la plataforma ideal para multitud de servicios desde la telefonía tradicional, las redes RDSI o la telefonía móvil hasta las comunicaciones de datos (LAN, WAN, etc.) y es igualmente adecuada para los servicios más recientes, como el video bajo demanda (VOD) o la transmisión de video digital vía ATM.

3.6 INTERCONEXION

Con SDH es mucho más fácil crear pasarelas entre los distintos proveedores de redes y hacia los sistemas SONET. Las interfaces SDH están normalizadas lo que simplifica las combinaciones de elementos de redes de diferentes fabricantes. La consecuencia inmediata es que los gastos en equipamiento son menores en los sistemas SDH que en los sistemas PDH. El motor que genera toda esta evolución es la creciente demanda de más ancho de banda, mejor calidad de servicio y mayor fiabilidad, junto a la necesidad de reducir costos manteniendo la competitividad.

Adicionalmente se encuentran las siguientes características:

Nuevas topologías de red especialmente en la parte de acceso.

Acceso directo a afluentes de baja velocidad sin tener que demultiplexar toda la señal que viene a alta velocidad, como ocurre con la PDH actual.

Combina, consolida, segrega tráfico de diferentes sitios a través de una sola instalación.

Elimina la sobrecarga de la multiplexación punto a punto utilizando técnicas nuevas en el proceso de preparación. Estas técnicas se implementan en un nuevo tipo de equipo llamado multiplexor de agregar / liberar (ADM).

En el aspecto síncrono de SONET / SDH significa operaciones de red más estables.

A mejorado las características de OAM&P. Aproximadamente el 5% del ancho de banda se dedica a OAM&P.

CAPITULO 4

VENTAJAS DE LA RED

4.1 SIMPLIFICACION DE RED

Uno de los mayores beneficios de la jerarquía SDH es la simplificación de red frente a redes basadas exclusivamente en PDH. Un multiplexor SDH puede incorporar tráficos básicos (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo las necesidades de equipamiento.

4.2 FIABILIDAD

En una red SDH los elementos de red se monitorizan extremo a extremo y se gestiona el mantenimiento de la integridad de la misma. La gestión de red permite la inmediata identificación de fallo en un enlace o nodo de la red. Utilizando topologías con caminos redundantes la red se reconfigura automáticamente y reencamina el tráfico instantáneamente hasta la reparación del equipo defectuoso.

Es por esto que los fallos en la red de transporte son transparentes desde el punto de vista de una comunicación extremo a extremo, garantizando la continuidad de los servicios.

4.3 SOFTWARE DE CONTROL

La inclusión de canales de control dentro de una trama SDH posibilita un control software total de la red. Los sistemas de gestión de red no sólo incorporan funcionalidades típicas como gestión de alarmas, sino otras más avanzadas como monitorización del rendimiento, gestión de la configuración, gestión de recursos, seguridad de red, gestión del inventario, planificación y diseño de red.

La posibilidad de control remoto y mantenimiento centralizado permite disminuir el tiempo de respuesta ante fallos y el ahorro de tiempo de desplazamiento a emplazamientos remotos.

4.4 ESTANDARIZACION

Los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace. La definición de nivel físico fija los parámetros del interfaz, como la velocidad de línea óptica, longitud de onda, niveles de potencia, y formas y codificación de pulsos. Asimismo se definen la estructura de trama, cabeceras y contenedores.

Esta estandarización permite a los usuarios libertad de elección de suministradores evitando los problemas asociados a estar cautivo de una solución propietaria de un único fabricante.

CAPITULO 5

ELEMENTOS DE LA RED

Las redes síncronas deben ser capaces de transmitir las señales plesiócronicas y al mismo tiempo, ser capaces de soportar servicios futuros como ATM. Todo ello requiere el empleo de distintos tipos de elementos de red.

En la figura siguiente se muestra un diagrama esquemático de una estructura SDH en anillo con varias señales tributarias. La mezcla de varias aplicaciones diferentes es típica de los datos transportados por la red SDH.

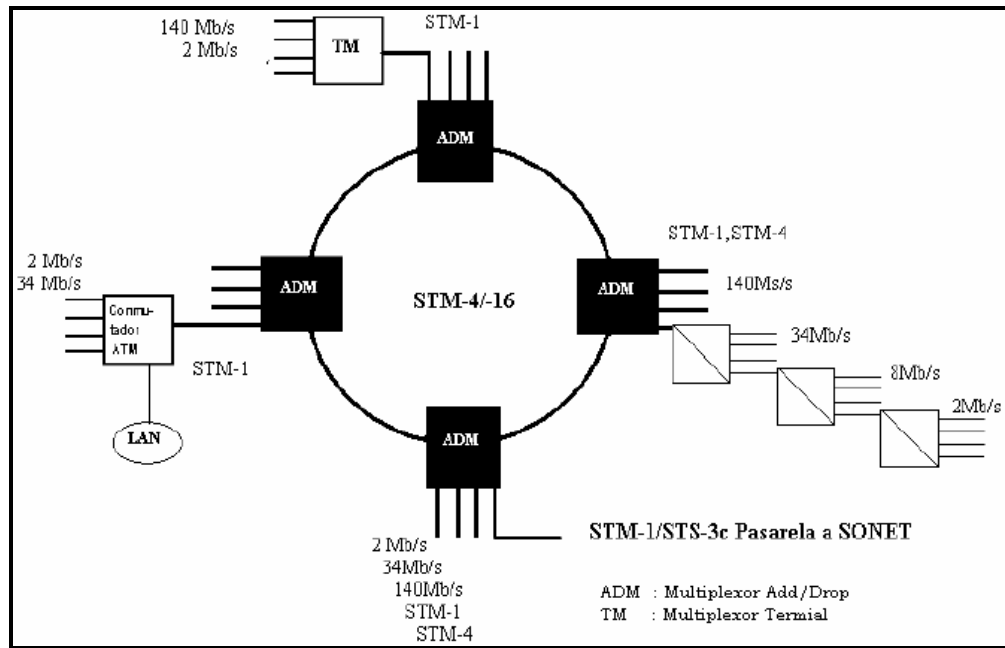


Fig. 5.1 Anillo SDH con señales tributarias

Las redes SDH actuales están formadas básicamente por cuatro tipos de elementos. La topología (estructura de malla o de anillo) depende del proveedor de la red, los elementos de red son los siguientes:

- Regeneradores
- Multiplexor Terminal (TM)
- Multiplexor ADD / DROP (ADM)
- Transconectores digitales (DXC)

5.1 REGENERADORES

Como su nombre indica, los regeneradores se encargan de regenerar el reloj y la amplitud de las señales de datos entrantes que han sido atenuadas y distorsionadas por la dispersión y otros factores.

Obtienen sus señales de reloj del propio flujo de datos entrante. Los mensajes se reciben extrayendo varios canales de 64 kbps (por ejemplo, los canales de servicio E1, T1) de la cabecera RSOH. También es posible enviar mensajes utilizando esos canales.

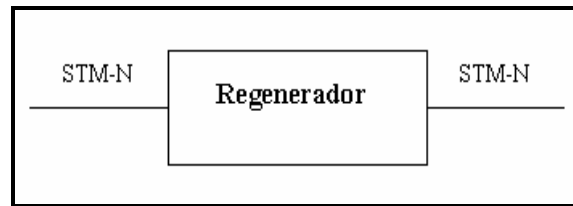


Fig. 5.2 Regenerador

5.2 MULTIPLEXOR TERMINAL

El terminal multiplexor actúa como un concentrador de E1's así como otras señales tributarias, su despliegue mas sencillo involucra 2 multiplexores terminales unidos por fibra con o sin regenerador en medio, esta aplicación representa la mas simple unión de SDH (Sección de regenerador, sección de multiplexor y trayectoria todos juntos).

Uno de los beneficios principales es la simplificación de la red a través del uso de un equipo síncrono, un solo nodo síncrono puede realizar la función de un completo plesíncrono (multiplexando por pasos) llevando a la reducción de equipos y consecuentemente ahorro de espacio y energía.

Se emplean para combinar las señales de entrada plesiócronas y terminales síncronas en señales STM-N de mayor velocidad.

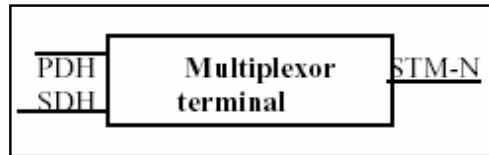


Fig. 5.3 Multiplexor Terminal

5.3 MULTIPLEXORES ADD/DROP (ADM)

Permiten insertar ó extraer señales plesiócronas y síncronas de menor velocidad binaria en el flujo de datos SDH de alta velocidad. Gracias a esta característica es posible configurar estructuras en anillo, que ofrecen la posibilidad de conmutar automáticamente a un trayecto de reserva en caso de fallo de alguno de los elementos del trayecto.

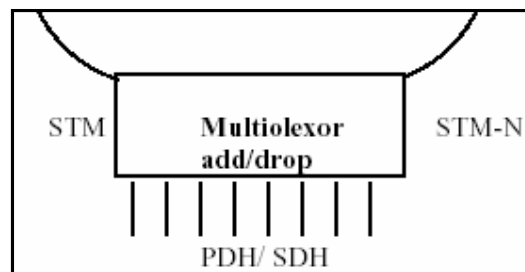


Fig. 5.4. Multiplexor ADM

Características comunes de multiplexores (ADM)

- Extender SDH a la red de acceso.
- Capacidad de conmutación de 64 kbps.
- Integración de tráfico ATM y TDM.
- Monitorización de funcionamiento entre redes SDH
- Compatibilidad delantera y trasera en todo la gama
- Fibra única

5.4 TRANSCONECTORES DIGITALES (DXC)

Este elemento de la red es el que más funciones tiene. Permite mapear las señales tributarias PDH en contenedores virtuales, así como conmutar múltiples contenedores, hasta VC-4 inclusive.

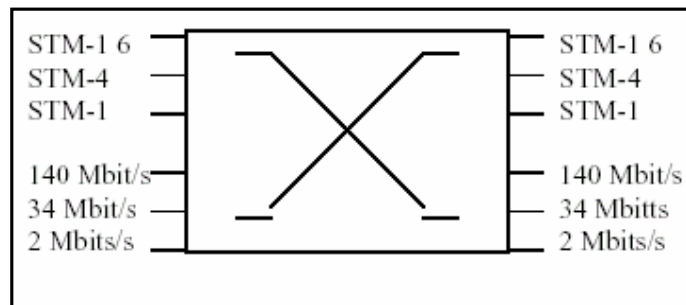


Fig. 5.5. Transconector Digital

CAPITULO 6

TOPOLOGIA DE LA RED

Para realizar la transmisión de señales digitales en el estándar SDH se puede configurar la red en cuatro diferentes tipos que son los siguientes:

- Tipo Bus.
- Tipo Anillo
- Tipo Estrella
- Tipo Malla

6.1 TIPO BUS

El transporte del tráfico se realiza por una secuencia de nodos que se encuentran interconectados, en esta topología la información como voz, datos, video pueden ser añadidos o extraídos en cualquier nodo de la red.

- Nodos Finales (Multiplexor Terminal -- Terminales de Línea)
- Nodos Intermedios (Multiplexor Add / Drop – Regeneradores)

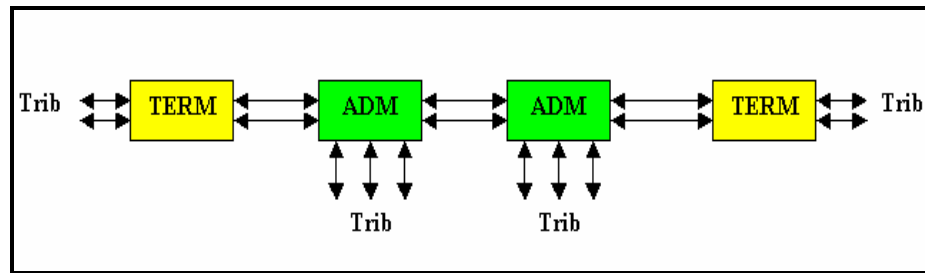


Fig. 6.1. Topología Tipo Bus

6.2 TIPO ANILLO

En esta configuración los multiplexores proporcionan conectividad entre nodos a lo largo de una ruta, típicamente configurada como un anillo. Cada multiplexor recibe la señal, extrae o agrega tributarios y deja pasar la trama actualizada hacia el siguiente multiplexor.

Estos equipos se utilizan en configuraciones donde es necesario dar un nivel alto de fiabilidad al servicio. La estructura en anillo, como se verá más adelante proporciona capacidad para reorganizar automáticamente el tráfico ante caídas en enlaces o nodos

La red tipo anillo esta conformada únicamente por nodos ADM y no se encuentran nodos terminales como se muestra en la figura.

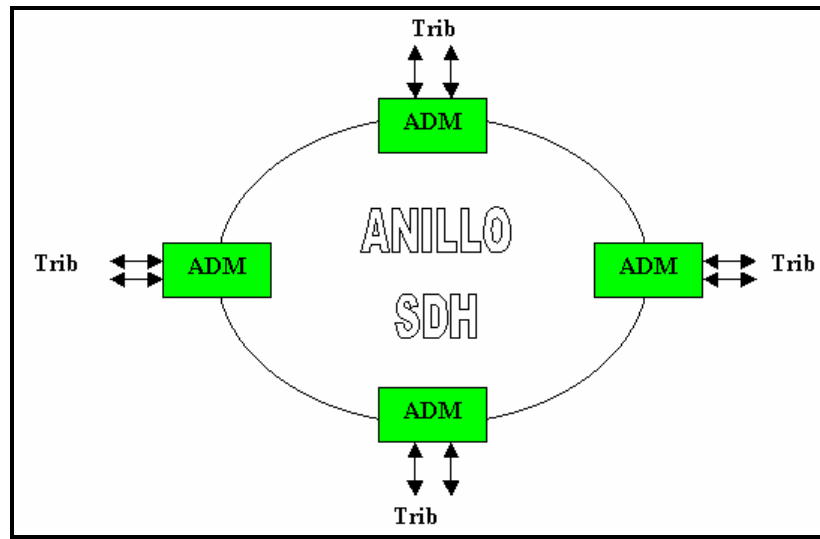


Fig. 6.2. Topología Tipo Anillo

6.3 TIPO ESTRELLA

La arquitectura de red tipo estrella se acomoda fácilmente a un inesperado crecimiento.

En la configuración estrella todo el tráfico pasa a través de un nodo central el cual generalmente esta constituido por un equipo multiplexor conexión cruzada (transconector digital)

La desventaja que tiene esta configuración es que si el nodo central falla, ningún tráfico puede ser transportado entre los varios enlaces de la estrella.

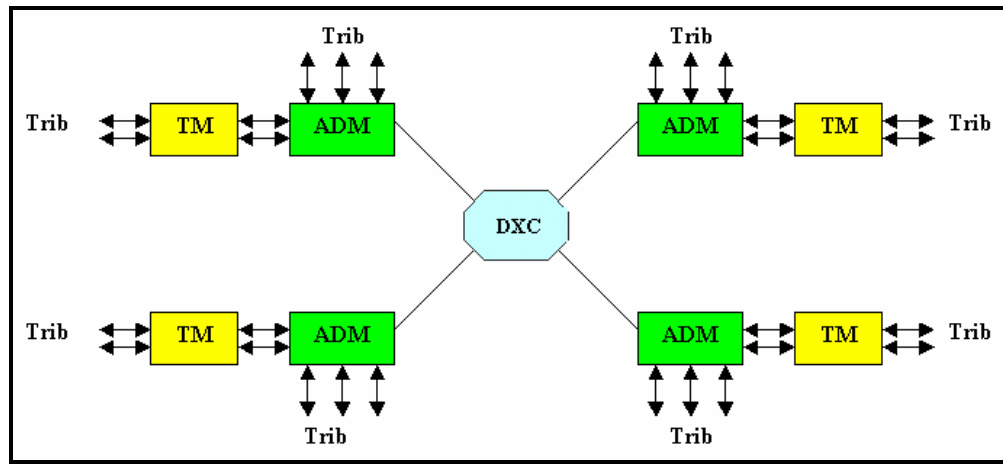


Fig. 6.3. Topología Tipo Estrella

6.4 TIPO MALLA

Cada uno de los nodos está conectado a un mínimo de otros dos por uno ó más enlaces y contiene equipos de conexión cruzada (transconectores digitales) es muy usual en la configuración de redes nacionales

Los elementos para la construcción de una topología anillo son los multiplexores ADM. Muchos multiplexores ADMs pueden estar dentro de una configuración anillo unidireccional y bidireccional.

La principal ventaja de esta topología es la supervivencia, por ejemplo si un cable de fibra es rota, los multiplexores tienen una inteligencia local para enviar los servicios afectados por otra vía alterna a través del anillo si una interrupción prolongada de servicio.

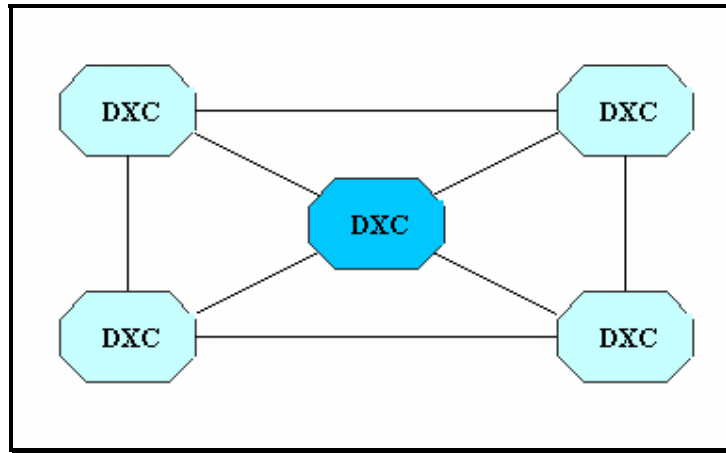


Fig. 6.4. Topología Tipo Malla

CAPITULO 7

ESTRUCTURA BASICA DE SDH

7.1 TRAMA STM – 1

La jerarquía STM-1 es la menor velocidad prevista para la transmisión a través de un enlace de SDH, es decir es la jerarquía básica.

La STM-1 tiene una estructura de trama que se conforma de 2430 bytes en serie, que por lo general se ilustra en forma de matriz para hacer más cómoda su representación, quedando entonces una estructura bidimensional de 9 reglones, con 270 bytes por reglón. Esta matriz debe ser recorrida en izquierda a derecha, y en sentido descendente, para así ir siguiendo la secuencia en serie.

A continuación se ilustra la estructura de una trama

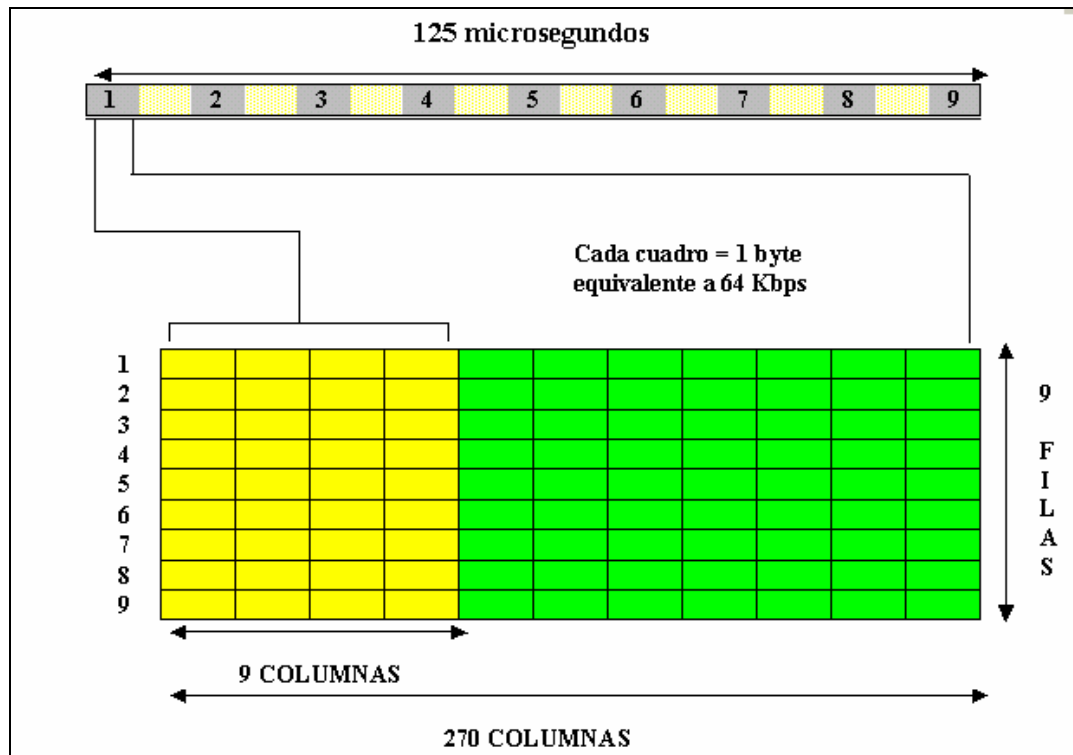


Fig. 7.1. Representación de una trama STM-1

La duración de transmisión de cada trama es de 125us, la cual corresponde a una frecuencia de repetición de trama de 8000 Hz (por teorema de muestreo). La capacidad de transmisión de un byte individual es de 64Kbps, y como se dijo anteriormente existe 2430 bytes en una trama STM - 1 por lo tanto la capacidad de transmisión de toda la trama es 155.520Mbps, que corresponde a una estructura básica de la red SDH.

A continuación se demuestra como se forma la capacidad de transmisión de la trama básica STMN – 1.

$f = 8000\text{Hz}$ (Frecuencia de Muestreo)

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8000\text{Hz}} = 125\mu\text{s} \text{ (Periodo de muestreo)}$$

1 byte = 8 bits

Velocidad de cada Byte = # de muestras * # de bits por muestra

$$\text{Velocidad} = \frac{8000\text{muestras}}{\text{seg}} = \frac{8\text{bits}}{\text{muestra}} = 64\text{Kbps} \text{ (Velocidad de 1 Byte)}$$

Velocidad de Trama = # de Bytes de trama * Velocidad de cada byte

$\text{STMN} - 1 = 2430 \text{ Bytes} * 64\text{Kbps} = \mathbf{155.520\text{Mbps}}$
--

Esta trama básica recibe el nombre de STM - 1 " Modulo de Transporte Síncrono de Nivel 1" (STM - 1).

No hay que perder de vista que esta es solamente una representación, en realidad los bits van siguiendo una secuencia en serie, es decir cuando terminamos de recorrer una matriz, comenzaría la siguiente. La figura muestra esquemáticamente como se van transmitiendo las matrices.

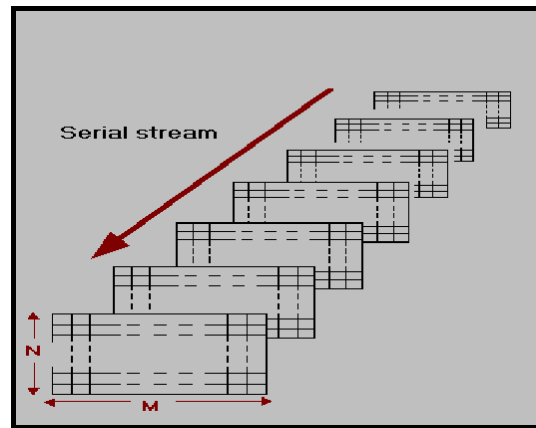


Fig. 7.2. Transmisión de matrices sucesivas

7.2 VELOCIDADES BINARIAS EN SDH.

Las velocidades de bit para los niveles mas altos de las jerarquías SDH van de acuerdo al nivel N del Modulo de Transporte Síncrono (STM). Según la recomendación G.707 del CCITT estas velocidades son:




Nivel	Señal	Velocidad	Velocidad Real
1	STM -1	155.520 x 1	155.520 Mbps
4	STM -4	155.520 x 4	622.080 Mbps
16	STM-16	155.520 x 16	2.488.320 Mbps
64	STM-64	155.520 x 64	9.953.280 Mbps

Tabla I. Velocidades en SDH

A diferencia de la jerarquía digital pleosíncrona, aquí la velocidad del STM - N se obtiene multiplicando la velocidad del modulo básico STM -1, por N, donde N es un entero.

7.3 SECCIONES DE UNA TRAMA STM-N

En la trama STM -N se muestran tres sectores principales que son los siguientes:

-  Tara de Sección (SOH).
-  Punteros de AU .
-  Carga Útil .

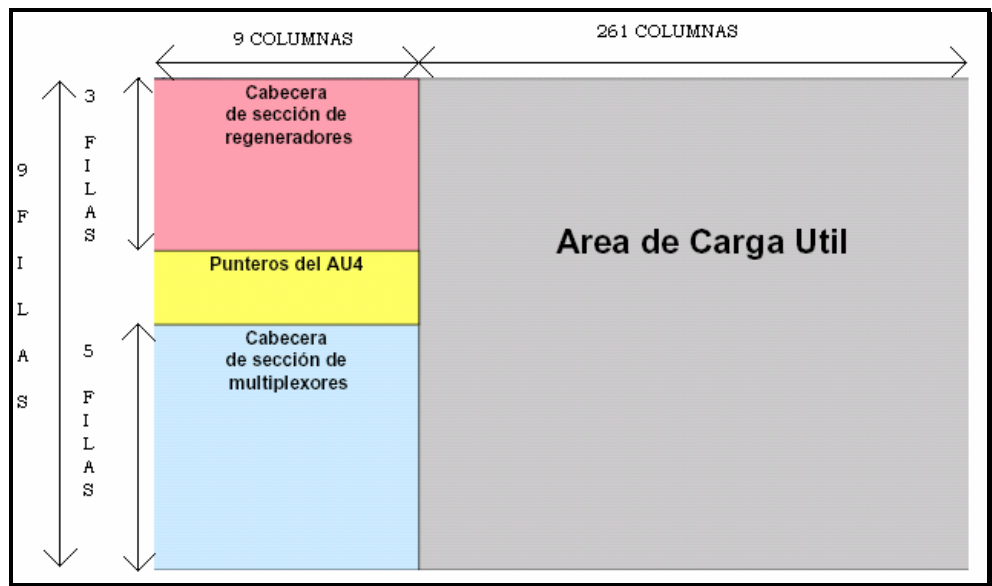


FIG. 7.3. Secciones de una trama STM-N

7.3.1 TARA DE SECCION (SOH)

Para los propósitos de la red de gestión y mantenimiento, la red de SDH puede ser descrita en función de tres diferentes sectores dentro de la red, estas son:

- Cabecera de Sección de Regeneradores (RSOH)
- Cabecera de Sección de Multiplexores (MSOH)
- Trayecto de Sección (POH).

7.3.1.1. CABECERA DE SECCION DE REGENERADOR (RSOH)

Esta sección está destinada a transferir información entre los elementos regeneradores. Es decir estos regeneradores tendrán acceso a la información que viene en los bytes del RSOH, la sección regeneradora contiene una estructura de 27 bytes.

Las funciones básicas de esta sección son las siguientes:

- Chequeo de paridad
- Alineación de la trama
- Identificación de la STM-1
- Canales destinados a los usuarios (sin fines específicos)
- Canales de comunicación de datos
- Canales de comunicación vocales

El siguiente gráfico muestra con más claridad la correspondiente sección y su área de injerencia.

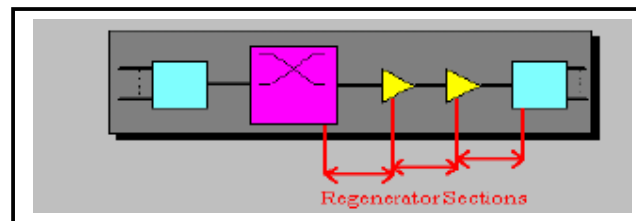


Fig. 7.4. Cabecera de Sección de Regenerador

7.3.1.2 CABECERA DE SECCION DE MULTIPLEXOR (MSOH)

Esta sección provee las funciones necesarias para monitorear y transmitir datos de la red de gestión entre elementos de red. Las funciones básicas de esta sección son las siguientes:

- Chequeo de paridad
- Punteros de la carga útil
- Conmutación automática a la protección
- Canales de comunicación de datos
- Canales de comunicación vocales

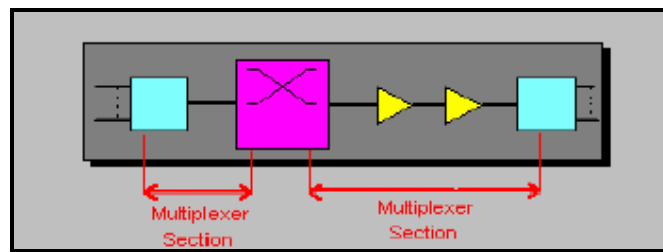


Fig. 7.5. Cabecera de Sección de Multiplexor

7.3.1.3 TRAYECTO DE SECCION (POH)

Esta sección está construida por nueve bytes, los cuales ocupan la primera columna de la STM-1, los mismos están destinados a manejar toda la información concerniente al camino por el cual circulará la comunicación.

Las funciones básicas de esta sección son las siguientes:

- Mensajes de la trayectoria de camino
- Chequeo de paridad
- Estructura del contenedor virtual
- Alarmas e información del desempeño
- Indicación de multitrama para las unidades tributarias
- Conmutación por protección de camino

La siguiente gráfica muestra lo antes expuesto.

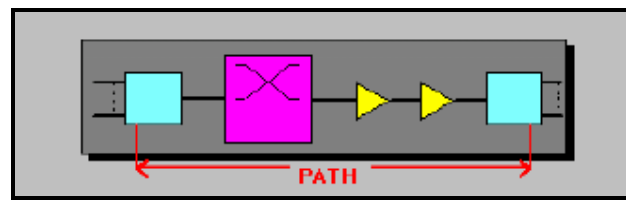


Fig. 7.6. Trayecto de Sección

Se han identificado dos categorías de POH que son las siguientes:

- POH del contenedor virtual de orden inferior (POH del VC-1/VC-2)
- POH del contenedor virtual de orden superior (POH del VC-3/VC-4)

Se entiende por contenedor a la capacidad de transmisión sincrónica de la red, y por contenedor virtual al contenedor agregándole una cabecera, estos términos se estudiarán mas en detalle en el capítulo 8.

7.3.1.3.1 POH DEL CONTENEDOR VIRTUAL DE ORDEN INFERIOR

El POH del VC de orden inferior se añade al contenedor (C1 / C2) cuando se crea el VC-1 / VC-2, entre las funciones incluidas en esta tara

esta la supervisión de la calidad del trayecto del VC, las señales de mantenimiento y las indicaciones de estado de alarmas.

7.3.1.3.2 POH DEL CONTENEDOR VIRTUAL DE ORDEN SUPERIOR

El POH del VC-3 se añade a un conjunto de TUG-2 o a un C-3 para formar un VC-3. La POH del VC-4 se añade a un conjunto de TUG-3 o a un contenedor-4 para formar un VC-4, entre las funciones incluidas en esta tara esta la supervisión de la calidad del trayecto del VC, las indicaciones de estado de alarmas, las señales de mantenimiento y las indicaciones de estructura múltiplex (composición VC-3 / VC-4)

7.3.2.- PUNTEROS

Es oportuno hacer un comentario especial sobre la función que desempeñan punteros dentro de una trama. En las señales SDH es condición fundamental que antes de proceder a la multiplexación se efectúe la alineación de los punteros. Esto no significa que la señal sea retrasada ya que esto no es posible, hay que tener en cuenta que la información contenida en la carga útil es información que debe ser transmitida en tiempo real, lo que se hace entonces, es cambiar el contenido del puntero reacomodando la posición a la cual debe apuntar (posición donde empieza la carga útil). Es decir que la carga útil tiene cierta libertad para deslizarse dentro del VC, siempre siendo apuntado por el puntero correspondiente.

7.3.2.1.- TECNICA DE PUNTEROS.

En la red síncrona todos los nodos y multiplexores SDH están controlados por un reloj muy estable, sin embargo pueden surgir pérdidas de sincronismo en alguna parte de la red o puede ser necesario efectuar algún ajuste en los puntos donde el tráfico traspasa las fronteras nacionales. Esta tarea de ajustar el sincronismo, se realiza mediante los punteros. Estos indican la posición en que comienza una carga útil. Como cada octeto de una trama STM, tiene un número que lo identifica, el puntero indica uno de tales números y es donde se encontrará el primer octeto de la carga útil asociada a dicho puntero. De esta forma la carga útil puede por así decirlo "flotar" en una trama STM, pues siempre su posición estará indicada por el puntero.

CAPITULO 8

MULTIPLEXACION DE LA RED SDH

8.1.- FORMACION DE TRAMA BASICA STM-1

Una señal STM-1 puede ser formada a partir de algunas de las jerarquías PDH solamente, a continuación se eligieron algunas velocidades tratando así de que por lo menos alguna de las jerarquías que cada país tenía, tenga cabida dentro de la trama STM-1.

El gráfico siguiente se muestra el mapeo que se hace para llegar de una señal PDH tradicional a una señal básica de SDH, es decir a una trama STM-1.

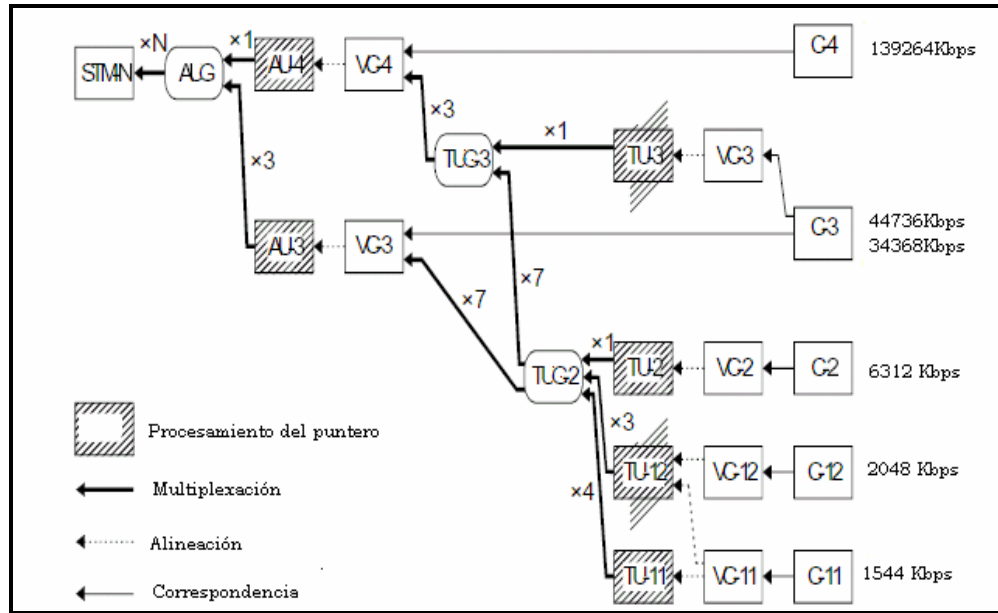


Fig. 8.1. Formación de una Trama Básica STM-1

Correspondencia

Es un proceso usado cuando los tributarios son adaptados dentro de un contenedor virtual añadiendo bits de relleno e información POH

Alineación

Este proceso toma lugar cuando un puntero es incluido en una Unidad Tributaria (TU) ó en una Unidad Administrativa (AU) para permitir al primer byte del Contenedor Virtual ser localizado

Multiplexación

Este proceso es usado cuando la multiplexación de señales de bajo orden son adaptadas dentro de señales de alto orden o cuando las señales de alto orden son adaptadas dentro de la sección de multiplexación

8.2.- PASOS PARA OBTENER UNA SEÑAL STM-N A PARTIR DE UNA SEÑAL PDH

A continuación se esquematiza como se produce una multiplexación para llegar a la trama STM-1 a partir de una señal de 2 Mbps

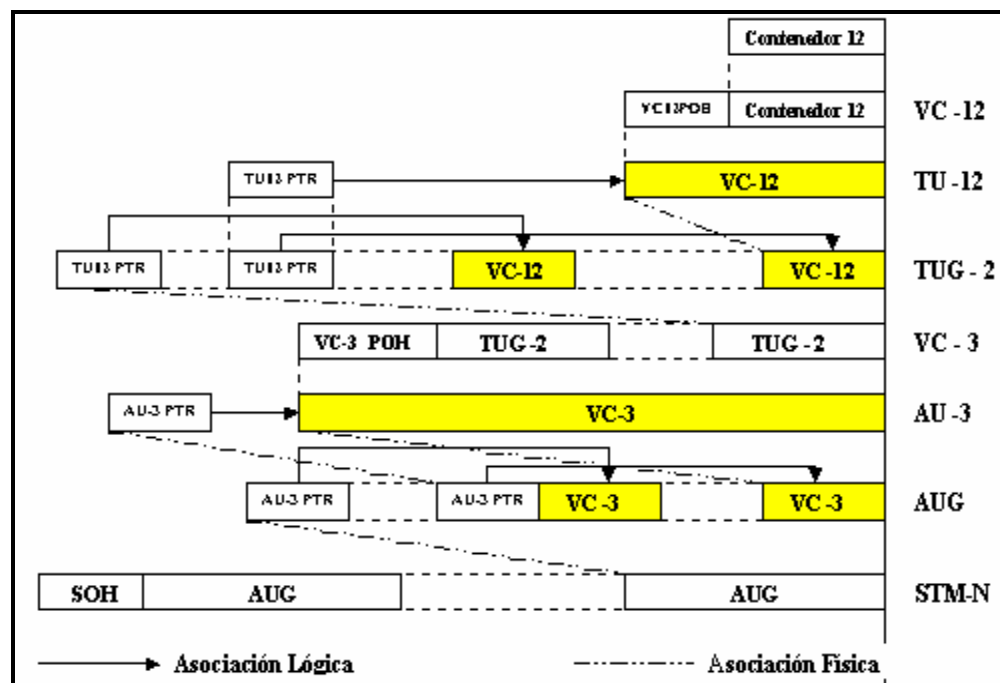


Fig. 8.2 . Pasos para obtener señal STM-N a partir de señales PDH

1. Una velocidad de 2 Mbps ingresada en un contenedor C12, se coloca una cabecera POH para formar un contenedor virtual VC-12 .
2. Al VC-12 se agrega un PTR para convertirse en un TU-12 .
3. Al tomar **3** TU-12, se forma un TUG-2.
4. Agrupando 7 TUG-2 y agregándole un POH se forma el VC-3.
5. Al VC-3 se le proporciona un PTR para formar una AU-3 .
6. Agrupando 3 AU-3, se forma una AUG, a la cuál agregándole el SOH, forma la trama STM-1.

A medida que se va armando la trama se van agregando a la carga útil, los diferentes identificadores y canales de cabecera. Se podría pensar la trama como si tuviera una estructura de cascarón, es decir que cada etapa va sumando una capa a este cascarón imaginativo.

El siguiente gráfico muestra como se llega a una STM-1 desde una señal PDH de 140Mb/s.

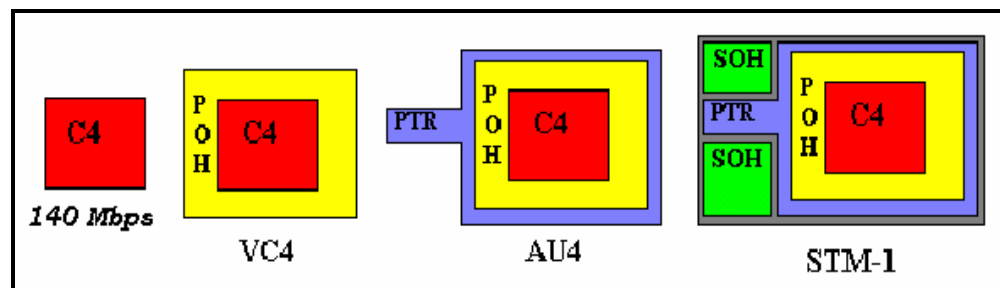


Fig. 8.3. Formación de una trama STM-1 a partir de una señal PDH

Hay que tener presente tres ecuaciones básicas que ayudan a recordar en que pasos se van agregando los sucesivos encabezados de trama, a continuación se expresan las mismas.

$$C + POH = VC$$

$$VC + PTR = TU$$

$$AU + SOH = STM-1$$

8.3.- ELEMENTOS DE LA MULTIPLEXACION

8.3.1.- CONTENEDOR (C)

Toda información útil, ya sea plesiócrona o síncrona, se coloca en contenedores de ser transmitida en una STM-1.

Por contenedor se entiende una capacidad de transmisión definida y síncrona a la red. El tamaño de los contenedores se indica en Bytes, esta cantidad de bytes se pone a disposición como capacidad de transmisión en contenedores cada 125 us. Los tamaños de los contenedores establecidos corresponden a las señales plesiócronicas actuales. En la siguiente tabla se distinguen los siguientes tamaños de contenedores.

DENOMINACIÓN	SEÑAL A TRANSMITIR
C-11	1544 Kbps
C-12	2048 Kbps
C-2	6312 Kbps
C-3	44736 Kbps
Ó	34368 Kbps
C-4	139364 Kbps

Tabla II. Dimensionamiento de Contenedores

La información útil debe caber en estos contenedores, por lo tanto en las señales, esto se logra mediante un relleno de bits y bytes, para el cual se emplea tanto el procedimiento de relleno puramente positivo como el de relleno negativo-cero-positivo.

El contenedor contiene:

- a.- Información útil (por ejemplo la señal PDH)
- b.- Bytes y bits de relleno fijos para la adaptación basta del reloj. Estos rellenos, son siempre Bytes (bits) sin información para adaptar la velocidad PDH aproximadamente a la velocidad del contenedor, que suele ser mayor. La adaptación mas precisa se efectúa por medio de bits rellenables individuales.
- c.- Bits rellenables para la adaptación precisa del reloj. Según sea necesario, estos bits pueden usarse como bits de información útil o bien como bits de relleno.

d.- Bits de relleno para comunicar al destinatario si el bit rellenable tiene información útil o es simplemente de relleno, permitiendo así al destinatario saber si debe tener en cuenta los bits de relleno o debe descartarlos.

8.3.2.- CONTENEDOR VIRTUAL

A cada contenedor se le agrega un encabezado de camino (POH), luego el contenedor junto con el POH correspondiente forman lo que se denomina Contenedor Virtual (VC), y se transporta como unidad inalterada a través de una ruta interconectada en la red.

El POH consiste en informaciones que sirven para transportar de manera confiable el contenedor desde el origen hasta el destino. El POH se agrega al formar el VC al principio de la ruta y se evalúa solo al final de ésta, en el momento que se descompone el contenedor, entonces el POH contiene información para supervisión y mantenimiento de una ruta interconectada en la red.

Un VC puede (según el tamaño) transmitirse en una trama STM-1 o bien, depositarse en un VC mayor, el cuál se transporta luego directamente en la STM-1.

Se hace una distinción entre VC de orden superior, y VC de orden inferior. Se conocen como orden inferior aquellos que se transmiten en contenedores “más grandes”. Los VC11, VC12, VC 2, son del tipo orden inferior. El VC-3 es un tipo orden inferior cuando es transmitido en un VC4. Los tipo orden superior son aquellos que se transmiten directamente en la trama STM-1, por ejemplo el VC4 es uno del tipo orden superior, esto es válido también para el VC3 que se transmite directamente en la trama STM-1.

8.3.3.- UNIDAD ADMINISTRATIVA

Los contenedores virtuales VC4 y VC3, son transmitidos directamente en la trama STM-1, en este caso los punteros de la unidad administrativa incorporados en la trama STM-1 contiene la relación de fase entre la trama y el contenedor virtual respectivo. La parte de la trama dentro de la cuál puede deslizarse el VC se denomina "Unidad Administrativa", también el puntero denominado PTR AU, forma parte de la AU. En los primero 9 bytes del cuarto renglón de la trama STM-1 están contenidos 3 punteros de 3 bytes cada uno.

Se debe hacer una distinción entre las AU-4 y AU-3. En la trama STM-1 pueden transmitirse, 1 x AU-4, o bien 3 x AU-3. Vale la pena aclarar que la transmisión del VC-3 puede efectuarse directamente (AU-3), en la STM-1 o indirectamente, en un AU-4, por lo cual se depositan 3 VC dentro de un VC-4.

8.3.4.- GRUPO DE UNIDADES ADMINISTRATIVAS

Varias AU pueden agruparse, o sea multiplexarse, por bytes para formar el llamado grupo AU (AUG). El grupo AUG es una unidad con sincronía de trama que corresponde al STM-1 sin la SOH. Agregando la SOH STM1 al AUG se obtiene un STM-1. Un grupo AUG puede constar entonces, de 1 x AU-4 ó de 3 x AU-3.

8.3.5.- UNIDAD TRIBUTARIA

Todos los VC's, excepto el VC4, pueden transmitirse dentro de la STM-1, depositados dentro de un VC más grande. El VC "menor" puede, por

regla general, tener deslizamientos de fase dentro del VC “mayor” (de orden superior), a tal efecto el VC de orden superior debe tener incorporado un puntero que reduzca la relación de fase entre ambos VC’s.

Por Unidad Tributaria TU, se entiende la parte del container de orden superior dentro del cual puede deslizarse el contenedor virtual de orden inferior incorporado, más el puntero correspondiente (PTR-TU). Se pueden distinguir las siguientes TU: TU-11, TU-12, TU-2, y TU-3.

8.3.6.- GRUPO DE UNIDADES TRIBUTARIAS

Antes de ser depositadas en un contenedor de orden superior, las TU se agrupan, es decir, se concatenan por bytes, y los grupos resultantes se denominan TUG (Grupo de Unidades Tributarias). Se han definido los siguientes TUG: TUG-2 y TUG-3.

CAPITULO 9

GESTION DE RED

La tecnología SDH es la primera que incluye dentro de las normas que la soportan, algunas dedicadas a especificar las facilidades de gestión bajo las directrices de la TMN (red de gestión de telecomunicaciones). La TMN se concibe como una red superpuesta a la red de telecomunicaciones, que interactúa con ella a través de interfaces normalizadas en ciertos puntos y obtiene información que le permite monitorear y controlar su operación. Su objetivo es dar soporte para gestión a los operadores de la red.

9.1.- TMN EN LA RED SDH

El principio de la tecnología TMN se estableció en 1989 con la publicación de la Recomendación M.3010 del CCITT (ahora UIT-T). Sus funciones se resumen en la expresión "operaciones, administración, mantenimiento y aprovisionamiento" (OAM&P), lo que incluye entre otras

cosas monitorizar las prestaciones de la red y comprobar los mensajes de error.

Para ofrecer esas funciones, el modelo TMN utiliza técnicas orientadas a objetos basadas en el modelo de referencia OSI. El modelo TMN incluye un gestor y varios agentes que a su vez controlan varios objetos gestionados.

9.1.1.- GESTOR

El gestor está incluido en el sistema operativo (OS) que forma el "centro de control" total o parcial de la red.

9.1.2.- AGENTES

En las redes SDH, los agentes están situados en elementos de la red tales como conmutadores, etc.

9.1.3.- OBJETOS GESTIONADOS

Un objeto gestionado puede ser una unidad física (una tarjeta modular, una sección de multiplexación, etc.) o un elemento lógico (por ejemplo, una conexión virtual).

El modelo TMN también distingue entre unidades de gestión lógicas, así por ejemplo, una unidad de gestión opera a nivel de red, controlando los elementos individuales, otra opera a nivel de servicio, para monitorizar los cargos facturados.

En las redes de telecomunicaciones modernas para todas estas tareas se utiliza el protocolo CMIP (protocolo común de información de gestión), otro protocolo mencionado a menudo en este contexto es el SNMP (protocolo simple de gestión de red) que es básicamente una forma simplificada del CMIP. El SNMP se emplea principalmente en las

comunicaciones de datos no siendo adecuado para las exigencias de las grandes redes de telecomunicaciones.

La red de gestión de las telecomunicaciones (TMN) se considera un elemento más de la red síncrona. Todos los elementos SDH mencionados hasta ahora se controlan por software, lo que significa que pueden monitorizarse y controlarse desde un lugar remoto, una de las ventajas más importantes de los sistemas SDH.

La fibra óptica es el medio físico más habitual en las redes SDH. La ventaja de las fibras ópticas es que no son susceptibles a las interferencias y que pueden transportar las señales a velocidades muy elevadas

La desventaja es el coste relativamente alto de la fibra y su instalación. Las fibras monomodo son la opción preferida para la segunda y tercera ventana óptica (1310 y 1550 nm).

Otro método posible para transmitir las señales SDH es un radio enlace o un enlace por satélite, ambos particularmente adecuados para configurar rápidamente circuitos de transmisión, o para formar parte de redes de comunicaciones móviles o en terrenos difíciles.

Las desventajas en este caso son el ancho de banda limitado (actualmente hasta STM-4) y la complejidad que plantea integrar esos trayectos en el sistema de gestión de la red.

9.2.- RED DE GESTION

En el modelo de organización de gestión se distinguen 2 componentes principales:

- Sistemas de operaciones o dispositivos de mediación (SO/DM)
- Elementos de red

La diferencia entre estos dos componentes radica en el tipo de función que soportan.

9.2.1.- SISTEMAS DE OPERACIONES O DISPOSITIVOS DE MEDIACION (SO/DM)

Los (SO/MO) realizan funciones del sistema de operaciones tales como: procesar la información, controlar las funciones de gestión dentro de las cuales hay funciones básicas, funciones de red y funciones de servicio.

Realizan funciones de mediación que garantizan la conversión de protocolos, manejo de datos, transferencia de primitivas.

9.2.2.- ELEMENTOS DE RED

Realizan funciones de elemento de red sustentando los servicios de transporte de red basados en SDH, tales como multicanalización, regeneración, transconexión. Se comunican con el Sistema operativo a fin de ser supervisados y controlados.

9.3.- COMPONENTES DE UNA RED DE GESTION SDH

Los componentes que constituyen la red de gestión SDH son los siguientes:

- Unidad de Control del equipo
- Terminal local.
- Unidad de Gestión del equipo.

- Comunicación con las distintas unidades del aparato.
- Actualización de la Base de Datos
- Comunicación con el terminal local PC. mediante la interfaz F.
- Comunicación con la Unidad de Gestión de red TMN

9.3.2.- TERMINAL LOCAL

La interfaz **F** permite comunicar al equipo con una PC exterior de forma tal que pueden realizarse funciones de programación local. Esta función es necesaria en la configuración inicial del equipo cuando aún no se han ingresado los parámetros de comunicación de red (direcciones IP) que permiten la conexión remota.

Las funciones son:

- Interfaz F corresponde a una conexión hacia el terminal de operaciones (PC) mediante una salida RS-232 a 9,6 o 19,2 kbps. Se trata de un conector tipo-D de 9 pin (DB-9).

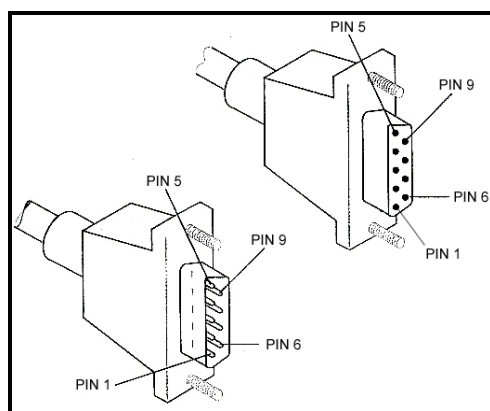


Fig. 9.2. Cable DB-9

A continuación se muestra el pinout del cable DB-9

Señal	Pines DB-9 Macho	Pines DB-9 Hembra
DCD	1	1
RXD	2	2
TXD	3	3
--	4	4
GND	5	5
DSR	6	6
--	7	7
CTS	8	8
--	9	9

Tabla III. Pinout de Cable DB-9

- Software de aplicación permite realizar casi las mismas funciones que la gestión TMN. El terminal local permite leer y escribir en la base de datos del equipo cuya memoria es reducida. Por ello, la capacidad de obtener estadísticas y resúmenes históricos es limitado. Sin embargo, permite las funciones básicas y es de utilidad en la puesta en marcha y reparación de emergencia. El software disponible mediante el terminal local es suficiente para operar una red de equipos pequeña, cuando dicha red es más extensa se puede pensar en el sistema de gestión remoto TMN. Para ello se requiere la función de Unidad de Gestión.

9.3.3.- UNIDAD DE GESTION.

Para efectuar las funciones de gestión remota TMN se requiere de una unidad de gestión que procesa los protocolos de comunicación apropiados (normas ISO para la TMN). Esta unidad puede ser la misma o distinta a la unidad de control.

Realiza las siguientes funciones:

- Proceso de comunicación entre estaciones mediante el canal DCC embebido en la trama STM-1.
- Interfaz hacia otros equipos idénticos de la misma estación. Este último caso es disponible en algunos modelos de equipos para facilitar la extensión de la conexión de gestión a otros enlaces similares. Se trata de una extensión del canal DCC (DCC link) o una interfaz serie de interconexión.

9.3.4.- COMUNICACION ENTRE ESTACIONES.

La comunicación entre los equipos que forman un enlace SDH ubicados en distintas estaciones se realiza mediante un canal de comunicaciones dedicado en la trama STM-1. Dicho canal se llama **DCC** (Canal de Comunicación de datos).

Las características de esta comunicación son las siguientes:

- Se disponen de dos canales de datos embebidos en el encabezamiento SOH de la trama STM-1:

9.3.5.- COMUNICACION ENTRE DISTINTOS EQUIPOS.

En una estación pueden coexistir distintos tipos de equipos SDH (multiplexores, terminales de fibra óptica, etc) y distintos enlaces que

conforman la red. Para efectuar la interconexión de los mismos se requiere de la interfaz Q desde la Unidad de Gestión.

La Interfaz es del tipo semidúplex con 2 pares balanceados uno en cada sentido de transmisión. La velocidad será de 19,2 ó 64 kbps.

9.3.6.- ELEMENTO DE ADAPTACION

Permite la conexión entre un equipo no adaptado a la red TMN y que desea ser gestionado por el mismo sistema de operaciones mediante un canal de comunicación de datos normalizado.

El proceso de adaptación involucra las siguientes funciones de comunicación entre el elemento de red y el sistema de operaciones:

- Control de la comunicación: interrogación secuencial para recopilación de datos, direccionamiento y encaminamiento de mensajes, control de errores, conversión de protocolos
- Tratamiento de datos: concentración de usuarios, compresión y recopilación de datos, formateo y traducción de información. transferencia de funciones, secuenciación y eventual envío de alarmas, reporte de los resultados de las pruebas, carga de informes de estado.
- Almacenamiento de datos: configuración de redes, copia de memorias, identificación de equipos, etc.

9.3.7.- CENTRO DE GESTION REGIONAL

En el Centro de Gestión Regional se concentra la gestión remota de los equipos en un sector de la red. Se trata de una red LAN del tipo Ethernet que interconecta los siguientes elementos:

- Sistema de Operaciones que está constituido por una o más estaciones de usuario. Esta estación puede funcionar con varios terminales para abastecer a diversos operadores simultáneamente.

El hardware involucrado típico es:

Capacidad de memoria RAM (64 a 256 MBytes);

Sistema operativo UNIX

Lenguaje de programación C ++ ;

Interfaz gráfica

Monitor color resolución (1280x1024 pixels de 256 colores)

Impresora (salida RS-232-C a 9600 bps).

Disco de memoria sistema operativo y el software (2,6 Gbytes interno y 40 Gbytes externo);

Conexión a LAN (Ethernet a 10 Mbps)

9.3.8.- CENTRO DE GESTION NACIONAL

Este centro de gestión se comunica con todos los otros centros de gestión regionales mediante una red extensa WAN generada con routers. El protocolo de comunicación es el TCP/IP de UNIX. El canal de comunicación es una señal tributaria de 2 Mbps (no estructurada) que se

envía dentro de la misma red SDH. La protección del tráfico se logra mediante una malla entre router por distintas vías.

9.4.- FUNCIONES DE LA RED DE GESTION

Se detalla las funciones típicas de las redes de gestión para sistemas SDH.

9.4.1.- SEGURIDAD

Para asegurar el acceso al sistema de gestión

- Ingreso / Salida: Inicio de sesión para obtener acceso al sistema y salida del mismo.
- Clave de seguridad: Derecho de acceso mediante autenticación. Varios niveles de usuarios.
- Inactividad automática por tiempo.
- Alarma de seguridad en caso reiterado acceso no válido.
- Posibilidad de Respaldo / Restaurar.

9.4.2.- NIVEL DE CONTROL DE RED

- Posibilidad de generar un diagrama topográfico de la red.
- Posibilidad de generar circuitos de camino.
- Posibilidad de re-enrutamiento automático.
- Posibilidad de crear, copiar, pegar elementos de red dentro del sistema general.

- Posibilita carga de nuevo software, re-inicialización, revisión de datos, impresión, etc.

9.4.3.- CONFIGURACION

Para realizar la programación inicial del equipo

- Definición de inventario y reporte de ausencia de unidades, actualización del equipo.
- Interfaz de entrada de tributario (PDH y SDH), velocidad y temporización.
- Selección: entradas externas, desde línea o tributario.
- Designar la prioridad y alternativas.
- Reversibilidad y tiempo de espera.

9.4.4.- AVERIAS

Para visualizar el estado de alarmas y la historia de las mismas

- Vigilancia de alarmas y localización de averías.
- Estado actual e histórico de alarmas.
- Posibilidad de separación entre alarma y estado (conmutación, sincronismo).
- Posibilidad de actuar sobre alarmas audibles, reconocimiento de alarmas

- Pruebas a solicitud o periódicas.
- Cambio de categoría de alarmas (urgente, no-urgente, indicativa).
- Filtro de alarmas: inhabilitación de alarmas y estaciones.
- Estadística e historia de alarmas (tiempo de duración y número de veces de eventos)

9.4.5.- CALIDAD

Para mediciones de calidad del servicio

- Mediciones analógicas sobre radioenlace, potencia de transmisión y recepción.
- Sobre sistemas ópticos potencia del láser y corriente de polarización.
- Configuración de atributos Cambio de umbrales, filtro temporal de mediciones, etc.
- Gestión de tráfico y de red, observación calidad de servicio.

9.4.6.- CONTABILIDAD

- Conteo de eventos: conmutaciones y actividad de punteros.
- Medir el uso del servicio de la red.
- Determinar costos. Funciones de facturación

9.5.- FUTURO DE LAS REDES

Se tiende hacia velocidades mayores, tal como en el sistema STM-64 (TDM de 10 Gbps), pero los costes de los elementos de ese tipo son aún muy elevados, lo que está retrasando el proceso.

La alternativa es una técnica llamada DWDM que mejora el aprovechamiento de las fibras ópticas monomodo, utilizando varias longitudes de onda como portadoras de las señales digitales y transmitiéndolas simultáneamente por la fibra. Los sistemas actuales permiten transmitir 16 longitudes de onda, entre 1520 nm. y 1580 nm. a través de una sola fibra. Se transmite un canal STM-16 por cada longitud de onda, lo que da una capacidad de unos 40 Gbps por fibra. Ya se ha anunciado la ampliación a 32, 64 e incluso 128 longitudes de onda.

Conectada al empleo del multiplexado DWDM se observa una tendencia hacia las redes en las que todos los elementos son ópticos. Ya existen en el mercado multiplexores ADM ópticos y se están realizando pruebas de dispositivos ópticos de transconexión digital. En términos del modelo de capas ISO, este desarrollo significa básicamente la aparición de una capa DWDM, adicional debajo de la capa SDH. Probablemente pronto veremos velocidades binarias aún más elevadas gracias a la tecnología DWDM.

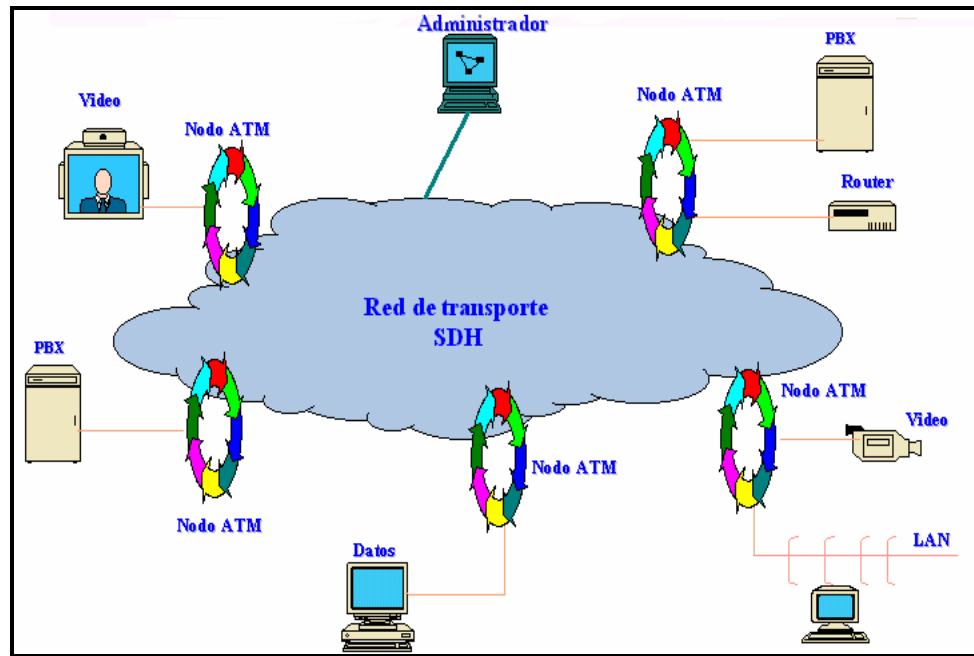


Fig. 9.3. Red SDH con integración de datos

CAPITULO 10

PROTECCION DE LA RED SDH

10.1.- SISTEMAS DE PROTECCION

Ante posibles fallos en algún elemento de la red (rotura de cables o caídas de equipos) o mala calidad de la señal en recepción, se proporcionan protección extremo a extremo en una sección de multiplexación.

La modo de protección será diferente dependiendo este configurado el anillo, que puede ser:

- Anillos Unidireccionales
- Anillos Bidireccionales

10.1.1.- ANILLOS UNIDIRECCIONALES

Una fibra está dedicada a transportar el tráfico normal y otra el tráfico de protección. En la siguiente figura se representa un anillo unidireccional de dos fibras donde el nodo A está enviando tráfico hacia D. Si un nodo intermedio, por ejemplo C, detectara una rotura de una fibra conmutaría automáticamente todo el tráfico que sale desde ese enlace como tráfico de protección, enviándolo en sentido contrario por el otro anillo. Como D también detecta la rotura del enlace cuando recibe ese tráfico de protección por el anillo secundario lo extraerá y enviará como tráfico normal.

La capacidad de protección puede ser utilizada para transportar tráfico de baja prioridad que no importa perder si hay que dedicar esa capacidad para transmitir tráfico normal ante un fallo.

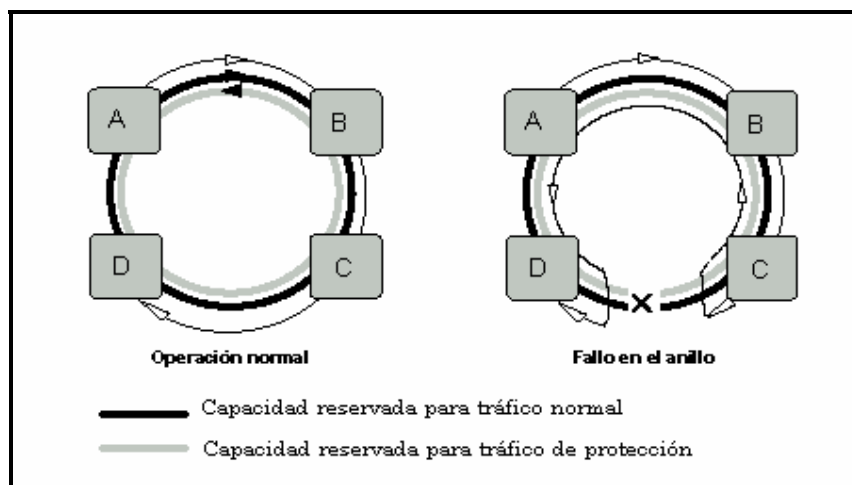


Fig. 10.1. Anillos Unidireccionales

10.1.2.- ANILLOS BIDIRECCIONALES

Cada fibra divide su capacidad en partes iguales y la dedica a llevar tráfico principal y de protección. La transmisión entre dos nodos se realiza siempre sobre la ruta más corta utilizando la parte de tráfico normal. Cuando ocurre un fallo en la red (por ejemplo una rotura en la fibra que une A y C) el tráfico de salida de A es puenteado sobre el tráfico de protección del otro anillo; el nodo remoto, C, extrae ese tráfico en su enlace de salida y lo reenvía por la parte de tráfico normal de entrada.

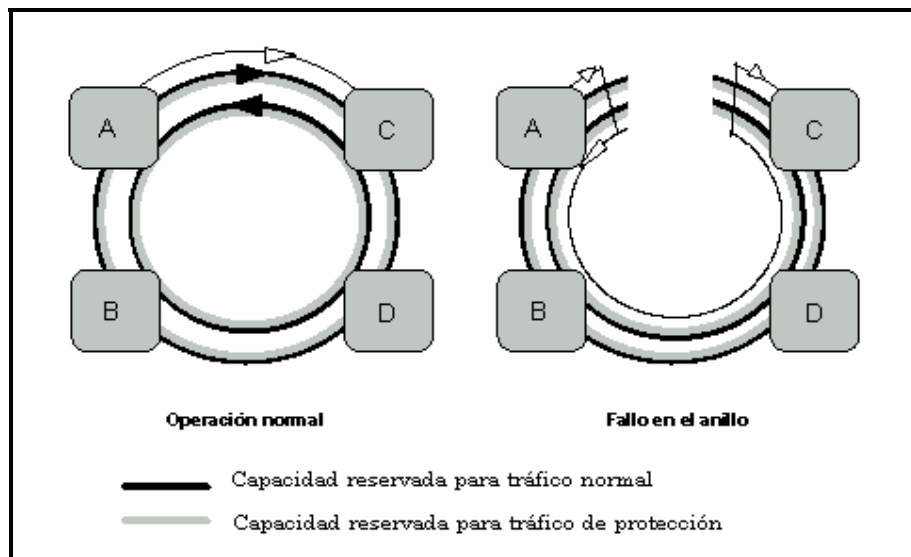


Fig. 10.2. Anillos Bidireccionales

10.2.- MEDIDAS EN LAS REDES SDH

Aunque la normalización efectuada por distintos organismos (ITU, ANSI) debiera garantizar el funcionamiento sin errores de todos los elementos

de la red, siguen surgiendo problemas sobre todo cuando se combinan elementos de redes de distintos fabricantes. Tampoco son infrecuentes los problemas de transmisión en las pasarelas que conectan redes de operadores diferentes, las funciones de medida integradas en el sistema proporcionan una idea vaga sobre el origen del problema.

Es mucho más aconsejable emplear equipos de medida independientes, y más aún cuando se trata de monitorizar canales individuales, ya que proporcionan mucha más información de interés para solucionar el problema. Las únicas áreas que están cubiertas tanto por los procedimientos de gestión de red como por los procedimientos de medida son los análisis a largo plazo y la monitorización del sistema.

Los equipos de medida independientes tienen muchas aplicaciones más en investigación y desarrollo, producción e instalación. Estas áreas requieren instrumentos de medida con especificaciones muy diversas, por ejemplo en la producción y en la instalación, los fabricantes de sistemas configuran sus elementos de red (o redes enteras) en función de las necesidades de sus clientes y utilizan técnicas de medida específicas para comprobar que todo funciona como debiera, a continuación, instalan los equipos al cliente y los ponen en servicio. En esta etapa es imprescindible utilizar instrumentación de medida adecuada para eliminar los fallos que pudieran haber surgido durante la producción e instalación, y para verificar el funcionamiento de la red. Tales equipos de medida han de ser portátiles, robustos y capaces de efectuar secuencias de medidas que permitan reproducir de forma fiable y rápida los resultados obtenidos y llevar a cabo análisis a largo plazo.

Los equipos de medida han de ser portátiles tener un precio razonable, ser adecuados para las medidas en servicio y fuera de servicio y ser capaces de presentar los resultados de forma clara y comprensible. En

términos generales los equipos de medida SDH deben ofrecer las funciones siguientes:

- Análisis de mapeado
- Medidas en multiplexores ADM
- Medidas de retardo
- Prueba de los dispositivos de conmutación automática de protección (APS)
- Simulación de la actividad de los punteros
- Medidas SDH durante, el servicio
- Análisis de alarmas
- Monitorización de identificadores de tramas
- Análisis de punteros
- Comprobación de los sensores integrados en el sistema
- Inserción y extracción de canales
- Comprobación de la sincronización de la red
- Medidas en la interfaz TMN

10.2.1.- PRUEBAS DE SENSORES

Estas medidas se realizan para comprobar la reacción de los componentes del sistema frente a defectos y anomalías, las anomalías son fallos como los errores de paridad, los defectos causan la

interrupción del servicio. Por ejemplo ante una alarma LOS (pérdida de señal) el elemento de la red debe reaccionar enviando una señal AIS (señal de indicación de alarma) a los elementos siguientes de la red y devolviendo una señal RDI (indicación de defecto remoto).

10.2.2.- MEDIDA DEL TIEMPO DE RESPUESTA APS

Cuando se produce un fallo en las redes SDH se activa un mecanismo especial de protección, el enlace defectuoso se reencamina automáticamente a través de un circuito de reserva. Esta función por ejemplo se controla mediante los bytes de la cabecera. La conmutación a la línea de protección debe efectuarse en menos de 50ms. Para comprobar que la conmutación se efectúa correctamente y no tarda más de lo debido hay que emplear equipos de medida externos. Estos equipos miden el tiempo de respuesta (es decir, la pérdida de un patrón de test específico o el disparo de una alarma preestablecida) cuando se interrumpe intencionadamente la conexión. La medida es muy importante, ya que un excesivo retardo en la respuesta puede ocasionar una considerable degradación de las prestaciones de la red e incluso el fallo total de ésta con grandes perjuicios económicos para el proveedor de la red.

CAPITULO 11

TECNOLOGIA X-DSL

11.1 INTRODUCCION

Internet con todas sus aplicaciones, está cambiando la forma de trabajar, de vivir y de gastar el tiempo de ocio. Sin embargo, hoy día Internet se enfrenta a un problema muy importante de acceso. La creciente demanda de acceso ha producido cuellos de botella y atascos de tráfico, que están retrasando la expansión de Internet. En un intento por superar estas limitaciones, el acceso ha empujado a la tecnología de la telefonía tradicional hacia nuevas e innovadoras cotas con la aparición del XDSL

La tecnología XDSL de alta velocidad elimina los cuellos de botella al permitir a los usuarios un rápido y fiable acceso a los contenidos de Internet. Usando la infraestructura existente de cableado telefónico, un operador puede ofrecer aplicaciones XDSL como niveles de servicio. Por este motivo, con la tecnología XDSL se están mejorando cientos de aplicaciones educativas, domésticas, comerciales y administrativas. También es la elección más rentable para ofrecer nuevas aplicaciones al mercado de consumo.

Los suministradores de servicios de telecomunicaciones todavía tienen que desarrollar todo el potencial intrínseco de XDSL, la telefonía tradicional y los servicios de Internet son sólo el principio, mientras que la capacidad para ofrecer servicios de difusión de vídeo es más que una posibilidad, es una realidad.

Los operadores de TV por cable están comenzando a ofrecer servicios de voz y datos, y hay un aumento de la competitividad de los operadores de red, siendo imperativo que los suministradores tradicionales de telecomunicaciones introduzcan los servicios de vídeo. Al ofrecer una serie de servicios, los suministradores de servicios ya establecidos pueden generar ganancias adicionales y proteger su base instalada.

11.2 CONCEPTOS BASICOS DSL

El ADSL es una tecnología que nos permite, usando el mismo cable telefónico que llega a nuestros hogares o empresas (par de cobre), acceder a servicios de datos (Internet) a alta velocidad así como el acceso a redes corporativas para aplicaciones como el tele - trabajo y aplicaciones multimedia como juegos, vídeo, videoconferencia, voz sobre

IP, etc. sin interferir en el uso tradicional del teléfono usando la capacidad espectral del par de cobre hasta el momento desperdiciada.

El carácter asimétrico de esta tecnología se adapta perfectamente a Internet, ya que los usuarios de la red suelen recibir (velocidad de bajada) más datos de los que envían (velocidad de subida), por ejemplo, cuando se quiere visitar una web, enviamos a la red la petición de la URL (unos pocos bytes) y posteriormente visualizamos en nuestro navegador la página deseada compuesta por texto, gráficos, archivos, etc. (el tamaño de los mismos puede ascender a centenares de Kbytes e incluso Mbytes).

Mediante ADSL la voz y los datos se separan, de manera que se puede hablar por teléfono aunque el ordenador esté conectado a Internet. ADSL se comercializa bajo la modalidad de Tarifa Plana, pagando una tarifa fija mensual a la Telefónica, con independencia de cuánto tiempo se haya tenido el ordenador conectado a Internet. Si bien la conexión a Internet tiene Tarifa Plana, no ocurre lo mismo con las llamadas habituales de teléfono, que lógicamente deberán abonarse a su compañía telefónica de forma independiente.

En resumen, ADSL se caracteriza por:

- Tarifa plana: posibilidad de estar siempre conectado por un precio fijo al mes.
- Altas velocidades.
- Sencillez en la instalación.
- Separa voz datos: puede realizar y recibir llamadas mientras está conectado a Internet.
- Provee anchos de banda desde 16Kbps hasta 52Mbps, los cuales dependen de la distancia que la casa se encuentre de la central

telefónica, para alcanzar la velocidad más alta es necesario estar a 333mts.

- El servicio requiere un “MODEM” xDSL en ambos extremos de la comunicación, por lo que las empresas de telefonía, tienen que cambiar sus equipos de conexión.
- La comunicación proveída puede ser “simétrica” o “asimétrica”. En la simétrica se provee la misma velocidad para “bajar” y “subir” datos, en la asimétrica, la velocidad para “bajar” es mayor.

11.3 FUNCIONAMIENTO

En el servicio ADSL, el envío y recepción de los datos se establece desde el ordenador del usuario a través de un módem ADSL.

Estos datos pasan por un filtro (splitter), que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio ADSL. Es decir, el usuario puede hablar por teléfono a la vez que esta navegando por Internet.

El esquema de una conectividad ADSL es tal y como se muestra a continuación :

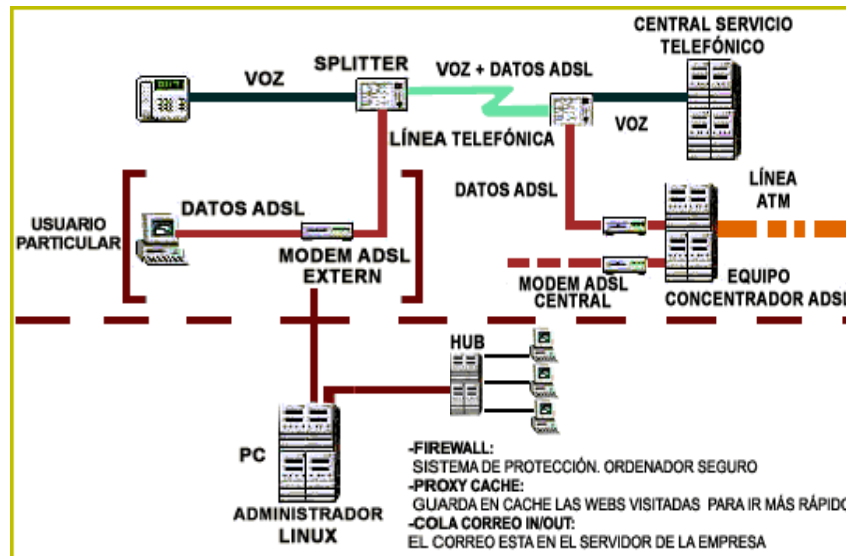


Fig. 11.1 Esquema de conectividad de ADSL

ADSL utiliza técnicas de codificación digital que permiten ampliar el rendimiento del cableado telefónico actual.

La velocidad de transmisión de datos viene dada por el establecimiento de tres canales independientes sobre la línea telefónica convencional:

- Dos canales de alta velocidad (uno de recepción de datos y otro de envío de datos).
- Un tercer canal para la comunicación normal de voz (servicio telefónico básico).

Los dos canales de datos son asimétricos, es decir, no tienen la misma velocidad de transmisión de datos. El canal de recepción de datos tiene mayor velocidad que el canal de envío de datos, lo cual se adapta perfectamente a los servicios de acceso a información (ejemplo Internet) en los que normalmente, el volumen de información recibido es mucho mayor que el enviado.

Los módems xDSL nos ofrecen la capacidad necesaria en términos de ancho de banda para acceder a toda clase de servicios multimedia interactivos a través de los accesos telefónicos tradicionales, en otras palabras, nos permiten convertir el bucle de abonado convencional hoy utilizado únicamente para conectar el teléfono o un módem de hasta 33,6 kbps, en un potente sistema de acceso a los nuevos servicios multimedia o a las redes WAN de banda ancha.

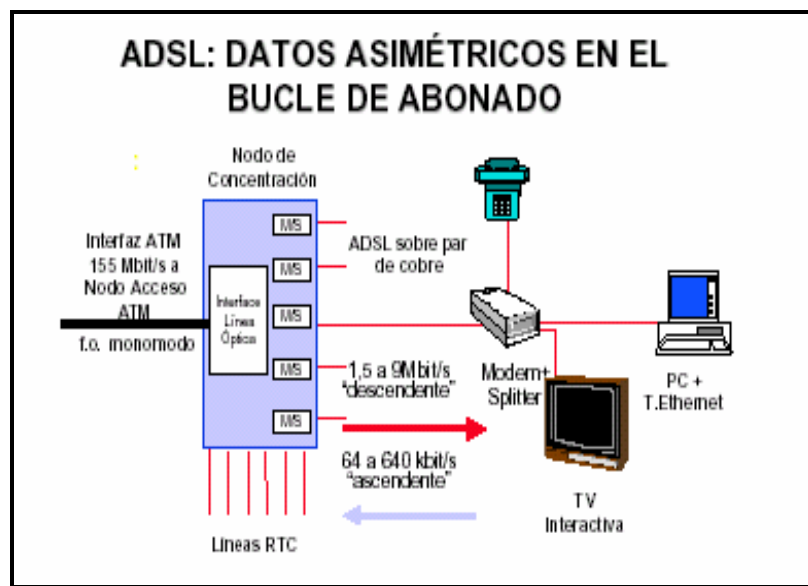


Fig. 11.2 Datos en el bucle del abonado

El factor común de todas las tecnologías (DSL) es que funcionan sobre par trenzado y usan la modulación para alcanzar elevadas velocidades de transmisión, aunque cada una de ellas con sus propias características de distancia operativa y configuración.

A pesar que entre ellas pueden existir solapamientos funcionales, todo parece indicar que su coexistencia está asegurada, lo cual obligará a los proveedores de estos servicios a decidirse por una u otra según el tipo

de aplicación que se decidan a ofrecer, las diferentes tecnologías se caracterizan por la relación entre la distancia alcanzada entre módems, velocidad y simetrías entre el tráfico descendente (el que va desde la central hasta el usuario) y el ascendente (en sentido contrario). Como consecuencia de estas características, cada tipo de módem DSL se adapta preferentemente a un tipo de aplicaciones .

CAPITULO 12

TECNICAS XDSL

12.1 ABC DEL XDSL

Para comprender mejor la transmisión a alta velocidad por cable de cobre, en primer lugar se van a definir las diferentes tecnologías de xDSL, los nuevos servicios que usan estas tecnologías están empezando a aparecer se encuentran en ensayo o se ofrecen de forma limitada .

Existen cinco tipos de xDSL, algunos serán mas apropiados para sus necesidades de conectividad que otros:

- ADSL (Línea Digital de Abonado Asimétrico)
- VDSL (Línea Digital de Abonado de muy alta velocidad), esta dirigido principalmente al mercado de video bajo demanda, sin embargo, también se podría utilizar para acceder a Internet a alta velocidad.
- HDSL (Línea Digital del abonado de alta velocidad) esta dirigida a ofrecer una alternativas a las líneas de RDSI y líneas T1 como enlace a las corporaciones.
- SDSL (Línea Digital del Abonado Simétrico)
- RADSL (Línea Digital del Abonado de velocidad adaptativa) se han diseñado para ofrecer a los usuarios remotos gran velocidad al acceso de datos (para navegar en la web, acceder a datos corporativos o a presentaciones multimedia).

En resumen, las técnicas xDSL aumentan la capacidad de transmisión en el bucle de abonado empleando técnicas de modulación avanzadas y módems, sin embargo, tienen serias limitaciones en distancia.

12.2 ADSL

12.2.1 CONCEPTO .

El sistema ADSL ofrece una transmisión usando mayor parte del espectro disponible, comparando con la señal normal de voz, para transmitir datos por una línea telefónica de doble hilo de par trenzado de cobre, mediante un sistema DSL, un tele trabajador o un empleado de una oficina remota dispone de tres canales por una líneas telefónicas.

Esencialmente, el espectro disponible de 1 Mhz. de la línea telefónica se divide en tres canales .

En la **Fig. 12.1** se muestra que el primer canal es la banda de 4 KHZ tradicional de voz. También se puede ver un segundo canal de baja velocidad para el tráfico de subida desde el usuario a la central de la compañía o proveedor de Servicio de Internet (ISP), igualmente se dispone de un tercer canal de alta velocidad para el tráfico de bajada desde la centralita o proveedor de internet.

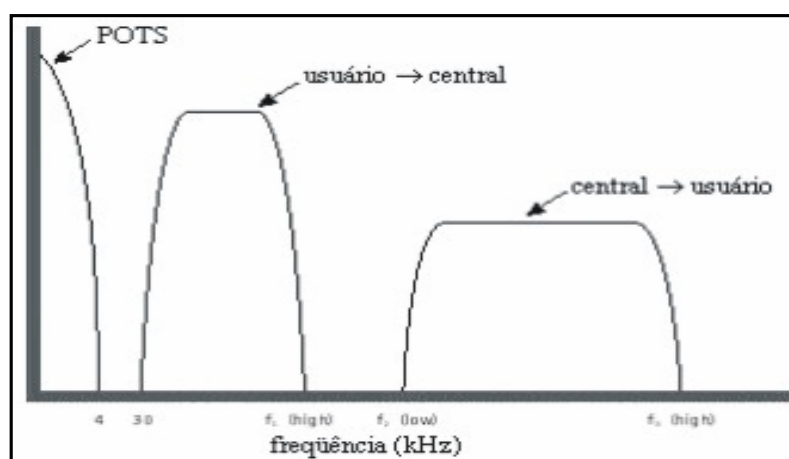


Fig. 12.1 Los tres canales de ADSL

La velocidad de transferencia de los canales de subida y bajada varían según el mecanismo de codificación y la distancia máxima que deba recorrer la señal. Por ejemplo , los sistemas que usan codificación DMT pueden admitir una velocidad en el canal de bajada de 8 Mbps . Ambos sistemas permiten un canal de subida en el rango de 640 Kbps a 1 Mbps dependiendo de la implementación y del sistema . En otras palabras en el mejor de los casos ADSL ofrece una velocidad de transferencia 235 veces mayor que la de un MODEM de 33, 6 Kbps. Significa que una

pagina Web con muchos gráficos que tardaban seis minutos en cargarse con un MODEM de alta velocidad tardaría menos de dos segundos con un MODEM ADSL, ya se puede ver el atractivo de este incremento de velocidad para navegar por la Web .

El enlace de ADSL es muy sensible a la distancia entre la casa del empleado remoto o la oficina remota y la centralita de la compañía telefónica . Un sistema ADSL que ofrece un canal de bajada de 6 Mbps, si la distancia es de 4 Km o menos solo es capaz de transmitir a 1,5 Mbps si la distancia alcanza los 6 Km. En los EEUU tan solo el 50 por 100 de las casas están dentro del radio de 4 Km de la centralita telefónica .

- 1.544 Mbps -> 5.5 Km
- 2.048 Mbps -> 4.8 Km
- 6.312 Mbps -> 3.6 Km
- 8.448 Mbps -> 2.7 Km

12.2.2 COMPONENTES DE ADSL

Para que una línea analógica se convierta en una línea ADSL, y pueda conectarse a Internet o a otro tipo de redes se han de realizar una serie de cambios en la central a la que pertenece la línea.

Para transmitir información a través de una línea ADSL se utiliza una modulación bastante distinta a la que utilizan los módems habituales. Por tanto lo primero es instalar un módem ADSL en el equipo que queramos conectar a la línea ADSL (ATU-R), y otro en la central (ATU-C). En realidad en la central lo que se instala es un DSLAM, o conjunto de

tarjetas que reúne un gran número de módems ADSL, y que es capaz de enrutar el tráfico de todas esas tarjetas hacia una red de área extensa o WAN.

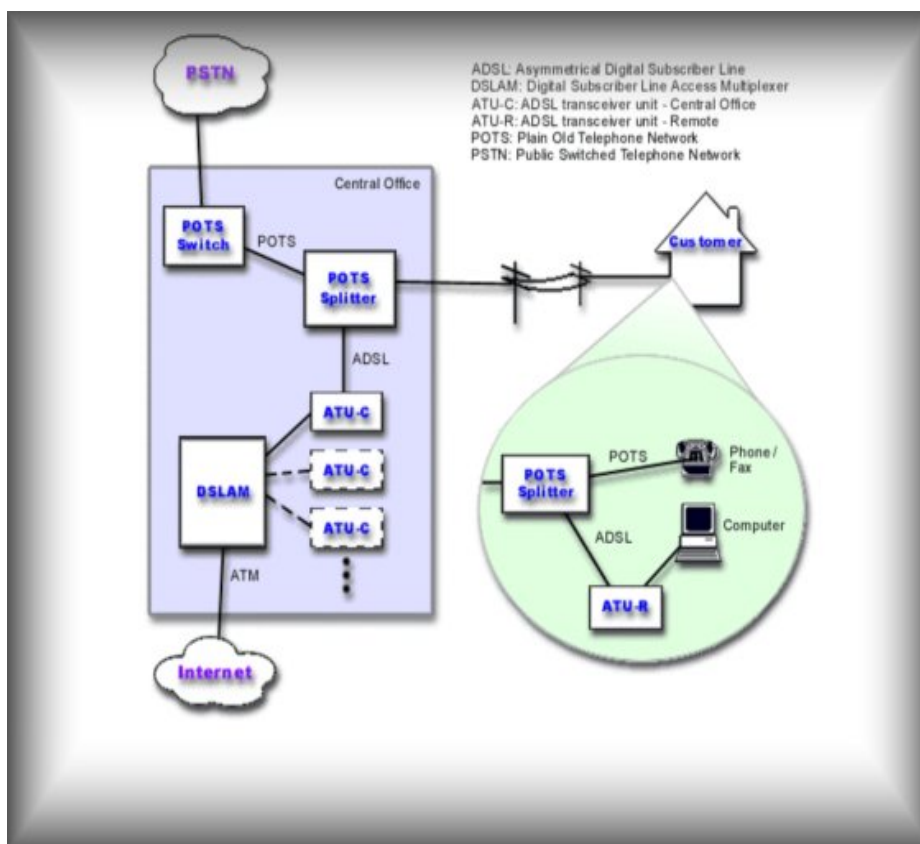


Fig. 12.2. Componentes de ADSL

12.2.3 SPLITTER

El Splitter sirve para separar la señal de voz de la de datos tanto en casa de los usuarios, como en la central telefónica. Puesto que ambas ocupan distintas partes del ancho de banda de la línea ADSL, lo lógico es utilizar un par de filtros para separarlas, y eso es el Splitter un filtro paso bajo para la voz y un paso alto para los datos.

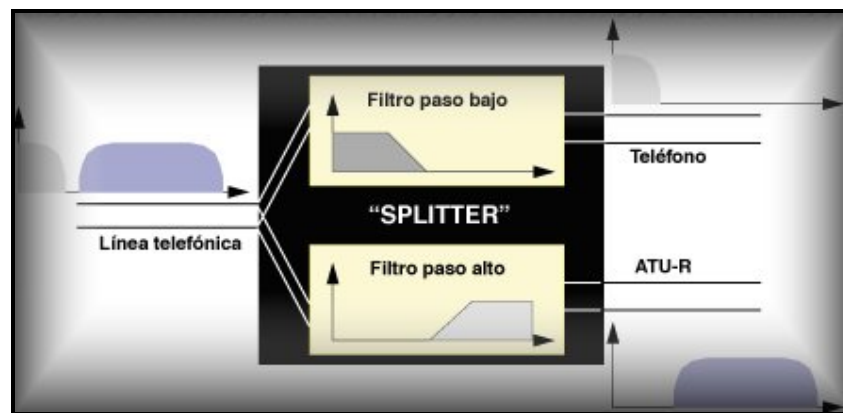


Fig. 12.3 Splitter

Existe una modalidad de ADSL que no requiere de la instalación del Splitter, por supuesto no permite la simultaneidad de voz y datos pero es algo más barata y sencilla de instalar, aunque alcanza menores velocidades de transmisión esta modalidad se conoce como G.Lite ADSL y no se suele utilizar.

La que requiere el Splitter y permite comunicaciones vocales y de datos simultáneamente, se denomina Full-rate ADSL y es la que se comercializa normalmente.

12.2.4 ATU-R

Es el módem que permite establecer la conexión ADSL a través de la línea telefónica, y que se encuentra en casa del usuario, se suele denominar igualmente módem ADSL.

12.2.5 ATU-C

Es el módem que se encuentra en el extremo de la línea ADSL ubicado en la central telefónica, generalmente los ATU-C se encuentran acoplados a dispositivos llamados DSLAM.

12.2.6 DSLAM

Como se mencionó anteriormente por cada línea ADSL, es necesario instalar un ATU-R en casa del usuario y un ATU-C en la central telefónica local asociada a dicha línea. Esto podría complicar el despliegue de ADSL, pues no es práctico tener cientos de ATU-C en cada central. La solución es el DSLAM, que agrupa un gran número de tarjetas, cada una de las cuáles tiene varios ATU-C.

El DSLAM además es capaz de enrutar el tráfico de todas las tarjetas hacia una red de área extensa o WAN.

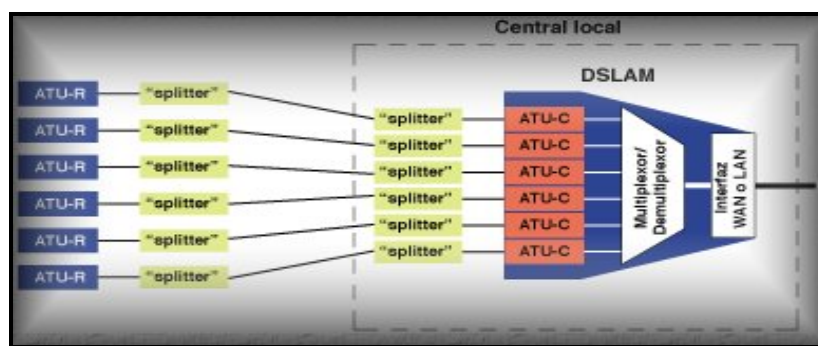


Fig. 12.4 DSLAM

12.3 VDSL

12.3.1 CONCEPTO

Es el “súper-ADSL”, permite capacidades muy grandes en distancias muy cortas, las distancias y caudales en sentido descendente son:

- 300 m 51,84 – 55,2 Mbps
- 1000 m 25,92 – 27,6 Mbps
- 1500 m 12,96 – 13,8 Mbps

12.3.2 CARACTERISTICAS

- Utiliza un par de hilos, compatible con voz
- Aunque capacidad superior a ADSL técnicamente mas simple (al reducir la distancia es mas fácil conseguir elevada capacidad).
- Actualmente en proceso de estandarización y pruebas.
- Ya existe algún servicio comercial de VDSL.
- No esta claro que haya una demanda para este tipo de servicios

Esta tecnología aún en fase experimental, coincide básicamente con ADSL y permitirá velocidades de hasta 52 Mbps aunque sobre distancias menores.

VDSL es igual que ADSL pero más rápido y acorta distancias. La velocidad hacia “arriba” es entre 1.6 Mbps y 2.3 Mbps.

Mientras los fabricantes de equipos y las compañías telefónicas introducían los productos y servicios de ADSL , RADSL , SDSL , y HDSL en 1996, se continuaba trabajando en la DSL de muy alta velocidad (VDSL) servicio considerado la siguiente generación de ADSL. VDSL promete ofrecer aun mayor ancho de banda que ADSL por las líneas telefónicas de cobre existentes.

Ya existen varios fabricantes de semiconductores, que han desarrollado chip procesadores de señal para una versión de ADSL que debería funcionar a 25,6 Mbps ó 51 Mbps, estas altas velocidades de 51 Mbps o 25,6 Mbps de VDSL se puede obtener debido a que la tecnología de codificación solo se usa a distancia cortas. La tecnología de codificación de ADSL para aplicaciones multimedia interactivos por líneas telefónicas de cable trenzado de cobre esta limitada a unos 8 Mbps para el canal de bajada y unos 2 Mbps para el de subida para distancia de hasta 4 Km, distancia entre el conmutador de la central y la casa del empleado remoto o la oficina remota.

Con VDSL se pueden obtener velocidades de 51 Mbps a distancias de unos 300 mts. y se deberían obtener 25,6 Mbps a distancias de entre 1 Km y 1,5 Km, de esta forma mientras se piensa en la tecnología de codificación ADSL de 8 Mbps para sistemas punto a punto, VDSL se utilizara para ciertas aplicaciones que depende mucho de la base de abonados y de los servicios de video que se ofrezcan, concretamente y debido a la limitación de distancia la nueva tecnología VDSL, denominada por algunos DSL de muy alta transferencia de bits, se usara en los proyectos de fibra hasta la acera, que están desarrollando las compañías telefónicas para dar servicio de video bajo demanda y servicio del tipo de la TV por cable a los hogares.

Estos sistemas ofrecen un mayor ancho de banda utilizando fibra óptica hasta la acera de una residencia o empresa, como se muestra en la Fig.12.5, se utiliza el cableado de cobre desde la acera hasta la casa.

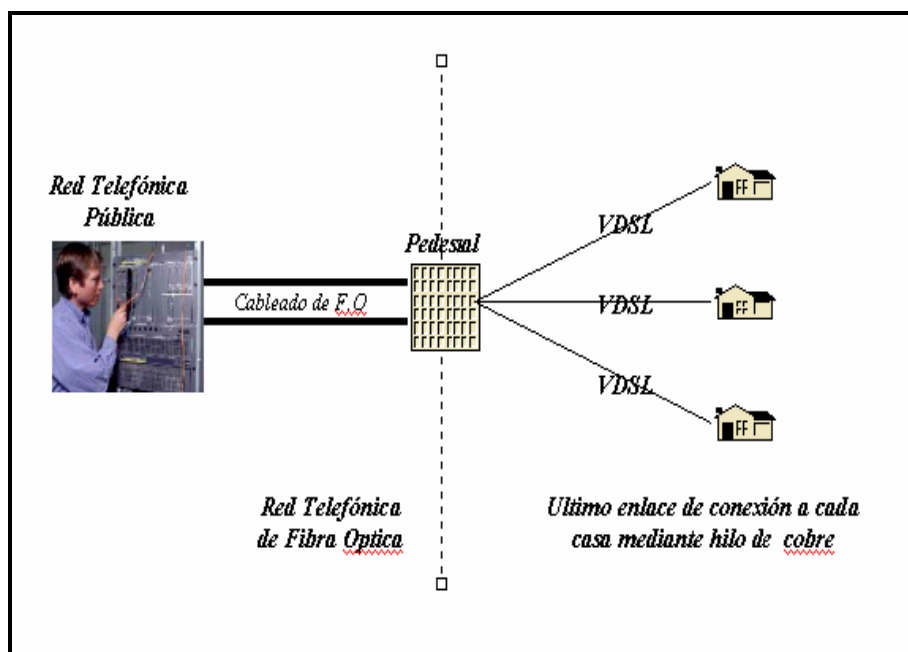


Fig. 12.5 Uso de fibra óptica desde central hasta el armario

12.3.3 USO DE TECNOLOGIA VDSL

Con esta configuración se utiliza VDSL en la última parte de la conexión, el segmento que va desde la red de fibra óptica de la compañía telefónica hasta la casa del usuario.

12.4 HDSL

12.4.1 CONCEPTO.

Se usa para la transmisión digital de banda ancha dentro de un sitio corporativo y entre la compañía del teléfono y un cliente, la característica principal de HDSL es que es simétrico es decir una cantidad igual de banda ancha está disponible en ambas direcciones, ofrece un canal simétrico de 2 Mbps, alcance máximo unos 4 Km. La tecnología HDSL tiene como objetivo ofrecer los servicios T1 o E1 (según la situación geográfica) sobre los pares de cobres existentes pero a un menor costo, mayor calidad e inmediatez en su instalación.

12.4.2 CARACTERISTICAS

- Se emplea actualmente para líneas punto a punto de 2 Mbps, en vez de los sistemas tradicionales.
- Ventajas sobre una línea 2 Mbps convencional
- Mayor alcance sin repetidores
- Frecuencias menores, menor interferencia
- Posibilidad de poner varias líneas de 2 Mbps en un mismo mazo de cables.
- Para reducir la frecuencia de la señal divide el caudal a transmitir entre 2 ó 3 pares.

Los primeros en aparecer fueron los módems HDSL, diseñados para ofrecer servicios a velocidades de hasta de 2,048 Mbps.

Aplicaciones típicas para HDSL serían para la conexión de centralitas, las antenas situadas en las estaciones base de las redes telefónicas celulares, servidores de Internet, interconexión de redes LAN y redes privadas de datos.

HDSL provee transferencias tipo T1, sobre líneas hasta de 3.6Km de distancia, no permite el uso al mismo tiempo del teléfono, HDSL a veces llamado DSL de alta transferencia de bits, se ha diseñado para ofrecer una conexión de alta velocidad entre dos lugares.

Mientras que ADSL, SDSL, y RADSL están dirigidos a ofrecer un enlace de alta velocidad a empleados remotos por línea telefónica de cobre, HDSL se dirige a la conexión entre dos lugares.

Algunos consideran a HDSL como una forma sencilla de conseguir la conectividad de un enlace T1 ó E1. El servicio HDSL se contrata de la misma forma que el resto de los servicios de alta velocidad, como líneas T1 ó E1, sin embargo HDSL da un ancho de banda como el de T1 ó E1 por una línea telefónica de cobre a una distancia de 4 Km, normalmente se necesitan dos pares de cobre para los servicios T1 frente a un único par de ADSL, SDSL y RDSL con 1.544 Mbps de velocidad de transferencia; se necesitan tres pares para el servicio E1 con una velocidad de 2.048 Mbps ó existen ciertas posibilidades con HDSL. Se pueden obtener menores velocidades con otros cables, por ejemplo, se pueden conseguir 784 Kbps a 4 Km usando un único par de una línea telefónica de cobre.

La ventaja de usar HDSL frente a otros servicios comparables, como T1 es que son mas sencillos de desarrollar para las compañías telefónicas, un enlace E1 o T1 necesita un repetidor cada uno o dos kilómetros, con HDSL la compañía telefónica solo tiene que instalar una tarjeta de línea de HDSL en el conmutador de la central y ya puede ofrecer el servicio

hasta una distancia de 4 Km sin repetidores, por ello, resulta mas sencillo establecer un enlace HDSL y se pueda instalar con mayor rapidez.

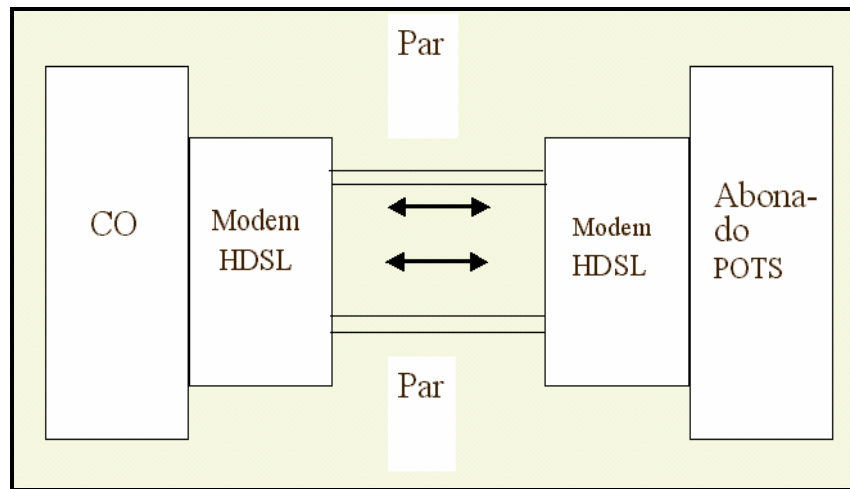


Fig. 12.6 Esquema del sistema HDSL con 2 pares de cobre

Aun hoy existen dos aspectos negativos respecto a HDSL, probablemente el aspecto mas débil sea su falta de disponibilidad, el segundo aspecto que hay que examinar es si el cableado actual es capaz de soportar las velocidades de HDSL; solo por que el servicio sea de 1.544 Mbps no significa que todos los bucles de abonado puedan admitir esas velocidades, hay que tener en cuenta los modem normales, a veces se consigue una conexión a 28.8 Kbps, a veces no. Hay que determinar si el bucle entre el conmutador de la compañía telefónica y la compañía admite HDSL, en teoría debería; pero en realidad podría haber problemas si las líneas son demasiado largas o hay muchas fuentes de ruido.

12.4.3 APLICACIONES DE HDSL

- Accesos de redes LAN
- Accesos a servidores de Internet
- Llevar los grupos E1/T1 hasta abonados que lo demanden (PABX, etc)
- Alcance mayor 4.2 Km sobre 2 pares (d=0.5mm) sin repetidores.

HDSL ofrece a las compañías de telecomunicaciones una forma de servicio T1 1,544 Mbps en los EEUU o un servicio E1 2,048 Mbps, en Europa usando múltiples pares de hilos de cobre.

12.5 SDSL

12.5.1 CONCEPTO

DSL simétrico como su propio nombre lo indica ofrece a los usuarios la misma velocidad en ambos sentidos, con ADSL los usuarios obtienen la mayor velocidad cuando los proveedores de servicios de telecomunicaciones y de Internet aprovechan mejor el espectro disponible en las líneas de cobre.

Es prácticamente la misma tecnología que HDSL pero utiliza únicamente un par, por lo que se sitúa estratégicamente en el segmento de los usuarios residenciales que sólo disponen de una línea telefónica.

12.5.2 CARACTERISTICAS

- Parecido a HDSL (simétrico) pero usa sólo un par de hilos.

- Alcance menor que HDSL (unos 3 Km) ya que transmite toda la información por un par, el caudal varía entre 2 Mbps y 160 Kbps según las condiciones de la línea.
- Incompatible con la voz (no reserva la parte baja de frecuencias).
- Aun no esta estandarizado

Normalmente un sistema SDSL ofrece dos canales de comunicaciones por una línea telefónica de doble hilo de par trenzado de cobre, en la Fig.12.7 se puede ver que uno de los canales transmitiría voz y usaría para ello la banda de frecuencia normal de 4 KHz, además se puede ver que otro canal podría ofrecer un enlace bidireccional de alta velocidad usando una gran parte del espectro disponible, de hasta 1 Mbps para transmitir datos, como en los enlaces de ADSL, las conexiones de SDSL son sensibles a la distancia que deben recorrer los datos desde la centralita de la compañía telefónica hasta la casa del usuario remoto o la oficina remota.

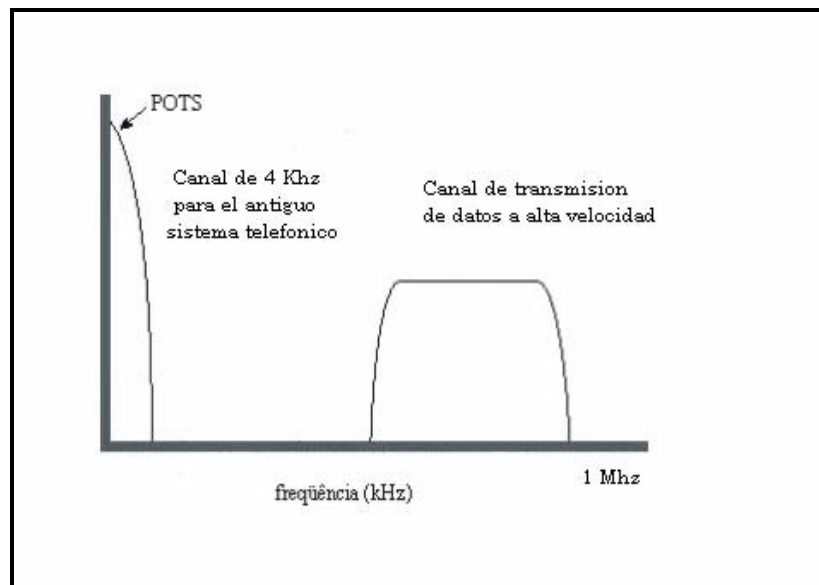


Fig. 12.7 Asignación de ancho de banda en un sistema SDSL

Por ejemplo, un equipo de SDSL transmitirá datos a 2,048 Mbps a distancia de hasta 2,5 Km, 400 Kbps a distancias de hasta 7 Km y 160Kbps a distancia de 8 Km, en estas combinaciones de distancia y velocidad se incluye el canal normal de voz y pueden variar algo si no es necesario el canal de voz, por ejemplo se puede transmitir a 2,048 Mbps a 3 Km si no es necesario es canal del antiguo sistema telefónico, son 500 mts más de transmisión de datos comparados con el caso anterior.

La forma de aportar estos servicios puede ofrecer cierta flexibilidad para los tipos de aplicaciones que usen, por ejemplo el servicio de 400 Kbps se podría ofertar como un servicio de 384 Kbps conmutado para videoconferencia y una línea telefónica normal.

Como emplea un solo par presenta más limitaciones de alcance que la técnica HDSL (unos 3 km).

12.6 RADSL

12.6.1 CONCEPTO

Versión 'inteligente' de ADSL que adapta la capacidad dinámicamente a las condiciones de la línea como los módems a 28,8 Kbps de red telefónica conmutada

12.6.2 CARACTERISTICAS.

RADSL es un servicio asimétrico con un canal de bajada de entre 600 Kbps a 7 Mbps, dependiendo de la implementación y un canal de subida de 128 Kbps a 1 Mbps, es decir en el mejor de los casos RADSL ofrece una velocidad de transferencia de una 200 veces la de un modem de

33,6 Kbps. Como el caso de ADSL, significa que una pagina Web con muchos gráficos que tardaba seis minutos en cargarse requería menos de dos segundos con RADSL.

La diferencia entre ADSL y RADSL es que con RADSL la velocidad máxima que se puede lograr varia, con RADSL la velocidad de trasmisión se ajusta de acuerdo a la calidad de la señal y la longitud de la línea telefónica que ha de recorrer. Los equipos de RADSL son capaces de seleccionar automáticamente la velocidad de transferencia efectiva mas alta o la puede fijar el proveedor del servicio.

Cuanto mayor sea la distancia que tiene que viajar la señal entre la central de la compañía telefónica y la casa del empleado remoto menor será la velocidad máxima; que como ocurre en cualquier situación de telecomunicaciones no es la distancia geográfica entre la central de la compañía telefónica y el empleado sino la longitud del cable. Una línea mas ruidosa implica que la velocidad de transmisión posible será mas baja.

Sin embargo, la velocidad puede variar de alguna forma es similar a los modem tradicionales. Los modem ajustan automáticamente su velocidad cuando se establece una sesión dependiendo de la calidad de las líneas entre los dos extremos del enlace, algunos MODEM durante la misma sesión.

12.7 G.Lite o DSL Lite

12.7.1 CONCEPTO

G.Lite es también conocido como DSL Lite, desgraciadamente para los consumidores G.Lite es más lento que ADSL, ofrece velocidades de 1.3Mbps (de bajada) y de 512Kbps (de subida).

Los consumidores de G.lite pueden vivir a más de 18,000 ft de la oficina central siendo disponible la tecnología a un muy mayor número de clientes.

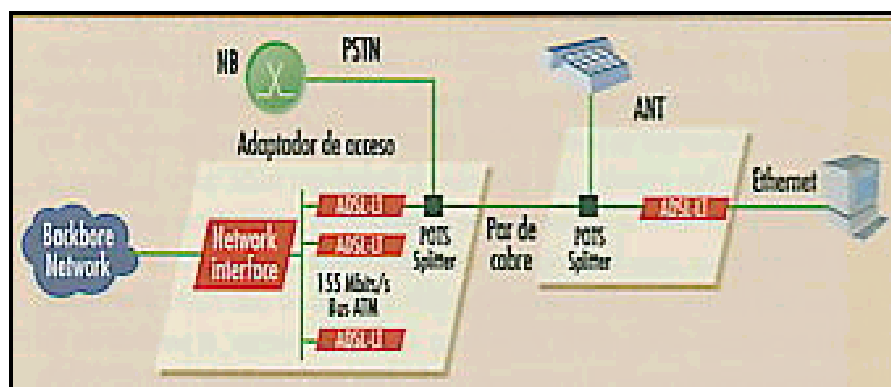


Fig. 12.8 Instalación ADSL G Lite

Esta podría ser una instalación de ADSL G.Lite, como se puede observar en la parte de la central telefónica existen tantos módems ADSL G.Lite como posibles líneas de entrada tenga. Todos ellos unidos a una red ATM de alta velocidad que está conectada a una línea de Internet.

12.7.2 INSTALAR UN MODEM ADSL

ADSL G.Lite se diferencia de su versión original ADSL en la velocidad ya que la versión G.Lite tan sólo es capaz de alcanzar entre 2 Mbps y 1,5 Mbps mientras que la tecnología ADSL puede llegar hasta los 8Mbps ó 9Mbps, el motivo de la creación de esta variante es que puede ser instalada fácilmente por el usuario. Esta tecnología G.Lite, permite a las compañías telefónicas dar servicio DSL y a los usuarios instalar los equipos ellos mismos, sin necesidad de mayor gasto y retraso al esperar la visita de un técnico de la compañía, reduciendo de este modo los costes del desarrollo. Otro punto importante a tener en cuenta es el de

los precios de los módems, ligeramente más baratos con la versión G.Lite.

La diferencia clave entre la versión ADSL y ADSL G.lite son los filtros (splitters) necesarios para poder separar el canal telefónico de voz del de transmisión de datos DSL. En el caso de la tecnología ADSL es necesario instalar un filtro voz / datos en la entrada de la línea telefónica del domicilio del abonado. La instalación de este filtro suele realizarse por la compañía telefónica ya que se trata de un elemento que sólo ellos disponen, en el caso de la versión ADSL G.Lite no es necesaria la instalación de este filtro por parte de la compañía, tan sólo hay que conectar el módem ADSL a la línea telefónica. Si se quiere utilizar un teléfono para el canal de voz es entonces cuando será necesario instalar unos pequeños filtros (microfiltro) en cada toma telefónica con el fin de discriminar las llamadas de voz de las de datos, generalmente éstos suelen venir incluidos en el paquete del módem ADSL junto con todos los accesorios, además de poderse adquirir por separado.

En algunos casos al realizar una instalación ADSL utilizando un Splitter es necesario cambiar el cableado por uno de mejor calidad desde el splitter hasta el módem ADSL en el domicilio del usuario.

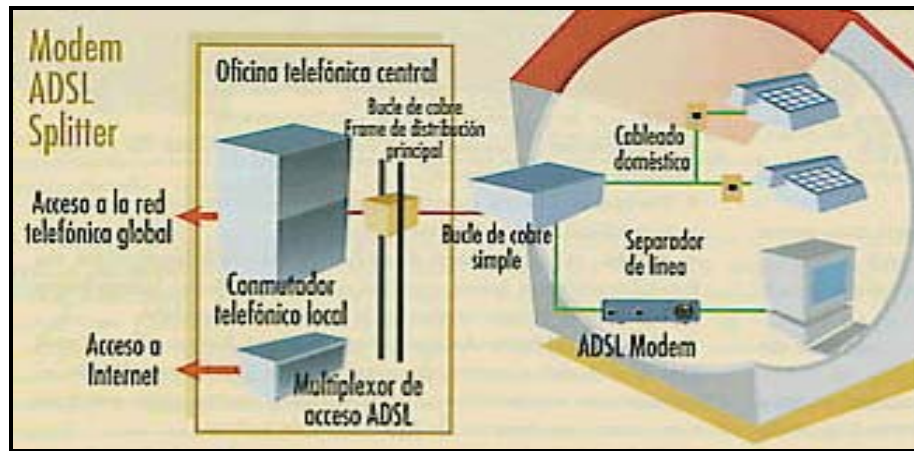


Fig. 12.9 Instalación de un modem ADSL con splitter

En el gráfico anterior se muestra como sería la instalación tipo de un sistema ADSL, como se puede observar el filtro se encuentra a la entrada de la línea telefónica del domicilio de donde salen dos cables: uno para voz y otro algo mejor para el módem ADSL.

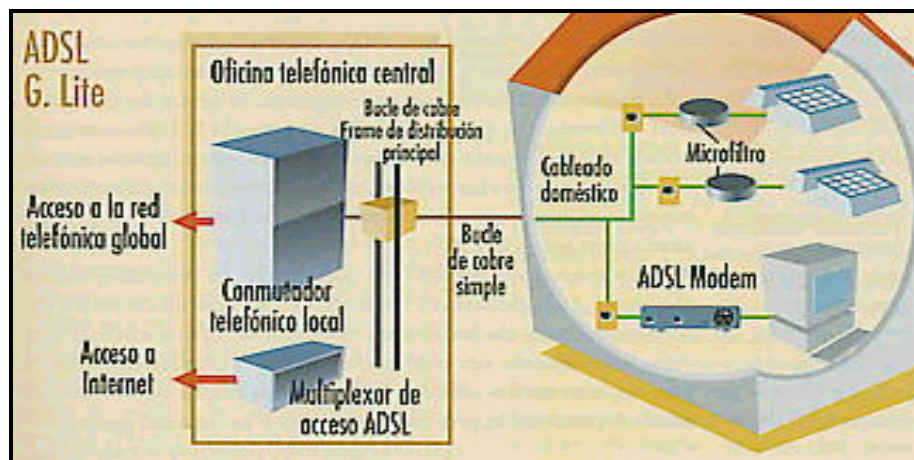


Fig. 12.10 Instalación de un modem ADSL G lite

En el gráfico anterior se muestra la tecnología ADSL G.Lite hace uso de unos micro filtros de esta forma evita a la compañía telefónica tener que

instalar un filtro en el domicilio del abonado. La forma de separar los dos canales es utilizando micro filtros en el cable que va desde el conector de la pared hasta el aparato telefónico.

Sin embargo las ventajas de la versión G.Lite se traducen también en algún inconveniente ya que al tener que utilizar el mismo cableado tanto para voz como para datos a lo largo de la instalación telefónica pueden producirse interferencia en el módem ADSL G.Lite, de hecho puede darse el caso de aparatos telefónicos que modulan las señales de voz en banda alta produciéndose interferencias en el módem, y también el caso contrario, es decir que el módem ADSL recoja señales de voz y puedan ser oídas como tales.

En estos casos basta con instalar unos pequeños microfiltro de paso bajo entre el conector de la pared y el teléfono para que de esta manera se eliminen las frecuencias altas que provienen de la transmisión ADSL. La instalación de estos filtros puede ser realizada por el usuario y no incrementan en exceso el precio final del equipo.

12.8 ATENUACION Y LIMITACION

- 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.
- En el caso del "ADSL lite" la (mala) calidad del cableado en el domicilio del usuario puede afectar negativamente el funcionamiento del sistema.
- Los módems ADSL son caros, con la introducción del estándar ADSL Lite los precios bajan considerablemente, pero tardarán todavía. Es previsible que la compañía ofrezca el módem en alquiler, igual que lo hacen las compañías de cable, pero esto influiría en la cuota mensual.

- Algunos usuarios se encuentran a más de 5,5 Km de una central telefónica.
- A veces a distancias menores no es posible la conexión por problemas del bucle (empalmes, etc.).
- No es posible asegurar a priori la disponibilidad del servicio ni el caudal máximo disponible, hay que hacer pruebas para cada caso.
- ADSL sufre interferencias por emisiones de radio de AM (onda media y onda larga).

12.9 INTERFACES JERARQUICAS PARA SDH

SDH y SONET son estándares para usar medios de comunicación ópticos como transporte físico para alta velocidad, estos soportan datos de alta velocidad, su topología tipo anillo bidireccional proporciona redundancia en caso de falla.

La Calidad de Servicio, capacidades y agregación de varias velocidades hacen la opción preferida para acceso metropolitano.

12.9.1 R STM - 1

R-STM-1E es un multiplexor basado en SDH, puede ser establecido en nodos de acceso tal como en multiplexores terminales (TM) ó multiplexores (ADM), operando hasta un alcance de 60 Km, creando una transmisión completamente compatible con redes SDH nacionales y regionales, el puerto es completamente compatible con señales PDH 34/45 Mbps.

El tamaño compacto y el bajo consumo de energía del R-STM-1E permite fácil instalación en Rack ó pared depende donde el usuario establezca.

El R-STM-1 facilita la administración centralizada a las redes de acceso, la administración de la red centralizada incluye la administración de canales para comunicación con equipos de acceso remoto, permitiendo la construcción de una flexible, sensible y optima red de acceso SDH para atender las necesidades del cliente.

La señal de salida de 2 Mbps puede ser resincronizada por el reloj del multiplexor, eliminando el desfase y creando una señal exacta.

CARACTERISTICAS

- Soluciones de transmisión SDH para acceso a redes
- Redes de cable coaxial o fibra óptica tienen interfaces para rangos hasta los 60 Km.
- Bajo consumo de poder y alta confiabilidad
- Optimizado para instalaciones para gabinetes al aire libre (exteriores)
- Administración centralizada incluyendo configuración, servicio, ejecución, seguridad

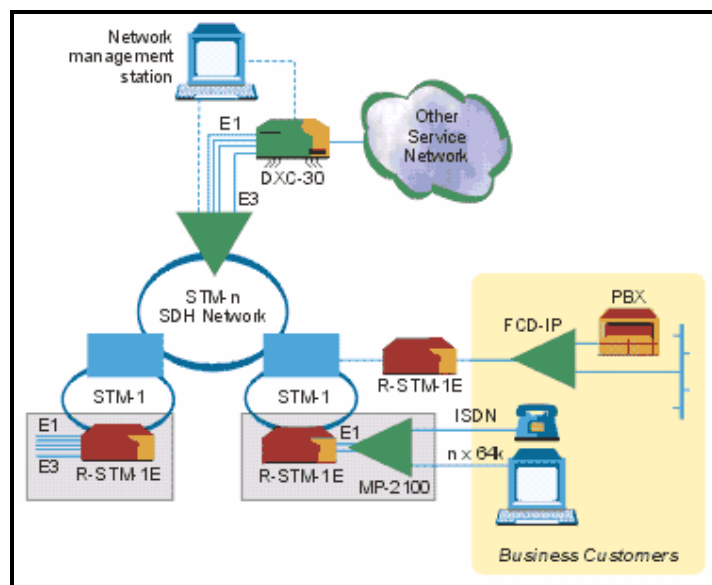


Fig. 12.11 Multiplexor R STM - 1

12.9.2 DXC STM -1

El DXC STM-1 es una versión híbrida de multiplexor R STM-1 y el DXC-30, ensamblado en un chasis integrado simple. Las aplicaciones de los dos sistemas, el DXC y el multiplexor ADM de SDH son compatibles.

El DXC STM-1 puede ser desplegado en nodos de acceso tales como terminales multiplexores ó multiplexores ADM, habilitando una expansión del bucle del abonado a 60 Km, creando un nivel de transmisión completamente compatible con redes SDH nacionales y regionales.

Este tipo de multiplexores posee las siguientes características

Redundancia

El DXC STM-1 provee de máxima redundancia y flexibilidad de protección para proveer lo que cada usuario necesita y minimizar el

tiempo improductivo, la protección STM-1 cumple con los estándares de transmisión SDH,

Unidad Básica

El DXC-STM – 1 incorpora el multiplexor R STM – 1 y el DXC – 30 en un chasis de 7 HU de alto, combinando en una simple e integrada unidad las capacidades de un multiplexor R STM – 1 o un multiplexor ADM.

Aplicaciones

En adición a las típicas aplicaciones de DXC, el DXC STM – 1 también sirve para una solución de redes de acceso.

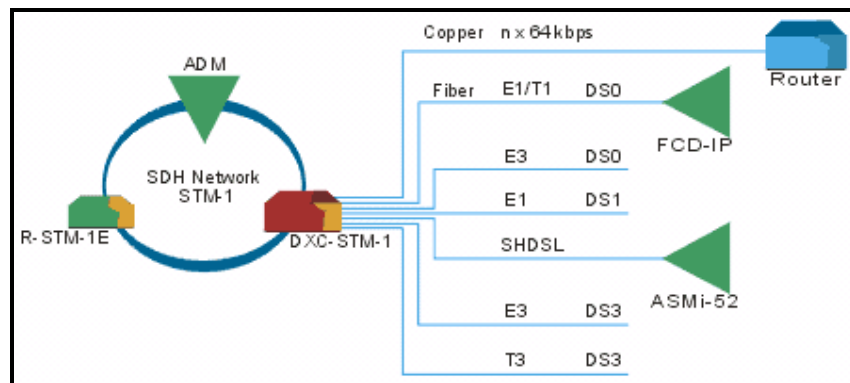


Fig. 12.12 Multiplexor DXC STM - 1

CAPITULO 13

TECNICA DE MODULACION

13.1 INTRODUCCION

El cable de cobre que va desde la casa del usuario a la central de la compañía telefónica puede transmitir un mayor rango de frecuencias que los 4 Khz. utilizados para el tráfico analógico de voz, generalmente el cable es capaz de transmitir frecuencias de hasta 1 Mhz dada la longitud actual entre 4 Km. y 6 Km. sin embargo el problema a altas frecuencias es la gran perdida de señal y que las líneas son susceptibles a mayor ruido.

Debido a estas pérdidas de señal al ruido y a problemas de interferencias, las compañías telefónicas limitan el espectro que utiliza el tráfico analógico a 4 KHz.

Las compañías telefónicas usan tarjetas de línea entre sus conmutadores en las centrales para convertir las señales analógicas y digitales de su sistema. La señal analógica va desde la casa al conmutador, la señal digital se transmite por la red de la compañía. Las tarjetas de línea conversoras de analógico a digital hacen un muestreo de la señal 8000 veces por segundo (8 KHZ), por ello la mayor frecuencias que permiten es de 4 KHZ .

Existe dos tipos de modulación :

- (CAP) Modulación de fase / amplitud sin portadora.
- (DMT) Tecnología de multitonos discreta.

CAP y DMT usan distintas estrategias para usar las frecuencias altas necesarias para enviar datos a la velocidad de transferencias efectiva de los sistema xdsl.

13.2 CAP (Modulación de fase / amplitud sin portadora)

El ADSL utiliza como técnica de codificación QAM (Modulación en amplitud de cuadratura), que consiste en una combinación de modulación de amplitud y cambios de fase.

La CAP se basa en la Modulación de Fase / Amplitud Cuadrática (QAM) se ha utilizado en los módems desde hace mas de 20 años, en lugar de subdividir el espectro de 1 MHZ en canales discreto de 4 KHZ, CAP usa

todo el canal y utiliza la modulación en amplitud y el desplazamiento en frecuencias de la señal.

Para ilustrar el funcionamiento de QAM consideremos el caso en que se codifican 3 bits por baudio (en el ADSL se codifica un número mucho mayor de bits por baudio), en este caso se pueden representar 8 combinaciones binarias, todas las que se pueden hacer con el mencionado número de bits.

Se usarán 4 posibles cambios de fase y dos medidas de amplitud 1 y 2, que se representan en la siguiente tabla:

Ternas de Bits	Amplitud	Cambio de Fase
000	1	Ninguno
001	2	Ninguno
010	1	$\frac{1}{4}$
011	2	$\frac{1}{4}$
100	1	$\frac{1}{2}$
101	2	$\frac{1}{2}$
110	1	$\frac{3}{4}$
111	2	$\frac{3}{4}$

Tabla IV. Codificación de bites en modulación CAP

Así si se tiene la siguiente secuencia de bits:

001010100011101000011110

Primero se divide la secuencia en subcadenas de 3 bits

001-010-100-011-101-000-011-110

Ahora lo que se debe hacer es imaginar cómo lucirá la señal resultante recordando que el cambio de cada onda es relativo a la onda anterior, para hacer el gráfico se deben usar los valores de la tabla.

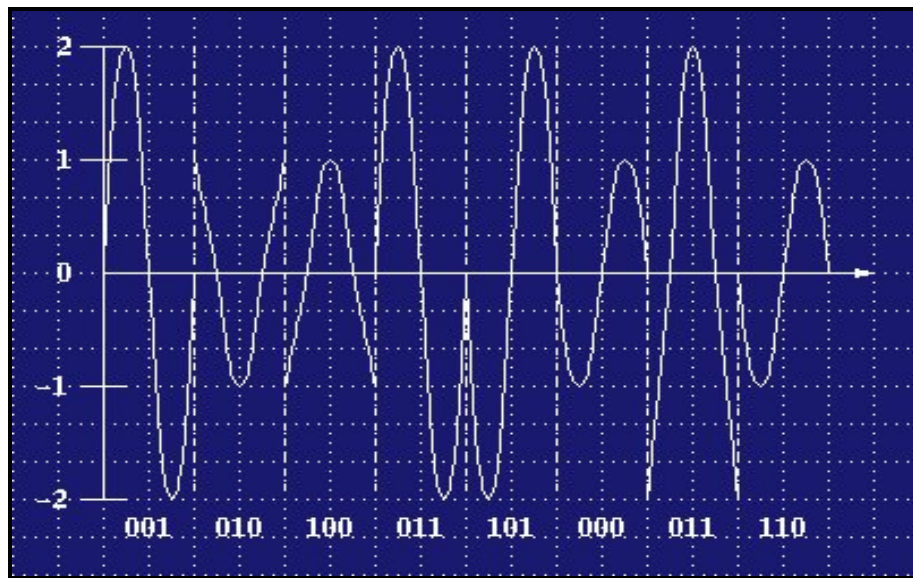


Fig. 13.1 Codificación en QAM

QAM que es una modulación combinación de modulaciones por amplitud (AM) y por fase (PM), esta puede alcanzar teóricamente a transmitir 15-bits por baudio.

El uso de Transformada de Fourier es considerado como un tanto sub estandarizado para otras transformaciones ortogonales tales como transformaciones de onda discretas para mejorar el trabajo de aislar los

espectros de frecuencias individuales. La Transformada de Fourier es elegida por su eficiencia computacional.

Los principales inconvenientes de esta modulación son:

- El uso de la transformada de Fourier que, al introducir armónicos adicionales que no transportan información, consumen potencia y ancho de banda innecesarias
- Su elevado coste
- Su gran complejidad

CAP resulta más sencillo de llevar a cabo y los equipo CAP ya se han usado muchos intentos anteriores; sin embargo, CAP utiliza tecnología propietaria y es más susceptible al ruido. DMT por otro lado es más resistentes en líneas ruidosas y se basa en un estándar ANSI, sin embargo desde el principio le falta el apoyo de las principales compañías telefónicas cosa que ha cambiado desde entonces.

13.3 DMT (Tecnología de multitonos discreta)

DMT es similar a la múltiplex acción por división en frecuencias (FDM) en la que el espectro disponible de 1 Mhz de la línea telefónica de par trenzado se divide en canales de 4 Khz, la idea básica es dividir la parte de altas frecuencias del espectro la que esta por encima de los 4 KHZ habituales en componentes denominados sub canales y enviar datos por cada uno de estos componentes del espectro de acuerdo con su capacidad para transmitir la señal. Los componentes (buenos) transmitirán mas bits, lo que sufran mayor ruido transmitirán menos o

ninguno, lo bueno es que un canal se mide por su relación señal / ruido, de esta forma xDSL evita la degradación de la señal y los problemas de ruido del uso de altas frecuencias.

Los bits de datos se distribuyen por los diferentes canales para evitar los problemas de ruido o interferencias que puedan encontrarse en esta parte del espectro, de esta forma los canales susceptibles de tener mucho ruido se evita; por ello DMT es mas robusto que CAP cuando existe ruido en las líneas.

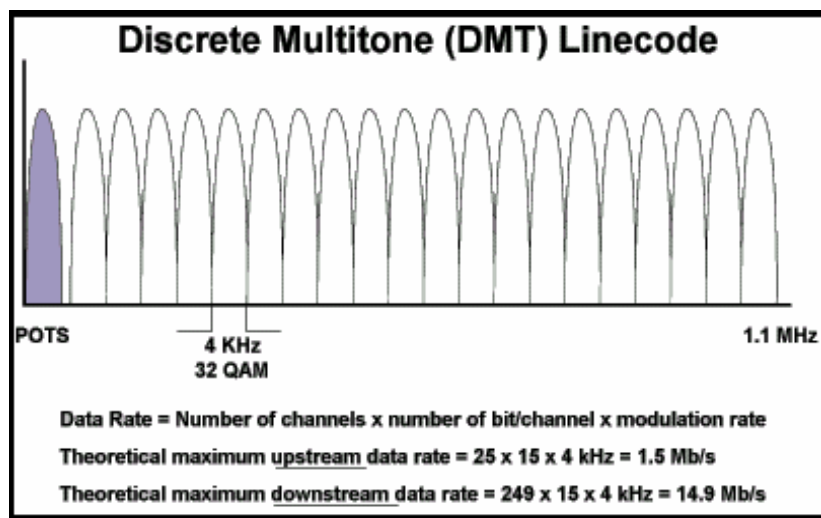


Fig. 13.2 Modulación DMT División del espectro en 256 subfrecuencias

En una primera etapa coexistieron dos técnicas de modulación para el ADSL: CAP y DMT, finalmente los organismos de estandarización (ANSI, e ITU) han aceptado la solución DMT.

DMT consiste básicamente en el empleo de múltiples portadoras en lugar de sólo una que es lo que se hace en los módems de banda local, 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 4,3125KHz, 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 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 estriba en que el ATU-C dispone de hasta 256 sub portadoras mientras que el ATU-R sólo puede disponer como máximo de 32.

La modulación de ADSL es realmente complicada 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 bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se desarrolla sobre un DSP.

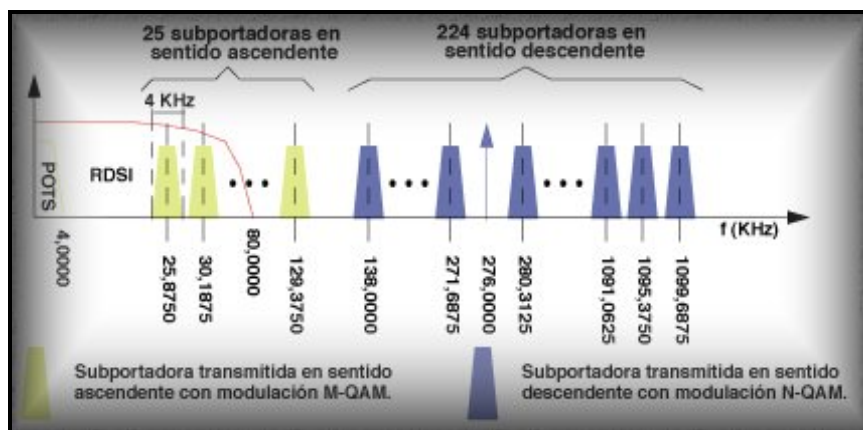


Fig. 13.3 Modulación ADSL DMT con FDM

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

En la Fig. 13.3, la Modulación ADSL DMT con FDM se muestran los espectros de las señales transmitidas por los módems ADSL tanto en sentido ascendente como descendente, como se puede apreciar los espectros nunca se solapan con la banda reservada para el servicio telefónico básico (POTS), y en cambio sí que se solapan con los correspondientes al acceso básico RDSI, por ello el ADSL y el acceso básico RDSI son incompatibles.

En un par de cobre, la atenuación crece a medida que aumenta la frecuencia de las señales transmitidas, y cuanto mayor es la longitud del bucle tanto mayor es la atenuación total que sufren las señales transmitidas, ambos aspectos explican que el caudal máximo que se puede conseguir mediante los módems ADSL varíe en función de la longitud del bucle de abonado.

13.4 COMPARACION GENERAL ENTRE CAP Y DMT

DMT demuestra superioridad en muchos aspectos:

- Optimización intrínseca de los sub canales (ADSL adaptativo).
- Monitoreo activo de las características de la línea.
- El más alto nivel de flexibilidad en cuanto a las velocidades de datos.
- Superior inmunidad ante el ruido para velocidades de datos más altas.
- DMT podría ser utilizada donde la técnica CAP aún no trabaja.
- La granularidad en la técnica DMT es típicamente de 32 kbps, mientras que en CAP es generalmente de 340 kbps.
- Ambas técnicas trabajan muy bien (aunque existen evidencias concretas de que DMT trabaja mejor en varios tipos de líneas reales).
- La tecnología CAP presenta ventajas sobre DMT en algunas áreas pero el ANSI se decidió por la técnica DMT y en general existe un consenso sobre su superioridad.
- Los patrocinadores de CAP trabajan por incluir la optimización intrínseca de los subcanales y mejorar los aspectos de ecualización.

13.5 CONSIDERACIONES DE XDSL Y SU COSTE.

xDSL es una tecnología de los próximos años que ofrece a los usuarios acceso de alta velocidad, el que las promesas de la tecnología xDSL se convierten en realidad depende de la capacidad de los proveedores de servicios de Internet y las compañías telefónicas para desarrollar estos servicios y de las tarifas que carguen por ellos.

CONCLUSIONES

- Existe una gama amplia de tecnologías de transmisión digital a velocidades altas para hacer frente a las demandas crecientes de nuevos servicios de comunicaciones de banda ancha.
- Los pares de cobre de la red telefónica constituyen una alternativa técnica y económicamente ventajosa para pasar al despliegue gradual de las fibras ópticas.
- La elección de una u otra tecnología está condicionada, fundamentalmente por el tipo de servicio a prestar, cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas relativas que deben ser evaluadas en cada caso.
- ADSL aparece como la mejor tecnología de optimización, porque los proveedores ya tienen soluciones, los estándares están desarrollados y la idea de un modem es aun muy familiar.
- La tecnología mas usada en ADSL es CAP pero DMT probablemente lo supera por sus ventajas técnicas y el estándar.
- En el futuro todas estas tecnologías coexistirán como lo hacen hoy el radio, el cine, y el televisor, y del conocimiento que tengamos de ellas dependerá nuestro criterio y decisiones como integradores de tecnologías de información.

- La red de infraestructura SDH es actualmente una de las redes mas confiable en el mundo de las comunicaciones, por ser soportada sobre fibra óptica proporcionando así alta velocidad de transportar información, también una gran ventaja de esta red es que posee un estándar para las jerarquías de diferentes países.
- En las redes SDH el acceso de portadoras de nivel inferior a las redes de alta velocidad no es compleja como lo era con la tecnología PDH en donde había que realizar varios pasos para multiplexar ó demultiplexar una señal.

RECOMENDACIONES

- En la actualidad donde existe alta demanda al acceso de Internet es recomendable el uso de la tecnología DSL por cuanto aprovecha la infraestructura ya instalada y brinda mayor velocidad para el acceso a Internet.
- Dentro de las diferentes tecnologías DSL que existen en el mercado, la mas aconsejable es la tecnología ADSL, debido a su fácil instalación y por brindar un mayor ancho de banda para acceder a toda clase de servicio de multimedia a través de acceso telefónicos tradicionales .
- Debido a la alta confiabilidad que proporcionan las redes de transporte SDH, se tiende a qua mayor cantidad de usuarios usen esta tecnología ya que como se dijo anteriormente permite acoplar las diferentes jerarquías usadas en el mundo entero.

ANEXOS

RECOMENDACIONES DE LA ITU-T RELATIVAS A LOS SISTEMAS SDH

- G.703:** Características físicas / eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas
- G.707:** Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona (SDH)
- G.772:** Puntos de supervisión protegidos de los sistemas de transmisión digital
- G.774:** Modelo de información de gestión de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red
 - G.774.01:** Supervisión de la calidad de funcionamiento de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red.
 - G.774.02:** Configuración de la estructura de cabida útil de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red.
 - G.774.03:** Gestión de la protección de secciones de multiplexación de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red.
 - G.774.04:** Gestión de la protección de conexiones de subred de la jerarquía digital síncrona desde el punto de vista de los elementos de red.
 - G.774.05:** Gestión en la jerarquía digital síncrona de la funcionalidad de supervisión de la conexión de orden superior e inferior desde el punto de vista de los elementos de red.

- G.780:** Vocabulario de términos para redes y equipos de la jerarquía digital síncrona.
- G.783:** Características de los bloques funcionales de los equipos de la jerarquía digital síncrona (sustituye a la versión 01/94 de G.781, G-782 y G.783).
- G.784:** Gestión de la jerarquía digital síncrona.
- G.803:** Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona.
- G.810:** Definiciones y terminología para las redes de sincronización.
- G.81 1:** Requisitos de temporización en las salidas de relojes de referencia primarios adecuados para la explotación plesiócrona de enlaces digitales internacionales.
- G.813:** Características de temporización de los relojes subordinados de los equipos de la jerarquía digital síncrona (SEC).
- G.825:** Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona.
- G.826:** Parámetros y objetivos de características de error para trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionen a la velocidad primaria o a velocidades superiores.
- G.831:** Capacidades de gestión de las redes de transporte basadas en la jerarquía digital Síncrona.
- G.832:** Transporte de elementos SDH en redes PDH.

- G.841:** Tipos y características de las arquitecturas de protección de las redes SDH.
- G.842:** Interfuncionamiento de las arquitecturas de protección de las redes SDH.
- G.957:** Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital Síncrona.
- G.958:** Sistemas de líneas digitales basados en la jerarquía digital síncrona para su uso en cables de fibra óptica.
- M.21 01:** Límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos y secciones múltiplex de la jerarquía digital síncrona.
- M.21 10:** Puesta en servicio de trayectos, secciones y sistemas internacionales de transmisión.
- M.2120:** Detección y localización de fallos en trayectos, secciones y sistemas de transmisión digital
- 0.150:** Requisitos generales para la instrumentación de mediciones de la calidad de funcionamiento de equipos de transmisión digital
- 0.17s:** Equipos de medida de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase para sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona.
- 0.181:** Equipo de medición para determinar la característica de error en las interfaces de módulo de transporte síncrono de nivel N.

ACRONIMOS

ADM	Add / Drop Multiplexer (Multiplexor ADM)
ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital Asimétrica)
AIS	Señal de indicación de alarma
ANSI	American National Standards Institute (Instituto de Normalizaciones Nacional Americano)
AM:	Amplitude Modulation (Amplitud Modulada)
ATM	Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona)
ATU-C	ADSL Termination Unit - Central Office (Unidad de Terminación ADSL-Central)
ATU-R	ADSL Termination Unit - Remote (Unidad de Terminación ADSL-Remota)
AU	Unidad Administrativa
AU - N	Unidad Administrativa de Orden N
AUG	Grupo de Unidades Administrativas
C	Container (Contenedor)

CAP	Carrierless Amplitude / Phase Modulation (Modulación Fase / Amplitud sin Portadora)
C - n	Container (Contenedor de orden "n")
CCITT	International Consultative Committee on Telegraphy and Telephony (Comité de Consultas Internacional en Telegrafía y Telefonía)
CLEC	Competitive Local Exchange Carriers
CMIP	Protocolo Común de Información de Gestión
DCC	Data Communication Channel (Canal de Comunicación de Datos)
DMT	Discrete Multitone Technology (Tecnología de Multitonos Discretos)
DSL	Digital Subscriber Line (Línea Digital del abonado)
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor de Acceso a las Líneas de Abonado Digital)
DSP	Digital Signal Processor (Procesador de Señales Digitales)
DWDM	Multiplexación densa por división de longitud de onda
DXC	Transconectores Digitales
E1	Red digital de alta velocidad de 2.048 Mbps (estándar europeo)

ECSA	Exchange Carriers Standards Association
FDM	Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencia)
FFT	Transformada rápida de Fourier
ft	pie (unidad de longitud, 1 ft = 30.48cm)
Gbps	Giga bits por segundo
Hz	Hertz (Unidad de Frecuencia)
IFFT	Transformada rápida de Fourier inversa
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional para Normalizaciones)
ISP	Proveedor de Servicio de Internet
ITU	International Telecommunication Union (Unión de Telecomunicaciones Internacional)
Kbps	Kilo bits por segundo
LAN	Local Area Network (Red de Area Local)
LOS	Perdida de señal
Mbps	Mega bits por segundo

MSOH	Multiplexer section overhead (Cabecera de Sección de Multiplexores)
OAM&P	Operación, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento
OSI	Open Systems Interconnection (Interconexión de Sistemas Abiertos)
PBX	Private Branch Exchange (Centralita de Extensiones Telefónicas)
PC	Personal Computer (Computador Personal)
PCM	Pulse Code Modulation (Modulación por Código de Pulsos)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy(Jerarquía Digital Pleosíncrona)
PM:	Phase Modulation (Fase Modulada)
POH	Path over head (Trayecto de Sección)
POTS	Plain Old Telephone Service (Servicio Telefónico Analógico)
PTR	Puntero
PTR AU	Puntero de Unidad Administrativa
PTR-TU	Puntero de Unidad Tributaria
QAM	Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de Amplitud en Cuadratura)

RDI	Indicación de defecto remoto.
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RSOH	Regenerator section overhead (Cabecera de Sección de Regeneradores)
SDH	Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Sincrónica)
SNMP	Protocolo Simple de Gestión de Red
SOH	Section Over Heat (Tara de Sección)
SO/DM	Sistemas de Operaciones ó Dispositivos de Mediación
SONET	Synchronous Optical Network (Red Optica Sincrónica)
STM	Synchronous Transport Module (Módulo de Transporte Sincrónico)
STM-N	Synchronous Transport Module (Módulo de Transporte Síncrono de Nivel "N")
T1	Red digital de alta velocidad de 1.544Mbps(estándar americano)
T3	Red digital de alta velocidad de 44.736Mbps(estándar americano)
TCP	Transmission Control Protocol (Protocolo De Control de Transmisión)
TDM	Time Division Multiplexing (Multiplexación por División en el Tiempo)

TM	Multiplexor Terminal
TMN	Telecommunication Management Network(Red de Gestión de Telecomunicaciones)
TU	Unidades Tributarias
TU N	Unidades Tributaria de orden N
TUG	Grupo de Unidades Tributarias
TUG - N	Grupo de Unidades Tributarias de Orden N
URL	Uniform Resource Locator (Localizador de recurso uniforme)
VC	Virtual Container (Contenedor Virtual)
VC-N	Virtual Container (Contenedor Virtual de orden N)
VOD	Video Bajo Demanda
WAN	Wide Area Network (Red de Area Amplia)
xDSL	x-Type Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de Tipo x)

BIBLIOGRAFIA

- Redes de Computadoras
Andrew S. Tanenbaum (Tercera Edición)
Prentice – Hall Hispanoamericana S.A (1997)
- Sistemas de Comunicaciones Electrónicas
Wayne Tomasi (Segunda Edición)
Prentice – Hall Hispanoamericana S.A (1996)
- Comunicaciones y Redes de Computadoras
William Stallings (Quinta Edición)
Prentice – Hall Hispanoamericana S.A (1997)
- Gestión de Conectividad Remota
Salvatore Salamone (Primera Edición)
Mc Graw Hill Interamericana (1998)
- Páginas Web
www.rad.com
www.alcatel.com