

T
621.38E
GUI
C-2



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

**“INSTALACION, PRUEBA Y OPERACION DE UNA
APLICACION DSL”**

TOPICO ESPECIAL DE GRADUACION

Previo a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:

Paúl Antonio Guillén Navarrete
Johnny Douglas Lino Panchana
Silvia Alexandra Yépez Cobos

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2003



D-32096

CIB

AGRADECIMIENTO

A quienes hicieron posible la culminación de este proyecto,
por el aporte de sus conocimientos y tiempo brindado.

Ing. César Yépez Flores
Ing. Carlos Nieto
Ing. Pedro Amador

DEDICATORIA

Quiero dedicarle el presente trabajo a Dios, a mis padres Gilberto y Nancy, a mi hermano Jhony y al ángel que me guía desde el cielo, Paola. Gracias por haberme apoyado siempre y por hacer de mi la persona que soy, los amo. A Elena, porque has sabido ser mi enamorada, amiga y consejera. A toda mi familia, por ser una fuente constante de aliento. Y a Silvia y Johnny, mis compañeros de proyecto y muy buenos amigos.

-- Paúl Guillén N.

Dedico esta tesis a mis padres, Raúl y Janneth, a mi hermana Alexandra, y a mi sobrina Gabriela, que aunque por la distancia que existe entre nosotros, siempre me apoyaron, me dieron ánimo moral y espiritual. Al grupo de amigos que hicieron posible se lleve a cabo la realización del tópico, y sobretodo, a mis amigos Paúl y Silvia.

-- Johnny Lino P.

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la oportunidad de culminar una etapa más de mi vida. A mis padres César y Pilar, por haberme enseñado, más que con palabras con el ejemplo, el significado de las palabras: "responsabilidad", "profesionalismo" y "superación". A mis hermanos César, Rubén, María del Carmen, Héctor y Mónica quienes han sido un muy alto incentivo en toda mi carrera, por su ayuda y confianza en mí. Y a mis compañeros y también amigos Johnny y Paúl.

-- Silvia Yépez C.

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Norman Chootong
SUB-DECANO DE LA FIEC



Ing. César Yépez
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Juan Carlos Avilés
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).



Paúl Guillén Navarrete



Johnny Lino Panchana



Silvia Yépez Cobos

RESUMEN

En este proyecto se demostrarán las principales ventajas del servicio DSL, es decir, se comprobará que se puede tener una conexión de datos a alta velocidad sobre el par de cobre y que se puede mantener esta conexión de datos al mismo tiempo que se conserva el servicio de voz sobre la misma línea telefónica. Esto hace de DSL una fuerte competidora para otros servicios de banda ancha.

Como conocimientos generales tenemos los conceptos básicos de algunas tecnologías de DSL pero cabe señalar que aunque hablaremos de algunos de estos tipos de DSL, en la actualidad existen y siguen apareciendo variaciones de esta tecnología que no son muy difundidas en el mercado. De hecho en nuestro medio DSL es más utilizada a nivel corporativo que a nivel residencial.

Con el fin de comprobar los beneficios que tiene DSL, se diseñó y construyó un pequeño laboratorio procurando simular los elementos que constituyen una red DSL. Dichos elementos se estudiarán en el transcurso de este proyecto, enfocándonos particularmente en el lado del usuario. Es decir, estudiaremos la instalación, configuración, manejo y monitoreo del módem DSL, la configuración del computador personal y las interconexiones necesarias entre los equipos del usuario.

Finalmente se estableció el canal de voz y se verificó el correcto funcionamiento del mismo, demostrando que éste no se vea afectado por el canal de datos.

INDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE FIGURA.....	XIV
INTRODUCCION.....	1

CAPITULO 1

INTRODUCCION A DSL.....	2
1.1. Como nació dsl.....	2
1.2. Categorías dsl.....	5
1.2.1. Dsl simétrico.....	8
1.2.1.1. Idsl.....	8
1.2.1.2. Hdsl.....	8
1.2.1.3. Sdsl (hds12).....	9
1.2.2. Dsl asimétrico.....	9
1.2.2.1. Adsl g.dmt.....	9
1.2.2.2. Adsl g.lite.....	
1.2.2.3. Radsl.....	
1.2.2.4. Vdsl.....	11



1.3. Ventajas de la tecnología dsl.....	11
1.4. Desventajas de la tecnología dsl.....	13

CAPITULO 2

TIPOS DE MODULACION EMPLEADAS EN DSL.....	14
2.1 Modulación 2B1Q.....	14
2.2 Modulación CAP.....	15
2.3 Modulación DMT.....	16

CAPITULO 3

ESTRUCTURA DE UNA RED DSL.....	21
3.1 Red telefónica.....	21
3.1.1 Planta interna.....	21
3.1.2 Planta externa.....	22
3.1.3 Red primaria.....	23
3.1.4 Red secundaria.....	24
3.2 Componentes necesarios en una red dsl.....	25
3.2.1 Dslam.....	25
3.2.2 Par de cobre.....	28
3.2.2.1 Ruido interno.....	29
3.2.2.2 Ruido externo.....	29
3.2.3 Splitter.....	30
3.2.4 Modem dsl remoto.....	32
3.3 Aplicaciones	34
3.3.1 Aplicación genérica.....	34

3.3.2	Aplicación doméstica.....	34
3.3.3	Aplicación corporativa.....	35
3.3.4	Aplicación en condominios.....	36

CAPITULO 4

DSLAM	37
4.1 Especificaciones físicas del DSLAM.....	37
4.1.1 Versión de 12 puertos y 24 puertos.....	37
4.2 Características físicas.....	38
4.3 Panel frontal.....	38
4.3.1 Indicadores leds para suscriptores (puertos sds)	39
4.3.2 Botón de reset.....	40
4.3.3 Indicadores leds para puerto ethernet.....	40
4.3.4 Indicadores leds para puertos T1.....	40
4.3.5 Indicadores leds para alarma.....	41
4.4 Panel posterior.....	42
4.4.1 Puertos de administración.....	42
4.4.2 Interfaces T1.....	42
4.4.3 Interfaces suscriptoras SDSL.....	43
4.5 Cables y asignación de pines.....	43
4.5.1 Cable RJ-48C.....	44
4.5.2 Cable Telco.....	44
4.5.3 Cable de consola.....	47

CAPITULO 5

MODEM DSL REMOTO.....	48
5.1 Especificaciones físicas del PL-200	48
5.1.1 Panel frontal.....	48
5.1.1.1 Indicadores leds.....	48
5.1.2 Panel posterior.....	50
5.1.2.1 Puertos e interfaces.....	50
5.2 Conectores, cables y asignación de pines.....	50
5.2.1 Pinout del puerto ethernet.....	50
5.2.2 Pinout del puerto RS-232.....	52
5.2.3 Pinout del puerto dsl.....	53
5.3 Características funcionales del PL-200.....	54
5.3.1 Operación de Router.....	54
5.3.2 Operación de Frame Relay.....	56
5.3.3 Configuración vía browser (EdgeBrowser)	56
5.3.4 Configuración vía consola (CLI)	56
5.4 Instalación del PL-200.....	56
5.5 Configuración del PL_200.....	57
5.5.1 Configuración vía browser.....	58
5.5.2 Configuración vía command line interface (CLI)	65

CAPITULO 6

CONFIGURACION DEL COMPUTADOR PERSONAL.....	70
6.1 Configuración de la dirección IP.....	70



6.2 Configuración de la puerta de enlace.....	72
---	----

CAPITULO 7

RESULTADOS DE LABORATORIO.....	75
---------------------------------------	-----------

7.1 Verificación del servicio de datos.....	75
---	----

7.1.1 Establecimiento del enlace.....	75
---------------------------------------	----

7.1.2 Verificación de la configuración del módem.....	76
---	----

7.1.3 Verificación del estado del módem.....	78
--	----

7.1.4 Verificación de conectividad IP.....	79
--	----

7.1.5 Verificación de la velocidad del enlace.....	80
--	----

7.2 Verificación de servicio de voz.....	80
--	----

7.3 Solución a problemas.....	81
-------------------------------	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
--	-----------

ANEXO

Diagrama de la red DSL.....	88
-----------------------------	----

ACRONIMOS.....	91
-----------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA.....	94
--------------------------	-----------

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1	Modulación de señal digital en señal analógica	3
Fig. 1.2	Distribución del ancho de banda	7
Fig. 2.1	Código 2B1Q (primer bit indica polaridad, segundo bit indica valor de voltaje).	14
Fig. 2.2	Modulación DMT.....	17
Fig. 3.1	Diagrama de conexión de un DSLAM.....	26
Fig. 3.2	Par de cobre.....	28
Fig. 3.3	Ruido externo producido en un par de cobre.....	29
Fig. 3.4	Ubicación de un splitter en una red DSL.....	30
Fig. 3.5	Función de un splitter.....	31
Fig. 3.6	Arreglo de splitters por usuario.....	32
Fig. 3.7	Módem DSL remoto.....	33
Fig. 3.8	Esquema genérico para aplicaciones DSL.....	34
Fig. 3.9	Esquema doméstico para aplicación DSL.....	35
Fig. 3.10	Esquema corporativo para aplicación DSL.....	36
Fig. 3.11	Esquema para condominios.....	36
Fig. 4.1	PL-1014 Vista Frontal.....	38
Fig. 4.2	PL-1014 Vista Posterior.....	42
Fig. 4.3	Cable Telco de 50 pines.....	44
Fig. 5.1	PL-200 Vista Frontal.....	48
Fig. 5.2	PL-200 Vista Posterior.....	50
Fig. 5.3	Conector RJ45.....	51
Fig. 5.4	Conexión directa de módem a Pc.....	51
Fig. 5.5	Conexión de Hub a Pc.....	51
Fig. 5.6	Cable punto a punto DB-9.....	52
Fig. 5.7	Conexión del módem a la línea telefónica.....	54
Fig. 5.8	Instalación del módem DSL.....	57
Fig. 5.9	Pantalla inicial del EdgeBrowser.....	59

Fig. 5.10 Configuración de IP LAN vía Browser.....	60
Fig. 5.11 Tabla de IP WAN.....	61
Fig. 5.12 Configuración de IP WAN vía Browser.....	62
Fig. 5.13 Tabla de Rutas.....	63
Fig. 5.14 Configuración de rutas estáticas vía browser.....	64
Fig. 5.15 Parámetros para el puerto serial.....	65
Fig. 5.16 Inicio de la sesión hipertérminal.....	66
Fig. 5.17 Configuración IP LAN vía Consola.....	67
Fig. 5.18 Configuración IP WAN vía Consola.....	68
Fig. 5.19 Configuración de ruta estática vía consola.....	69
Fig. 6.1 Ventana de Entorno de Red.....	71
Fig. 6.2 Ventana de protocolos de red.....	71
Fig. 6.3 Configuración de la dirección IP en la PC.....	72
Fig. 6.4 Configuración de la Puerta de Enlace.....	73
Fig. 7.1 Establecimiento del enlace.....	75
Fig. 7.2 Prueba de conectividad IP.....	79

INDICE DE TABLAS

Tabla I.	Distribución del ancho de banda para ADSL G.dmt.....	10
Tabla II.	Distribución del ancho de banda para ADSL G.lite.....	10
Tabla III.	Indicadores leds para suscriptores.....	39
Tabla IV.	Indicadores leds para puerto Ethernet.....	40
Tabla V.	Indicadores leds para puertos T1.....	40
Tabla VI.	Indicadores de estado de alarma.....	41
Tabla VII.	Puertos de Administración.....	42
Tabla VIII.	Interfaces T1.....	43
Tabla IX.	Interfaces suscriptoras.....	43
Tabla X.	Pinout para puertos T1 co44 conector RJ48C.....	44
Tabla XI.	Código de colores y número de pin para el cable Telco.....	45
Tabla XII.	Señalización y pinout de puerto de consola.....	47
Tabla XIII.	Indicadores de estado de led.....	49
Tabla XIV.	Pinout de conector RJ45.....	52
Tabla XV.	Pinout de cable de consola.....	53
Tabla XVI.	Pinout del puerto DSL.....	53



INTRODUCCION

La comunicación ha sido una de las necesidades fundamentales de los seres humanos, desde el simple hecho de poder enviar una carta, pasando por el actual sistema telefónico que conecta al mundo entero, hasta llegar a niveles tan avanzados como el Internet, a través del cual se puede transmitir texto, voz, audio y video.

La explosión en la demanda por nuevos servicios es el factor definitivo en el desarrollo de tecnologías de transmisión de voz y datos de hoy en día. Los usuarios requieren actualmente de servicios que necesitan gran ancho de banda, como lo son acceso a Internet, Intranet, teleconmutación (acceso a servicios de oficina desde el hogar) y acceso remoto entre redes LAN. Afortunadamente, las nuevas tecnologías proveen soluciones de gran ancho de banda sobre la red telefónica de cobre existente, permitiendo a los carriers de telecomunicación y a las compañías que poseen redes privadas de cobre, cubrir sus demandas y requerimientos sin necesidad del recableado costoso, evitando así un gasto innecesario y reduciendo el tiempo de implementación. Los beneficios de este renacimiento tecnológico son inmensos.

Los proveedores de redes de servicios pueden ofrecer nuevos servicios de avanzada de inmediato, incrementando las ganancias y complementando la satisfacción de los usuarios. Los costos de inversión son relativamente bajos, especialmente comparados con los costos de recableado de la planta instalada de cobre. Adicionalmente, la facilidad en la instalación de los equipos DSL permite la reducción de costos por tiempo de instalación para la puesta en marcha de los nuevos servicios. Por ello DSL bien podría ser una opción dentro de las soluciones residenciales que combine alta velocidad y bajo costo.

CAPITULO 1

INTRODUCCION A DSL

1.1 COMO NACIO DSL

Sin duda alguna, entre los medios de comunicaciones, fue el teléfono el primero en lograr un alto nivel de difusión a nivel mundial. Básicamente la red telefónica está constituida por tendidos de cable (par trenzado) de cobre, que inicialmente fueron concebidos para transportar la señal de voz generada por las llamadas telefónicas. El único tipo de comunicación que había que manejar era la voz humana, que no requería de un grán ancho de banda.

Debido a las características de la voz, el ancho de banda necesario para representarla con poca pérdida de entendibilidad oscila entre 300 y 3400 Hz, es por ello que en las primeras tecnologías de transmisión de datos se utilizó este ancho de banda para modular la señal digital proveniente de los computadores en señal analógica que pudiera ser transmitida a

través de la red telefónica como lo indica la figura 1.1. El inconveniente de usar el ancho de banda de la voz para transmitir datos es que no se pueden lograr grandes velocidades de transmisión.

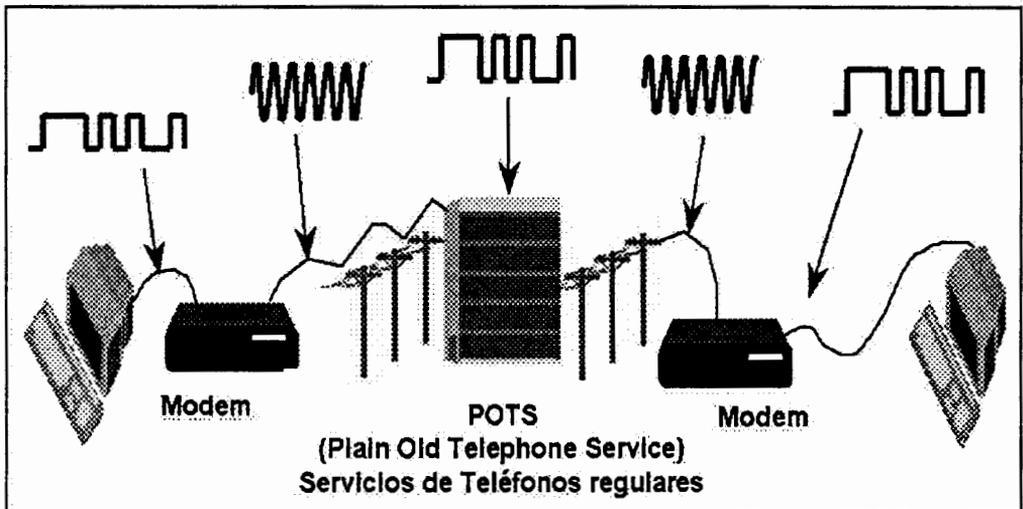


Fig. 1.1 Modulación de señal digital en señal analógica

En comunicaciones, la velocidad es una de esas cosas en las que nunca mucho es suficiente. Hace unos años, 2400 bps era considerada una velocidad bastante respetable. Luego aparecieron aplicaciones interactivas y las primeras conexiones de redes LAN remotas, que llevaron dicho nivel de aceptabilidad a velocidades de 9600 y 14400 bps. Luego aparecieron Internet y la World Wide Web, con sus transferencias de imágenes y sonidos, y la velocidad debió subir a 28800 y 33600 bps. Pero estas velocidades no son suficientes para aplicaciones multimedia interactivas o para transmitir vídeo con una buena resolución.

Con el paso del tiempo, el aumento en la velocidad de transmisión se hacía cada vez más necesaria para poder responder a las exigencias de la tecnología. En un principio se pensó que debían utilizarse otros medios de transmisión distintos a la del cable de cobre para lograr

transmisiones más rápidas, fue así como surgen la fibra óptica, microondas, entre otras, que ofrecen mejores anchos de banda para la transmisión de datos.

No fue sino hasta finales de los 80's que Joseph W. Lechleider, ingeniero de Telcordia, propuso la utilización de la línea telefónica ordinaria de un modo más óptimo, argumentando que para distancias cortas, desde los teléfonos hasta su respectiva central telefónica, se podía aprovechar el ancho de banda del cable que no es usado al transmitir señales de voz.

La técnica de transmisión introducida por Lechleider fue denominada Digital Subscriber Line (DSL), en español, Línea de Abonado Digital. Hasta ese entonces entre los mundos de transmisión de datos y de voz ha existido una significativa incompatibilidad en las redes de acceso; suscribirse a servicios diferentes requiere típicamente líneas de acceso separadas para el hogar o la oficina. Un trabajador a distancia que opere desde el hogar a una oficina, puede tener una línea telefónica para acceso de 28.8 kbps a la Internet, una línea para transmisiones de fax, una línea telefónica para voz y algún tipo de conexión dedicada a la red de área local (LAN) empresarial. El acceso a la Internet o algún otro tipo de servicio, tal como video por demanda vía DirectTV, etc., podría requerir otra línea o juego de líneas.

La convergencia de estos dos mundos continúa siendo el obstáculo a superar. Las redes de voz se sustentan en los breves tiempos de espera y los trozos de amplitud de banda de 64 kbps no están bien adaptados para la transmisión de datos. Por el contrario, la latencia impredecible y los retardos de transferencia de las redes de datos no están diseñados para transmitir voz. Dadas estas diferencias, tanto los proveedores de equipos como los de servicios han tenido dificultades para crear y ofrecer

productos y servicios que combinen los dos en un solo paquete integrado. Sin embargo, cabe esperar que la integración pueda ocurrir y en efecto ocurre, gracias a las tecnologías de línea de abonado digital.

En términos simples, DSL utiliza algoritmos de codificación de línea avanzados para dividir efectivamente el espectro entre voz y datos en alambres telefónicos de cobre. El resultado final es que los proveedores de servicio pueden proporcionar velocidades de datos de múltiples megabits mientras dejan intactos los servicios de voz; todo en una sola línea. DSL conecta dos mundos -voz y datos- facilitando las actividades simultáneas por una sola línea física de acceso.

Los servicios basados en DSL se están posicionando como una solución para el acceso de banda ancha de datos tanto en los mercados comerciales como residenciales. Aunque la capacidad para acomodar simultáneamente voz y datos es uno de los principales beneficios de DSL, también resulta atractiva porque aprovecha la infraestructura actual de telecomunicaciones. Con millones de líneas telefónicas en el mundo, DSL puede ofrecer a los proveedores de servicio una oportunidad de suministrar paquetes que incluyan voz y datos, sin necesidad de enfrentarse a un proceso costoso y largo de actualización de infraestructura.

1.2 CATEGORIAS DSL

Para una aplicación residencial típica, los requisitos de ancho de banda son asimétricos, ya que la característica más importante es un alto ancho de banda descendente. Por eso, el usuario residencial típico no necesita en realidad el rendimiento adicional de un servicio simétrico. Esto significa que los servicios residenciales deben valorarse con relación al



flujo del tráfico descendente. Una excepción a esta regla es la del teletrabajador que trabaja de forma remota, lejos de su oficina; en general, necesitan de acceso simétrico (en las dos vías) para la conexión a los servidores con las aplicaciones de trabajo y el uso permanente del correo electrónico.

El usuario de empresa también es diferente, ya que utiliza una gran variedad de aplicaciones dentro de un grupo de usuarios. Por ejemplo, algunos clientes pueden utilizar más aplicaciones asimétricas como en el caso de búsqueda de información que implica una constante descarga de documentos. Estos usuarios pueden parecer similares a los usuarios residenciales en que el ancho de banda de flujo descendente les resulta más importante que el ascendente (aunque es posible que necesiten más capacidad que el usuario residencial típico).

Otros usuarios de empresa que utilizan líneas DSL para conectarse a servidores Web requieren de un gran ancho de banda ascendente y descendente para el transporte de los servicios de comercio electrónico y de contenido, el almacenamiento de información o para la comunicación con sus colegas y socios. Cada cliente tiene requisitos individuales que dependen de las aplicaciones y servicios que utiliza. Mediante el análisis de las aplicaciones y servicios utilizados, es posible definir las demandas de ancho de banda.

Por ello DSL provee configuraciones *asimétricas* y *simétricas* para soportar requerimientos de ancho de banda en uno ó dos sentidos.

Se refiere a configuraciones *simétricas* si el canal de ancho de banda necesario o provisto es el mismo en las dos direcciones ("upstream": sentido cliente-red, y "downstream": sentido red-cliente). Aplicaciones

asimétricas son esas en las cuales las necesidades de ancho de banda son mayores en una dirección que en la otra. Por ejemplo, para "navegar" en el WWW, se requiere de un ancho de banda muy pequeño desde el cliente hasta su proveedor, dado que solamente se requiere lo necesario para pasar información de control y generalmente con algunos Kbps basta. Mientras que en el otro sentido (desde el proveedor hasta el cliente), el ancho de banda requerido se podría expresar en Mbps. Esto lo podemos ver representado en la figura 1.2.

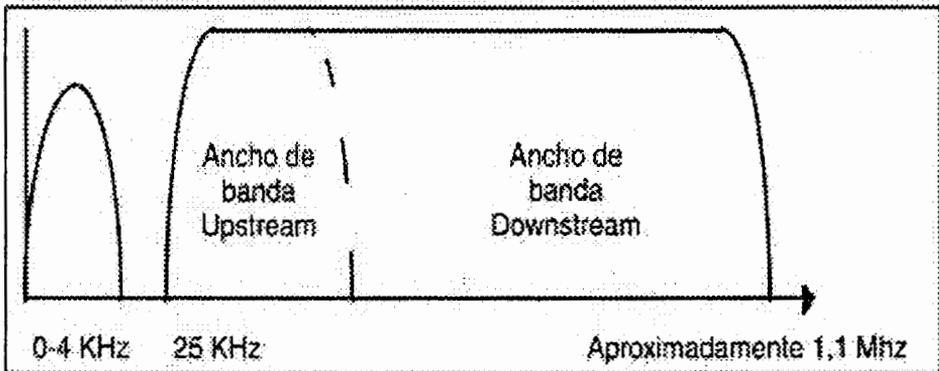


Fig. 1.2 Distribución del ancho de banda

Los siguientes términos se refieren a la manera en que el ancho de banda de transmisión es configurado y usado para soportar las necesidades del cliente.

- DSL:** Digital Subscriber Line.
- IDSL:** ISDN DSL.
- HDSL:** High-bit-rate Digital Subscriber Line.
- SDSL:** Symmetric Digital Subscriber Line.
- ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line.
- RADSL:** Rate Adaptative Digital Subscriber Line.
- VDSL:** Very High-bit-rate Digital Subscriber Line.

1.2.1 DSL SIMETRICO

A este grupo pertenecen: IDSL, HDSL, SDSL (HDSL2).

1.2.1.1 IDSL

ISDN DSL (DSL para RDSI). Esta técnica toma el acceso básico (BRI) de la RDSI, compuesto por los canales 2B+D, que opera a 144 Kbps (dos canales B a 64 Kbps cada uno y un canal D a 16 Kbps), y lo desvía del conmutador de voz de la Red Telefónica Conmutada para dirigirlo a los equipos DSL; por ello IDSL no causa congestión del conmutador en la Oficina Central del Proveedor de Servicios, es más económico y más rápido. IDSL funciona sobre una línea telefónica dedicada (conexión permanente) que sirve sólo para conectarse a Internet, además a diferencia de ISDN, no requiere establecimiento de llamada alguna. IDSL puede cubrir hasta 5.5 Km.

1.2.1.2 HDSL

HDSL opera a 1.544 Mbps (la velocidad de un T1), y a 2.048 Mbps (la velocidad de un E1). Ambas velocidades son simétricas. El HDSL original a 1.544 Mbps utilizaba 2 pares de cobre y se extendía hasta 4.5 Km. El HDSL a 2.048 Mbps necesitaba 3 pares para la misma distancia. Las últimas versiones de HDSL, conocidas como HDSL2, emplean sólo un par de hilos.

1.2.1.3 SDSL (HDSL2)

Es la versión de HDSL para transmisión sobre un único par, que soporta simultáneamente la transmisión de tramas T1 y E1 y el servicio básico

telefónico, por lo que resulta muy interesante para el mercado residencial. SDSL sería ideal para ofrecer acceso a alta velocidad a las instalaciones del abonado individual para aplicaciones como LAN remota o acceso a Internet. SDSL tiene su tope en los 3 Km.

1.2.2 DSL ASIMETRICO

A este grupo pertenecen: G.dmt, G.lite, RADSL, VDSL.

1.2.2.1 ADSL G.dmt

Esta categoría usa 1.1 MHz del ancho de banda del cable de cobre y lo divide en tres segmentos mostrados en la tabla I.

Rango de Frecuencias (KHz)	Descripción
0KHz – 4KHz	Rango para voz
26KHz – 138KHz	Rango upstream
138KHz – 1.1MHz	Rango downstream

Tabla I. Distribución del ancho de banda para ADSL G.dmt

De esta forma es factible el uso de voz y datos simultáneamente. ADSL G.dmt puede ofrecer una velocidad de 8 Mbps en sentido downstream y 1.5 Mbps en sentido upstream a una distancia de 3 a 4 Km.

1.2.2.2 ADSL G.lite

Esta categoría usa 550 KHz de ancho de banda distribuidos según como lo indica la tabla II.

Rango de Frecuencias (KHz)	Descripción
0KHz – 4KHz	Rango para voz
26KHz – 138KHz	Rango upstream
138KHz – 550KHz	Rango downstream

Tabla II. Distribución del ancho de banda para ADSL G.lite

ADSL G.lite está limitada a una distancia de 8 Km y puede ofrecer velocidades mayores a 4 Mbps en sentido downstream y 512 Kbps en sentido upstream.

1.2.2.3 RADSL

Puede ofrecer una velocidad de 7 Mbps en sentido downstream y 1.5 Mbps en sentido upstream. Utiliza modulación DMT, por lo que puede adaptarse a cambios en las condiciones de la línea y ajustar las velocidades por separado para maximizar el rendimiento de cada línea individual.

Esto quiere decir que a pesar de que la calidad de la línea baje la conexión se mantiene con las características del momento y se evita la pérdida de la conexión.

1.2.2.4 VDSL

Las velocidades que ofrece esta tecnología son las más altas posibles, pero con un alcance de solo 300 y 1300 m sobre un par de cobre trenzado. Esto no es un problema para VDSL ya que espera encontrar una red de fibra en ese punto. Con VDSL podemos lograr velocidades

de 13 a 52 Mbps en sentido downstream y de 1.5 Mbps a 2.3 Mbps en sentido upstream.

1.3 VENTAJAS DE LA TECNOLOGIA DSL

DSL presenta las siguientes ventajas:

- Capacidad simultánea de voz/fax e Internet sobre una única línea telefónica. Esto es, proporcionar soporte de servicio telefónico sin impacto alguno en la capacidad de procesamiento de datos, garantizando dicho servicio; incluso cuando falla el suministro de energía del módem.
- Mucho más rápido que un módem estándar (de 56K). Mejora las prestaciones de los módems convencionales, pues podemos obtener altas velocidades y mayor seguridad de datos (superando incluso a los módems de cable), minimizando así el riesgo de colapso.
- No existe la espera de la conexión de acceso telefónico. Esto permite estar siempre "en línea" o con conectividad a tiempo completo. Además el servicio telefónico está disponible durante la conexión, es decir que no se pierden las llamadas entrantes.
- Tarifa plana. Independientemente del uso que se haga del enlace, el usuario pagará una cuota fija mensual.
- Solución económica para clientes. Sean estos residenciales, pequeñas empresas, o corporativos; dado que se utiliza la red de líneas telefónicas existente. Por ello se elimina la necesidad de

instalar cualquier otro medio en el bucle de abonado para suministrar servicios de alta velocidad.

- Reducción de la espera en las descargas de Internet. Debido a las grandes velocidades que maneja xDSL.
- Mejora en el manejo de aplicaciones en línea. Los servicios xDSL aportan nuevas posibilidades de acceso de alta capacidad para soportar una gran variedad de aplicaciones, desde multimedia a interconexión de redes de área local, correo electrónico, comercio electrónico, etc.
- Solución económica para ISP's. Es una solución a tener en cuenta por parte de los Proveedores de Servicios de Internet que día a día necesitan proporcionar mejores prestaciones de velocidad y servicios a sus clientes a bajo costo.
- Seguridad. xDSL es inherentemente más seguro ya que proporciona un servicio dedicado sobre una única línea telefónica. Las escuchas clandestinas intencionadas requieren invadir la propia línea y conocer la configuración del módem establecida durante la inicialización, no es imposible, pero si más difícil.

1.4 DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGIA DSL

En DSL se presentan las siguientes desventajas:

- Existen limitaciones en cuanto a la longitud del cable. Esto debido a que dependiendo del tipo de DSL instalado podremos alcanzar

menores o mayores distancias desde el usuario a la central (de 3.5 a 5.5 Km como máximo).

- No todas las líneas pueden ofrecer este servicio. Por ejemplo las que se encuentren en muy mal estado.
- Los módems xDSL son caros. Mientras sea una tecnología nueva el coste mensual del servicio es considerablemente elevado para un usuario normal.
- Posibilidad de aparecer monopolios. Por ser las telefónicas las dueñas de la red de cobre existente.

CAPITULO 2

TIPOS DE MODULACION EMPLEADAS EN DSL

2.1 MODULACION 2B1Q

La codificación de línea 2B1Q, se ideó para ser utilizada con IDSL (ISDN DSL). Este es un código de línea de cuatro niveles (por eso se conoce como cuaternario) que representa dos bits binarios (2B) como un símbolo de un conjunto de cuatro posibles (1Q). Ver figura 2.1.

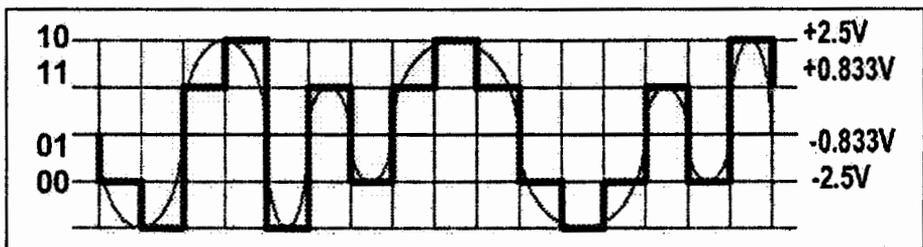


Fig. 2.1 Código 2B1Q (primer bit indica polaridad, segundo bit indica valor de voltaje).

La codificación de línea 2B1Q se consideró una gran mejora sobre la codificación de línea original de la T1, que era denominada bipolar AMI (Alternate Mark Inversión – Inversión Alternada), ya que 2B1Q codificaba dos bits en lugar de sólo uno con cada nivel de la señal (baudio). Eso también significa que un moderno enlace RDSI que opere con un acceso básico (BRI) a 160 Kbps funciona a 80.000 símbolos por segundo (80 Kbaudios) en lugar de 160 Kbaudios.

2.2 MODULACION CAP

Varios de los mayores fabricantes de los equipos ADSL utilizan CAP como código de línea. El código de línea simplemente determina cómo se envían los ceros y los unos desde el módem remoto hacia el concentrador y viceversa, pero esto no quiere decir que el código de línea no sea importante. Un código de línea ideal debería funcionar bien bajo unas condiciones de línea por debajo de la ideales, incluyendo la presencia de ruido, diafonías, y deterioros, como ramas multipladas y combinación de diferentes calibres en los bucles.

CAP es un pariente cercano de un método de codificación conocido como Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM). De hecho, matemáticamente son prácticamente idénticos, y los ingenieros se refieren a ellos en los mismos términos. Probablemente la mejor descripción de CAP sea la de QAM sin portadora. Dado que la portadora no transmite información, es común en una serie de códigos de línea no enviar ninguna portadora y reconstruir electrónicamente en el destino. Esto hace que la técnica sea sin portadora o, más exactamente, con portadora suprimida.

La supresión de la portadora requiere más dispositivos electrónicos en el dispositivo final que los que necesitaría QAM, pero los componentes electrónicos son ahora mucho más baratos que hace unos años, por lo que podemos ver a CAP como un QAM mejorado.

QAM establecía constelaciones basándose en dos valores de la señal recibida: amplitud y diferencia de fase. Cualquier punto determinado por una amplitud y una diferencia de fase determinadas, representa una secuencia de bits concreta (por ejemplo, 0001 o 0101). CAP es, básicamente, un tipo de modulación QAM en la que la constelación es de rotación libre (dado que no hay una portadora que la fije en un valor determinado). Un elemento en el sistema CAP llamado función de rotación determina los puntos (y por tanto los valores de los bits) de la constelación QAM. Por tanto, para obtener CAP de una modulación QAM solo se necesita añadir una función de rotación al receptor y suprimir la portadora en el emisor.

CAP utiliza la totalidad del ancho de banda del bucle local (excepto los 4 KHz en la banda base de la voz analógica) para enviar de una vez todos los bits. En otras palabras, no existen subportadoras, ni subcanales de los que preocuparse. La operación full duplex se logra mediante FDM, cancelación de eco, o ambas; pero hasta hoy la mayoría de los productos CAP han utilizado la FDM. CAP, debido principalmente a sus raíces QAM, es una tecnología madura, desarrollada, estable y bien conocida.

2.3 MODULACION DMT

Se han producido dispositivos ADSL que utilizan QAM, CAP y DMT como códigos de línea. De todos modos, el estándar oficial para ADSL es DMT. Aunque a menudo se habla de DMT como una tecnología "más

moderna” que CAP y QAM, lo cierto es que DMT fue inventada hace años por los Laboratorios Bell. Nunca hasta ahora se había implementado DMT por diferentes razones, una de las cuales era que CAP y QAM eran suficientes para los propósitos normales en materia de telecomunicaciones durante esos años.

DMT trabaja dividiendo el ancho de banda del bucle local en un gran número de subcanales separados a igual distancia unos de otros. Técnicamente, se denominan subportadoras, pero mucha gente los sigue llamando subcanales. Por encima de la banda reservada a la señalización analógica, este ancho de banda se extiende normalmente hasta los 1.10 MHz y se encuentra dividido en 256 subcanales, comenzando en los 0 Hz. Cada canal ocupa 4.31 KHz, dando como resultado un ancho de banda total de 1.10 MHz en el bucle local. Algunos de los subcanales son especiales, y otros no se utilizan. Por ejemplo, el canal número 64 en los 276 KHz se encuentra reservado para una señal piloto. La figura 2.2 nos enseña como ocurre esta división en subportadoras o subcanales.

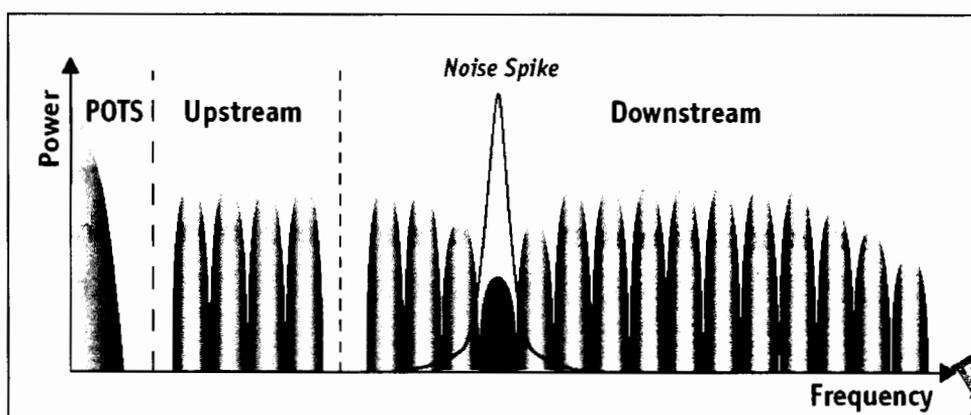


Fig. 2.2 Modulación DMT

La mayoría de los sistemas DMT utilizan solo 249 o 250 subcanales para la información. Los subcanales más bajos, normalmente desde el número 1 al 6, se reservan para la banda dedicada a la voz analógica. Dado que $6 \text{ por } 4.31 \text{ es } 25.86 \text{ KHz}$, es normal ver los 25 KHz como punto de partida para los servicios ADSL. Se puede observar que se deja una gran zona de guarda para la voz analógica y las señales DMT. Además, la atenuación de la señal en los canales más altos, del número 250 en adelante, es tan grande que es difícil utilizarlos para transmitir información en bucle de una longitud considerable.

Existen 32 canales upstream, o en sentido ascendente, comenzando normalmente en el canal número 7, y 250 canales downstream, o en sentido descendente, lo que proporciona a ADSL su característico ancho de banda asimétrico. Cada uno de los canales de 4.31 KHz, por supuesto, y solo cuando se utiliza la cancelación de eco pueden existir los 250 subcanales downstream. Cuando solo se usa FDM para el control de eco, normalmente hay 32 canales upstream y solo 218 o menos canales downstream, dado que no pueden solaparse. Los canales upstream ocupan la parte más baja del espectro por dos razones. Primero, la atenuación es menor a estas bajas frecuencias, y los transmisores de los usuarios normalmente transmiten menos potencia que los transmisores de las centrales locales. Segundo, existe más ruido en la central local, con el peligro de diafonía que ello supone, por lo que sólo tiene sentido utilizar las bajas frecuencias para las señales upstream.

Cuando los dispositivos ADSL que emplean DMT se encuentran activados, cada uno de los subcanales es probado por los dispositivos finales para observar la atenuación. En la práctica actual, la "prueba" es un complejo proceso de negociación y el parámetro utilizado es la

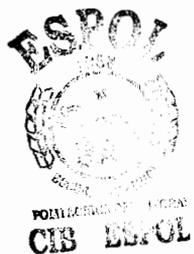
ganancia (lo recíproco a la atenuación). También se mide el ruido presente en cada uno de los subcanales.

Todos los subcanales se utilizan para transferir información, como se mencionó anteriormente. Algunos se encuentran reservados para funciones de gestión de la red y de medidas de rendimiento. Por ejemplo, en dirección downstream, sólo 249 de los 256 disponibles son utilizados normalmente para transferencia de información.

Normalmente cada uno de los numerosos subcanales emplea su propia técnica de codificación basada en QAM. Esto puede sonar algo raro, viendo el afán que muestran los distribuidores cuando se trata de distinguir entre CAP / QAM y DMT. No obstante, es obvio que hay algo de QAM en DMT. El atractivo real de DMT no radica en las diferencias con respecto a CAP y a QAM, sino en que, basándose en la monitorización y el rendimiento de DMT, algunos subcanales transportarán más bits por baudio que otros. La cantidad total de datos transmitidos es la suma de todos los bits QAM enviados a través de todos los subcanales activos (algunos pueden estar completamente desactivados).

Además, todos los subcanales se monitorizan constantemente en busca de errores. La velocidad de un subcanal individual o de un grupo de subcanales puede variar, dando a DMT una granularidad de 32 Kbps. En otras palabras, un dispositivo DMT podría funcionar a 768 Kbps o a 736 Kbps (esto es, 32 Kbps menos), dependiendo de las condiciones ambientales o de operación. Sólo como comparación, los dispositivos CAP normalmente ofrecen una granularidad de 340 Kbps (768 Kbps o 428 Kbps), aunque el QAM puro puede ofrecer granularidades de hasta 1 bps, lo que significa que no hay nada que limite técnicamente a CAP /

QAM para que tenga una granularidad u otra. De hecho algunos fabricantes de equipos ADSL basados en CAP, han anunciado granularidades de 32 Kbps, e incluso capacidades RADSL en sus últimos productos. Debería apuntarse que estos productos CAP RADSL modifican su espectro cuando la velocidad cambia y solucionar el asunto de la compatibilidad espectral se convierte en un gran problema.



CAPITULO 3

ESTRUCTURA DE UNA RED DSL

3.1 RED TELEFONICA

Un sistema de telecomunicación contiene esencialmente dos partes fundamentales conocidas como: Planta Interna y Planta Externa.

3.1.1 PLANTA INTERNA

Comprende el edificio de la central telefónica que incluye el equipo de conmutación, la planta de potencia, el banco de baterías, el distribuidor principal y sala de mufas.

El distribuidor principal es un armazón de hierro que contiene un conjunto de regletas horizontales y verticales, y diferentes dispositivos de protección como lo son los fusibles. Las regletas horizontales permiten dar la numeración de los teléfonos en forma ordenada. Las regletas verticales permiten conectar los cables por medio de dispositivos de

conexión y es en ellas donde se encuentran las protecciones adecuadas. Las regletas verticales se encuentran en la parte frontal del distribuidor y en la parte posterior las horizontales. Hablando generalmente las regletas horizontales son las que se utilizan para la conexión de números telefónicos que vienen de los equipos de conmutación y las regletas verticales a los pares primarios que van hacia planta externa. La conexión entre regletas se realiza por medio de puentes de alambre flexible que pueden conectar cualquier número de la regleta horizontal hasta cualquier par de hilos de las regletas verticales.

Se llama sala de mufas al lugar en donde se unen los cables flexibles que vienen del distribuidor principal, específicamente de las regletas verticales con los cables que se irán a la parte externa de la central.

Generalmente la sala de mufas esta localizada en el sótano del edificio de las centrales. Los cables flexibles están en unidades de 100 pares. Reciben el nombre de botellas debido a que en la antigüedad los cables de plomo tenían sus mufas en forma de botella.

3.1.2 PLANTA EXTERNA

Se conoce como el conjunto de elementos que establecen la interconexión física entre la empresa suministradora de líneas telefónicas y el abonado (cliente, usuario). La planta externa comprende las regletas verticales del distribuidor principal, la sala de mufas y la canalización que lleva los cables principales.

La canalización tiene pozos que permiten efectuar los trabajos de instalación de los cables, empalmarlos y hacer las pruebas en general. Los cables subterráneos llegan a las cajas de distribución o armarios,

seguidamente a las cajas terminales y por último a la casa de los abonados.

Una línea telefónica, para abonados esta constituida por un circuito eléctrico a dos hilos, denominados normalmente como un par entre las centrales locales y el aparato del abonado.

Como tratar de instalar una línea telefónica por abonado resultaría imposible, se creó el cable multipar, el cual puede llevar varios pares hasta una determinada posición del proyecto entre la central local y el aparato telefónico. Al conjunto de cables que se utilizan con este fin se les llama RED.

El cable multipar es una de las partes más prioritarias dentro de la Planta Externa. Su función es la de realizar uniones físicas entre la central y los abonados, así como uniones entre centrales. Está compuesto por una serie de hilos de alambre aislados, que forman pares o cuadretes, según su constitución.

3.1.3 RED PRIMARIA

Es aquella que da continuidad eléctrica del distribuidor hasta la caja de distribución (armario).

La caja de distribución es la parte de la red telefónica utilizada dentro de una red flexible para establecer la unión entre la red primaria y la red secundaria por medio de una conexión con un cable bifilar o cable para puente.

3.1.4 RED SECUNDARIA

Es aquella que da continuidad eléctrica desde la caja de distribución (armario) hasta la caja terminal. Como puede verse el punto intermedio de este tipo de red lo constituye la caja de distribución o armario.

La caja terminal sirve para hacer la unión entre la red secundaria y la red del abonado, tiene por objeto disponer de pares lo más cerca posible de los abonados, para poder efectuar con rapidez su instalación. La capacidad de las cajas terminales es de 10, 20 y 25 pares de las redes flexibles y directas. Existen diferentes tipos de cajas terminales, pero básicamente se tienen cajas terminales con protección y sin protección.

El objetivo de la caja terminal con protección es la de proteger la línea de los abonados, los equipos de la central y los equipos de la red; contra las influencias electroatmosféricas.

La línea de abonado es aquella que nos sirve para dar continuidad eléctrica desde la caja terminal hasta el aparato telefónico del abonado.

El aparato telefónico es la parte final del servicio telefónico. Su función es la de transformar la corriente eléctrica, que viene en la línea a una señal audible de voz, generada en el otro extremo de la línea.

3.2 COMPONENTES NECESARIOS EN UNA RED DSL

3.2.1 DSLAM

El DSLAM es un equipo que alberga múltiples ATU-C (Adsl Termination Unit – Central Office). Lo que hace el DSLAM y la manera en como lo hace varia completamente según el fabricante. La mayoría de los

equipos DSLAM tienen una serie de características comunes, pero los equipos pueden variar en otros aspectos, en términos de números y velocidades (cantidad de puertos, cantidad de tarjetas, velocidad de acceso a la red).

Recordemos que el DSLAM ocupa una posición clave en la arquitectura global de DSL. Todo el tráfico hacia y desde los usuarios pasa a través del DSLAM. Todo el tráfico hacia y desde los servidores en la red tras el DSLAM debe pasar también a través de este. El DSLAM se coloca normalmente en la oficina central ya que es necesario tener acceso a los bucles locales. Esta posición donde está ubicado es la común cuando el proveedor del servicio es la propia empresa proveedora de la telefonía fija, y dueña del cableado, aunque son posibles otros tipos de proveedores de servicios DSL.

Podría ser de utilidad dividir la arquitectura de la red DSL en tres partes, especialmente desde la perspectiva del DSLAM. Este modelo es bastante común en la documentación de los distribuidores de equipos DSLAM. En este modelo, los ATU-R (Adsl Termination Unit - Remote), u otros dispositivos xDSL como las HTU-R (Hdsl Termination Unit - Remote), forman la parte del usuario del servicio de la red. La ATU-R, HTU-R y otras interfaces en el DSLAM forman la parte de proveedor de acceso a la red (NAP – Network Access Provider). La propia red de acceso y la red o redes donde se encuentran los servicios forman la parte del proveedor de servicios de red (NSP-Network Service Provider).

El papel central del DSLAM como NAP forma la conexión entre el usuario del servicio y el proveedor del servicio. Este modelo se muestra en la figura 3.1.

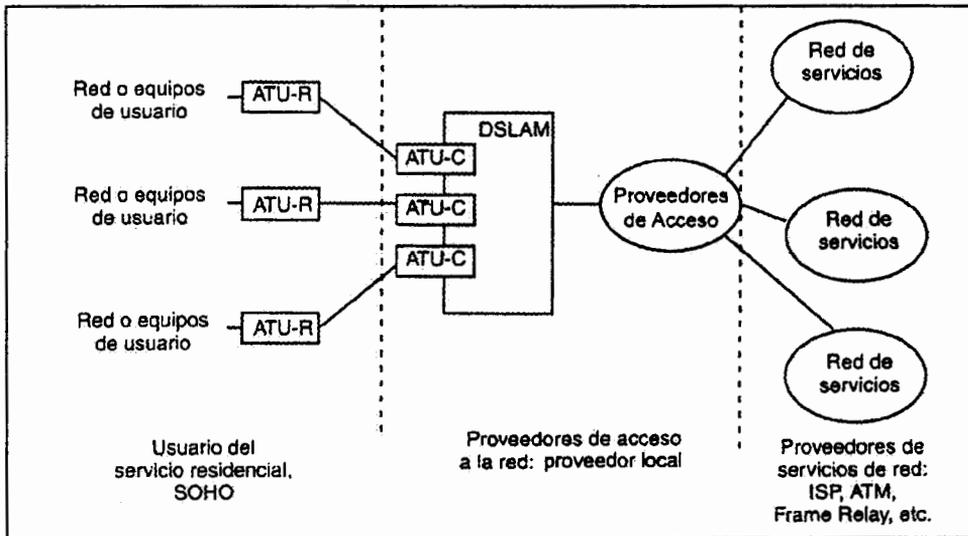


Fig. 3.1 Diagrama de conexión de un DSLAM

En la figura, el DSLAM hace algo más que alojar las ATU-C. En su forma más general, el DSLAM también incluye lo que se denomina en la figura red de acceso a los servicios. Esta red puede ser tan simple como un conmutador ATM o un enrutador IP, o tan complicada como una red completa en todos los sentidos. El tipo de red de acceso soportada depende del tipo de conectividad que ofrezca el fabricante del DSLAM.

El DSLAM es el nodo de acceso xDSL, pero el DSLAM es un dispositivo de propósito más general. Los fabricantes de DSLAM permiten a sus productos soportar no sólo ADSL, sino también otros tipos de DSL. Existen grandes DSLAM y pequeños DSLAM, diseñados para diferentes mercados y situaciones.

Un DSLAM da servicio a los bucles locales gracias a una tarjeta que contiene el software y el hardware para el código de línea y el tipo de DSL apropiado. Las tarjetas se agrupan en bandejas, las cuales normalmente comparten una toma de alimentación y pueden tener sus

propias capacidades de gestión de red. Las bandejas se albergan en el bastidor, o rack, que es la unidad básica del DSLAM. Esto quiere decir que el tamaño del bastidor determina la capacidad total del DSLAM. Casi todos los DSLAM soportan ADSL, RADSL, o ambos, con modulaciones CAP, DMT, o ambas. Además, muchos otros DSLAM soportaran tarjetas para HDSL, IDSL, SDSL, VDSL, y muchas otras variaciones, especialmente de HDSL. Cuando se utilizan estos otros tipos de DSL, el DSLAM empleará generalmente el código de línea 2B1Q o el CAP.

La conexión a la red de acceso será probablemente una conexión ethernet de 10 o 100 Mbps (10 Base T, 100 Base T). El DSLAM podría también realizar algunas funciones de bridging o enrutamiento. El DSLAM podría ser capaz de recibir celdas ATM o paquetes IP en la mayoría de los casos. En algunas ocasiones, se podría soportar otros protocolos, como el protocolo de paquetes de las redes Novell (IPX), el protocolo punto a punto de internet (PPP), Frame Relay (FR), y otros protocolos antiguos denominados NetBios y el protocolo de control del enlace de datos sincrónico (SDLC) de IBM, para redes SNA.

3.2.2 PAR DE COBRE

El par de cobre, mostrado en la figura 3.2 es el medio de transmisión usado en DSL. El par de cobre constituye lo que se conoce con el nombre de bucle local o de abonado. El bucle de abonado se refiere a la línea de acceso. Son enlaces utilizados para permitir a los usuarios el acceso a la central local y que han sido diseñados y optimizados para la voz. Los bucles locales tienen un ancho de banda restringido, lo que hace que sea complicado operar a velocidades de banda ancha. Sin embargo, las modulaciones empleadas en xDSL permiten obtener dichas

velocidades, a pesar que este factor se ve limitado por la distancia que existe entre la oficina central y el usuario.

Básicamente existen dos tipos de par de cobre: las aéreas (se caracteriza por ser robusta para soportar su peso y la tensión) y la subterránea (se caracteriza por ser flexible y debe soportar mayor grado de humedad).

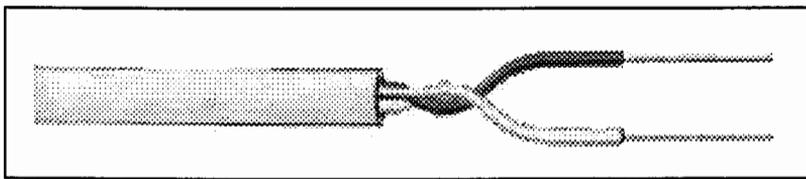


Fig. 3.2 Par de cobre

Sin embargo, el cable no es muy tolerante al ruido y éste es uno de los factores que afectan la calidad de la señal transmitida por el par de cobre. Entendemos por ruido toda señal no deseada que se suma a la señal transmitida. Podemos distinguir dos tipos de ruido, el interno y el externo.

3.2.2.1 RUIDO INTERNO

Es aquel generado por los componentes de nuestro circuito de transmisión y que podemos clasificar en:

Ruido térmico: que es el generado por el conductor y que en estos casos suele ser despreciable.

Ruido de equipos: es el ruido que añaden los equipos de comunicación. El más crítico es el que añade el receptor, puesto que la señal allí es muy débil.

3.2.2.2 RUIDO EXTERNO

Es el conjunto de señales perturbadoras que proceden de fuentes exteriores al circuito y que podemos catalogar en :

Diafonía: es el acoplo de una señal que viaja en otro par de cobre del mismo cable. Es muy molesta porque suele ser exactamente de la misma frecuencia y formato que nuestra propia señal. Considerando donde ha sido medida esta señal podemos distinguir entre paradiafonía y telediafonía, dichos efectos se los muestra en la figura 3.3.

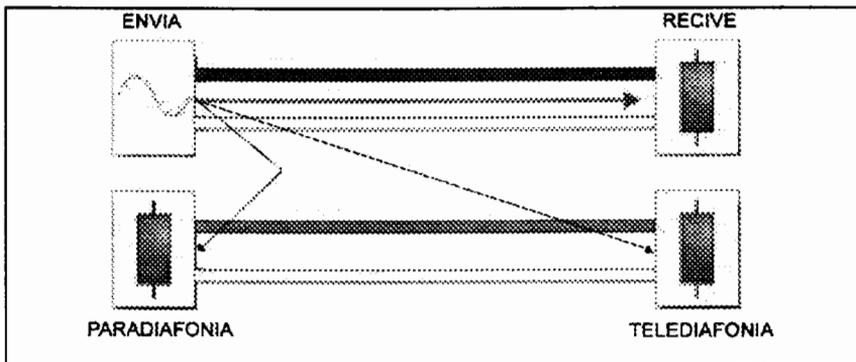


Fig. 3.3 Ruido externo producido en un par de cobre

Ruido impulsivo: Es el causado por el encendido y parado de motores o descargas de un fluorescente al encenderse y se caracteriza por ser blanco (plano en frecuencia), muy intenso y muy breve. En pocas palabras es un ruido que suele provocar muchos errores en un lapso pequeño de tiempo.

Radiación: Muchas señales radiadas pueden perturbar a nuestra señal pero son especialmente serias el resto de pares de cobre (produciendo diafonía) y las señales de radio AM que son muy intensas; cuyo espectro de emisión es de 560 a 1600 KHz. Respecto a la radiación de los pares

de cobre se debe añadir que además de ser mala porque perturba a pares vecinos, supone también una fuente de pérdidas importante; por esta razón, cuando las señales son de muy alta frecuencia (como en VDSL) se suele limitar la longitud de los cables y la potencia de emisión para así minimizar también la radiación y sus efectos.

3.2.3 SPLITTER

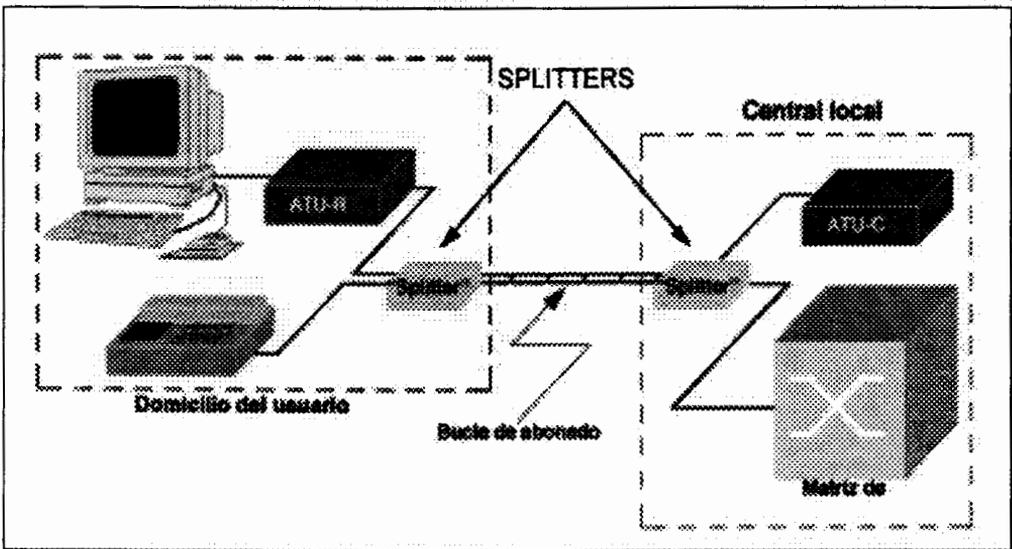


Fig.3.4 Ubicación de un Splitter en una red DSL

La misión del "splitter" (filtro pasa banda) es dividir la línea de entrada en dos líneas interiores tal como lo indica la figura 3.4. Una de ellas servirá para conectar los teléfonos y dispositivos convencionales (fax, contestador automático, etc.) y la otra línea será de datos (módem). En un caso se trata de señales analógicas (las del teléfono convencional) mientras que en el otro son señales digitales (las de datos). A diferencia del módem convencional, un módem DSL se debe conectar a la línea de datos que sale del splitter y no a la analógica.

Pero cómo es posible la separación de estas señales?. El splitter no es más que un conjunto de dos filtros: uno pasa alto y otro pasa bajo. La finalidad de estos filtros es la de separar las señales transmitidas por el bucle de modo que las señales de baja frecuencia (telefonía) vayan separadas de las de alta frecuencia (datos), así lo indica la figura 3.5. Esto es posible ya que las señales de voz y de datos ocupan distintas partes del ancho de banda de la línea DSL. Recordemos que la señal de voz utiliza un ancho de banda de 4 KHz y que la señal de datos en DSL puede utilizar un ancho de banda de hasta 1.1 MHz.

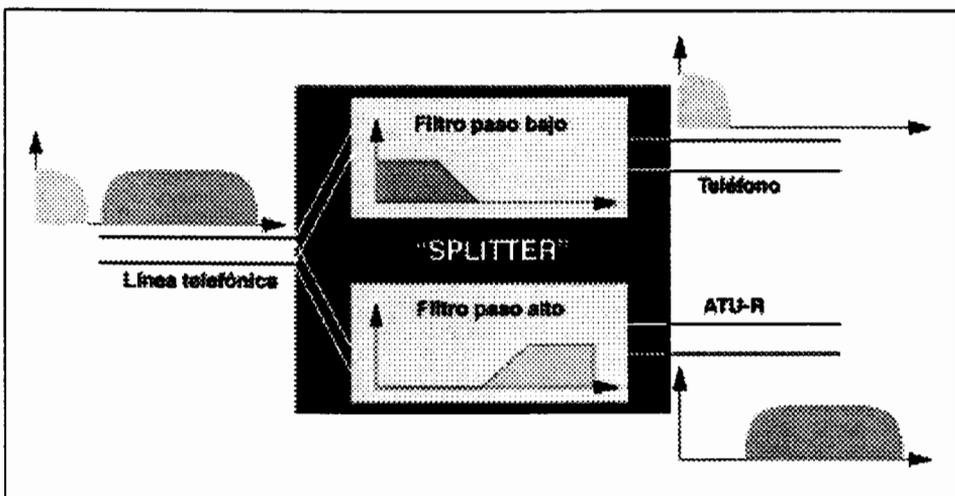


Fig. 3.5 Función de un Splitter

De esta forma los usuarios podrán usar sus teléfonos analógicos simultáneamente con el acceso a Internet y su información digital asociada. La voz analógica se dirige al conmutador de voz situado en la central local, mientras que los paquetes pueden enviarse hacia internet mediante un enrutador.

Debemos recalcar que siendo DSL una tecnología punto a punto es necesario instalar un par de splitters por cada usuario, según lo indica la figura 3.6.

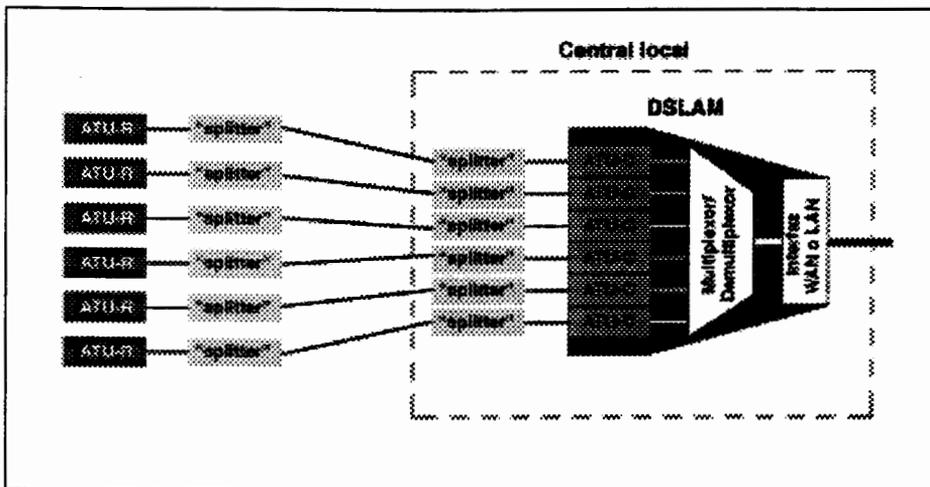


Fig.3.6 Arreglo de splitters por usuario

3.2.4 MODEM DSL REMOTO

El módem DSL es el encargado de demodular la señal proveniente del DSLAM y entregarla a la PC. De la misma manera el módem DSL modula la señal que le entrega la PC y la transmite a través de la PSTN al DSLAM. La figura 3.7 nos indica su conexión en la red.

El módem DSL remoto es fácilmente instalable y se puede manejar y actualizar de manera sencilla desde la Oficina Central, esto, dependerá del fabricante y modelo del mismo. Se puede, además, monitorear el desempeño del equipo para diagnosticar problemas en la línea o en el equipo.

En ciertos países los módems remotos pertenecen y son manejados por el usuario y no están bajo el control directo del proveedor de servicios. En cambio en otros, estos equipos pertenecen al proveedor de servicios y son suministrados bajo una serie de estrictas regulaciones.

Adicional al módem DSL en el lado del usuario tenemos el teléfono, la PC y el splitter, que en conjunto forman lo que se conoce como CPE (Customer Premise Equipment).

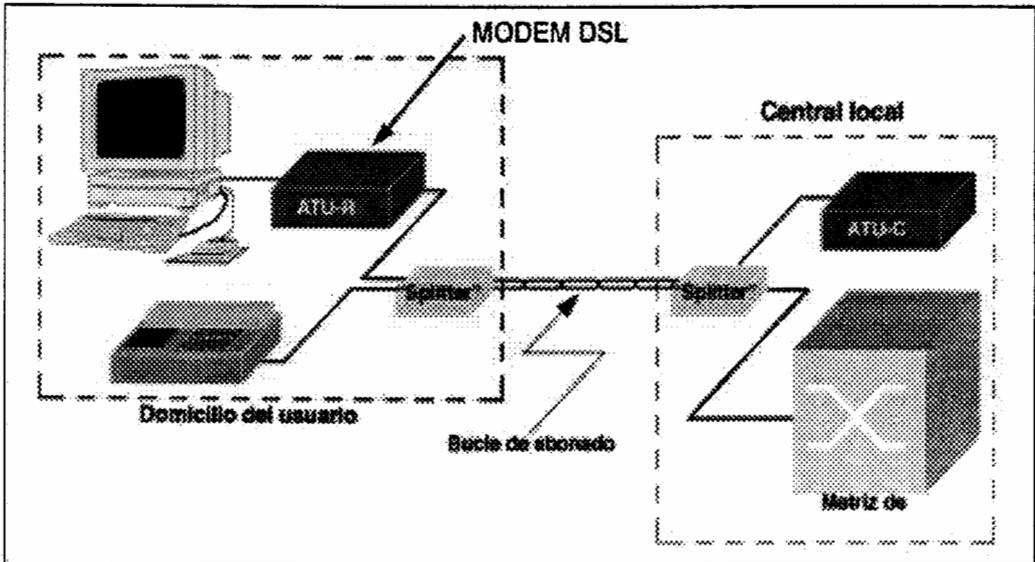


Fig. 3.7 Módem DSL remoto

3.3 APLICACIONES

Actualmente existe una diversidad de aplicaciones que se pueden desarrollar partiendo de los principios básicos de DSL, entre los que podemos destacar:

3.3.1 APLICACION GENERICA

Denominada genérica, pues se asemeja en gran medida, a los esquemas de módems convencionales para enlazar redes distantes, con la diferencia de que se alcanzan altas velocidades. Como se muestra en la figura 3.8 se tiene la opción adicional de voz entre ambas redes, sin

embargo con algunos módems SDSL se tiene la limitante de que sólo pueden brindar datos.

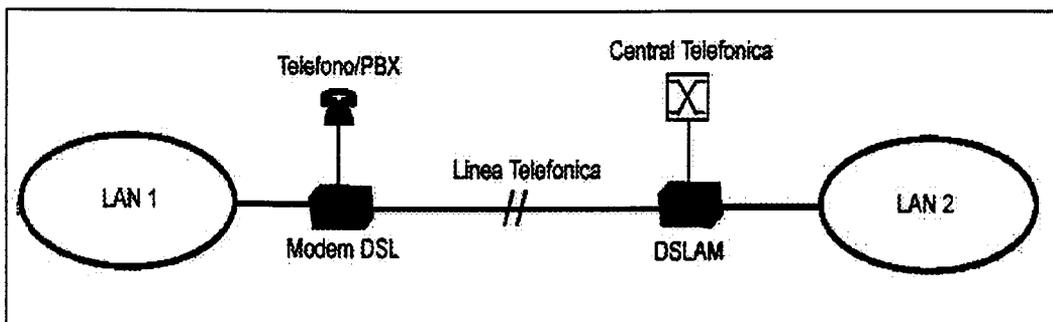


Fig. 3.8 Esquema genérico para aplicación DSL

3.3.2 APLICACION DOMESTICA

Este esquema es el más representativo dentro de las soluciones DSL. En un principio DSL brindaba igual ancho de banda para la subida y bajada de datos, sin embargo en la actualidad por requerimientos propios de los usuarios, se demanda mucho más en el sentido proveedor-cliente; de ahí que, el esquema presentado a continuación (figura 3.9), es típico del servicio ADSL.

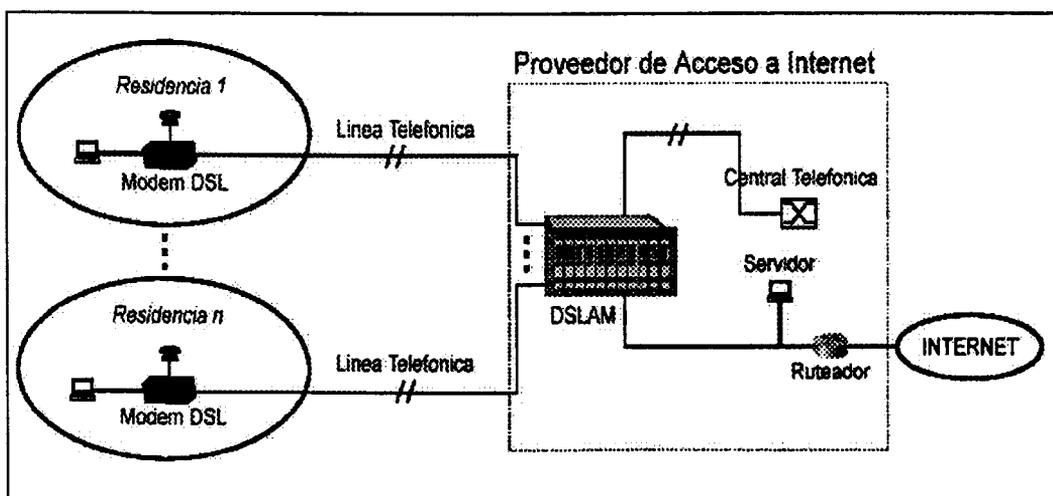


Fig. 3.9 Esquema doméstico para aplicación DSL

3.3.3 APLICACION CORPORATIVA

La aplicación corporativa permite enlazar o conectar la matriz de una empresa con sus filiales remotas, garantizando un tráfico de información segura y rápida.

Cada filial es conectada a la matriz a través de un enlace con módems DSL, posibilitando el tráfico de paquetes de datos con acceso a Internet a alta velocidad y de forma centralizada. Así mismo como lo muestra la figura 3.10, esta aplicación permite el paso de voz.

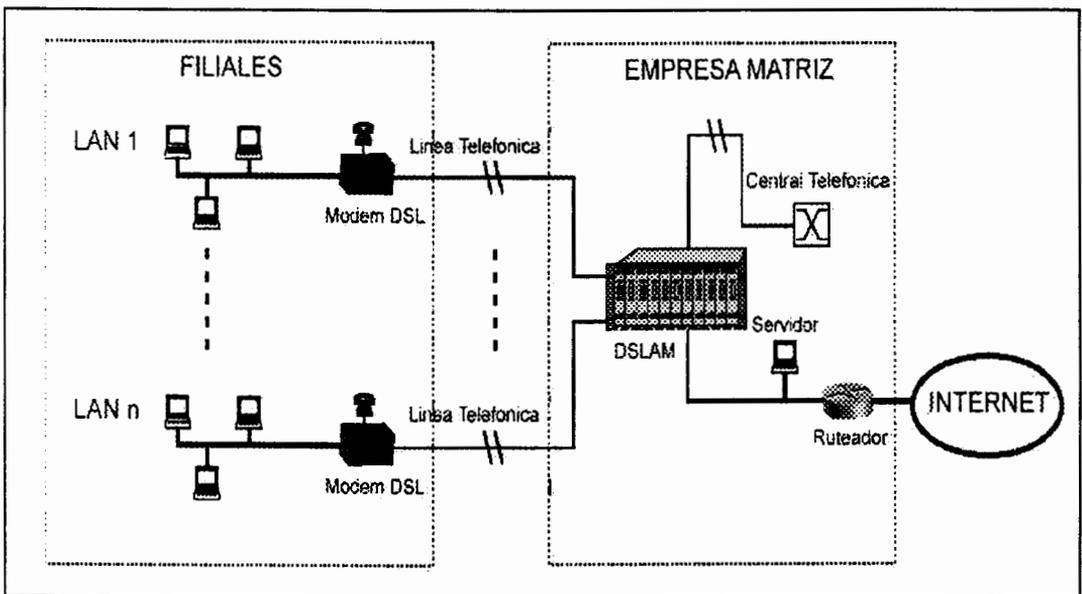


Fig. 3.10 Esquema corporativo para aplicación DSL

3.3.4 APLICACION EN CONDOMINIOS

En este tipo de aplicación todo el edificio puede tener una conexión permanente a Internet. Los computadores se conectan a uno o varios dispositivos de red, estos a su vez al módem DSL el cual provee el acceso a Internet y a la Red Telefónica Pública (ver figura 3.11).

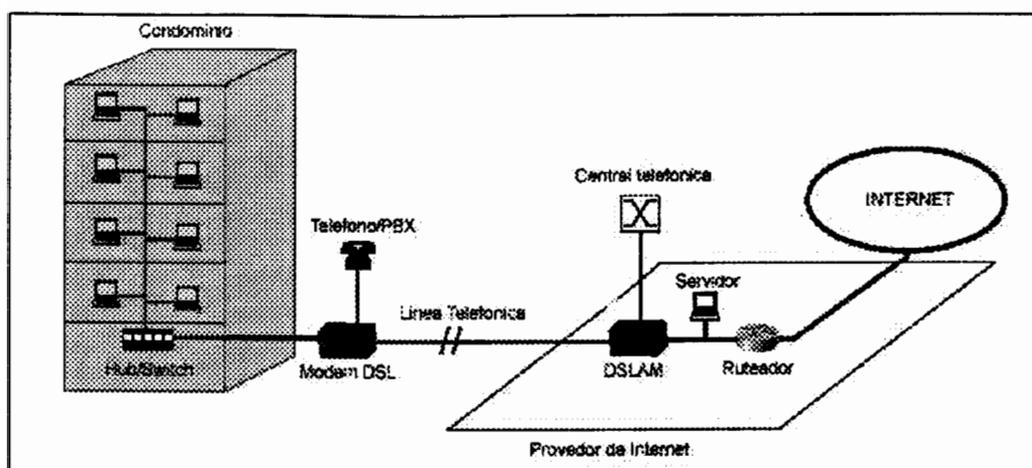


Fig. 3.11 Esquema para condominios

CAPITULO 4

DSLAM

4.1 ESPECIFICACIONES FISICAS DEL DSLAM

El PL-1014 cumple las funciones del DSLAM. Es un concentrador de acceso de alto desempeño, con un puerto de consola, una interfaz ethernet, 4 puertos T1, y 20 puertos SDSL; diseñado para la instalación en el closet de cableado de un edificio o en la oficina central del proveedor de servicios.

Dependiendo de las licencias adquiridas el equipo puede trabajar con una versión de 12 puertos o con una versión de 24 puertos.

4.1.1 VERSION DE 12 PUERTOS Y 24 PUERTOS

La versión de 12 puertos habilita 2 puertos T1 y 10 puertos SDSL, mientras que la versión de 24 puertos habilita los 4 puertos T1 y los 20

puertos SDSL. En ambos casos los puertos T1 pueden ser configurados como SDSL.

4.2 CARACTERISTICAS FISICAS

Los puertos T1 del PL-1014, utilizan conectores RJ48C. Posee una interfaz hacia el lado del suscriptor con un conector Telco de 50 "pines" (terminales de contacto). Este conector macho permite al proveedor de servicios llegar con un cable de 25 pares al PL-1014 a través de un "cross panel".

En el otro extremo del lazo local de cobre, es decir, en el lado del suscriptor se encuentra el PL-200 que es un ruteador IP que provee una interfaz ethernet LAN, y una interfaz SDSL.

4.3 PANEL FRONTAL

El panel frontal consiste de "leds" que nos indican: el listado de los suscriptores activos, la actividad del puerto Ethernet y de los puertos T1. Además presenta indicadores de alarma y un botón de "reset".

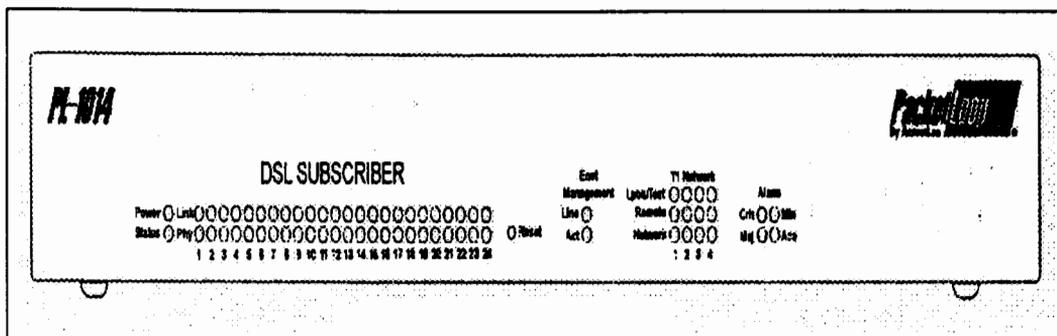


Fig. 4.1 PL-1014 Vista Frontal

4.3.1 INDICADORES LEDS PARA SUSCRIPTORES (PUERTOS SDSL)

La tabla III nos ayuda a identificar el estado del puerto SDSL según la actividad del led respectivo:

INDICADOR	DESCRIPCION
POWER	VERDE: indica que el DSLAM está recibiendo energía eléctrica.
STATUS	VERDE: indica que el DSLAM ha reiniciado y está operando normalmente.
LINK	VERDE: indica que el puerto DSL está administrablemente habilitado y el enlace está operativo.
	AMARILLO: indica que el puerto DSL está administrablemente habilitado y el enlace aún no está operativo.
	APAGADO: indica que el puerto DSL está deshabilitado.
PHY	VERDE: indica que la línea física está activa (se establece la comunicación entre el DSLAM y el módem remoto)
	AMARILLO: indica que la línea física no está activa (no hay comunicación entre el DSLAM y el módem remoto, el módem este apagado, la línea esté defectuosa, o se esté escogiendo el par equivocado)

Tabla III. Indicadores leds para suscriptores

4.3.2 BOTON DE RESET

El presionar este botón provocará que el equipo se reinicie, debe presionarse con un objeto muy fino como por ejemplo un clip.

4.3.3 INDICADORES LEDS PARA PUERTO ETHERNET

La tabla IV muestra la actividad del led para el correspondiente puerto:

INDICADOR	DESCRIPCION
LINK	VERDE: indica que el puerto ethernet está conectado a la red LAN.
ACT	VERDE INTERMITENTE: indica que el puerto LAN está transmitiendo información.

Tabla IV. Indicadores leds para puerto Ethernet

4.3.4 INDICADORES LEDS PARA PUERTOS T1

En la tabla V se indica el estado de los puertos T1:

INDICADORES	DESCRIPCION
LOOPBACK	ROJO: "loopback" (lazo de retorno) activo.
/TEST	APAGADO: normal.
REMOTE	AMARILLO: RAÍ. APAGADO: normal.
NETWORK	ROJO: LOS. VERDE: normal.

Tabla V. Indicadores leds para puertos T1

4.3.5 INDICADORES LEDS PARA ALARMA

Los indicadores leds de los estados de alarma se detallan en la tabla VI que se presenta a continuación.

INDICADORES	DESCRIPCION
CRIT(crítico)	APAGADO: no existe ninguna alarma crítica en el concentrador. ROJO: existe por lo menos una alarma crítica en el concentrador.
MAJ(mayor)	APAGADO: no existe ninguna alarma mayor en el concentrador. ROJO: existe por lo menos una alarma mayor en el concentrador.
MIN(menor)	APAGADO: no existe ninguna alarma menor en el concentrador. ROJO: existe por lo menos una alarma menor en el concentrador.
ACO(alarm cutoff)	APAGADO: ninguno de los indicadores anteriores están encendidos. AMARILLO: cuando al menos uno de los indicadores anteriores están encendidos.

Tabla VI. Indicadores de estado de alarma

4.4 PANEL POSTERIOR

La parte posterior consiste de un "socket" (conector hembra) para RJ45 para el puerto Ethernet, cuatro sockets RJ48C para los puertos T1, y un conector DSL de 50 pines para los 20 puertos SDSL, además de un

conector de poder y uno opcional para aterrizar el equipo. La figura 4.2 ilustra lo anteriormente descrito.

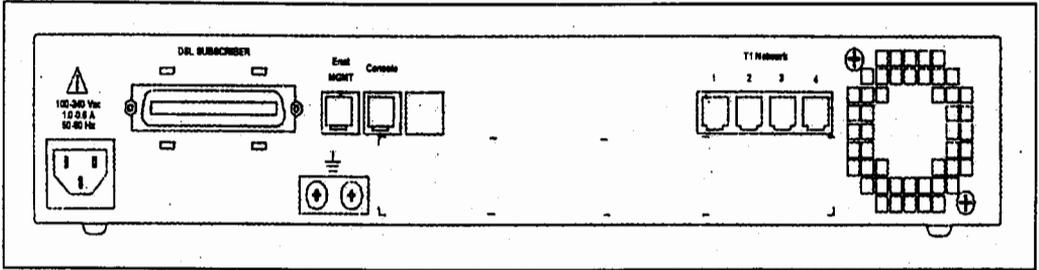


Fig. 4.2 PL-1014 Vista Posterior

4.4.1 PUERTOS DE ADMINISTRACION

En la tabla VII se listan los puertos de administración del PL-1014:

PUERTO DE CONSOLA	DE	Interfaz RS-232, conector RJ45
PUERTO DE ETHERNET	DE	10Base T, conector RJ45

Tabla VII. Puertos de Administración

4.4.2 INTERFACES T1

La tabla VIII lista las interfaces de enlace T1 para el PL-1014:

FRAME RELAY	4 T1
ESTANDARES REQUERIDOS	AT&T TR 62411 ACCQNWET T 1.5 SERVICE AT&T 54016 para ESF

ELECTRICOS	1.544 Mbps +/- 50 bps
TASA DE Tx T1	AMI or B8ZS
CODIFICACION DE LINEA	4 RJ48C
RELOJ	Interno o externo

Tabla VIII. Interfaces T1

4.4.3 INTERFACES SUSCRIPTORAS SDSL

La tabla IX lista las interfaces de línea de abonado:

CODIFICACION DE LINEA	CAP
TASA DE Tx (Kbps)	192, 256, 384, 512, 640, 768, 1024, 1152, 1280, 1536
CONECTOR	Telco 50 pines

Tabla IX. Interfaces suscriptoras

4.5 CABLES Y ASIGNACION DE PINES

Los cables utilizados en el PL-1014 son

- Cable RJ48C para puerto T1
- Cable RJ45
- Cable Telco
- Cable de consola

4.5.1 CABLE RJ-48C

El cable RJ48C punto a punto, se usa para realizar la conexión entre concentrador (puerto T1) a un dispositivo Frame Relay. En la tabla X se lista el "pinout" (asignación de terminales de contactos) del cable punto a punto para puertos T1 con conector RJ48C.

Señales		Pin en interfaz PL-1014
RX	RING	1
	TIP	2
TX	RING	4
	TIP	5

Tabla X. Pinout para puertos T1 con conector RJ48C

4.5.2 CABLE TELCO

La figura 4.3 ilustra la ubicación de los pines del cable Telco.

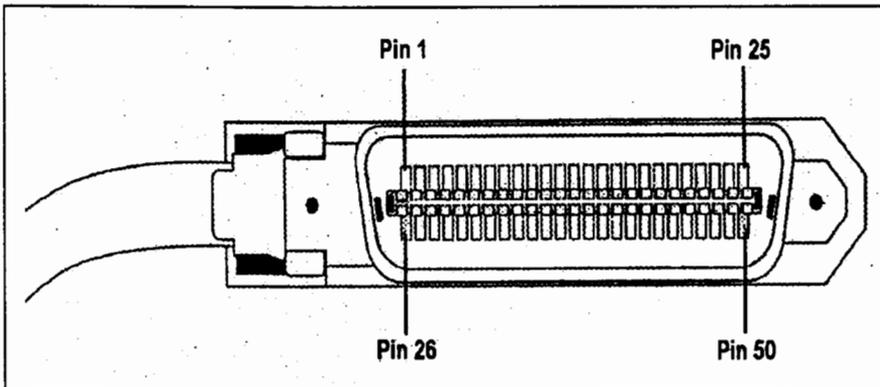


Fig. 4.3 Cable Telco de 50 pines

En la tabla XI se muestra el pinout para el cable telco de 50 pines el cual se usa para conectar el concentrador con las líneas del suscriptor.

No. De par	No. De cable	Color sólido	Color combinado	No. De pin
1	1	Blanco	Azul	26
1	2	Azul	Blanco	1
2	1	Blanco	Naranja	27
2	2	Naranja	Blanco	2
3	1	Blanco	Verde	28
3	2	Verde	Blanco	3
4	1	Blanco	Café	29
4	2	Café	Blanco	4
5	1	Blanco	Slate	30
5	2	Slate	Blanco	5
6	1	Rojo	Azul	31
6	2	Azul	Rojo	6
7	1	Rojo	Naranja	32
7	2	Naranja	Rojo	7
8	1	Rojo	Verde	33
8	2	Verde	Rojo	8
9	1	Rojo	Café	34
9	2	Café	Rojo	9
10	1	Rojo	Slate	35
10	2	Slate	Rojo	10
11	1	Negro	Azul	36
11	2	Azul	Negro	11
12	1	Negro	Naranja	37
12	2	Naranja	Negro	12
13	1	Negro	Verde	38
13	2	Verde	Negro	13

14	1	Negro	Café	39
14	2	Café	Negro	14
15	1	Negro	Slate	40
15	2	Slate	Negro	15
16	1	Amarillo	Azul	41
16	2	Azul	Amarillo	16
17	1	Amarillo	Naranja	42
17	2	Naranja	Amarillo	17
18	1	Amarillo	Verde	43
18	2	Verde	Amarillo	18
19	1	Amarillo	Café	44
19	2	Café	Amarillo	19
20	1	Amarillo	Slate	45
20	2	Slate	Amarillo	20
21	1	Violeta	Azul	46
21	2	Azul	Violeta	21
22	1	Violeta	Naranja	47
22	2	Naranja	Violeta	22
23	1	Violeta	Verde	48
23	2	Verde	Violeta	23
24	1	Violeta	Café	49
24	2	Café	Violeta	24
25	1	Violeta	Slate	50
25	2	Slate	violeta	25

Tabla XI. Código de colores y número de pin para el cable Telco

4.5.3 CABLE DE CONSOLA

El cable de consola permite conectar el puerto serial de la pc al puerto de consola del concentrador. Para este fin se incluye: un cable cruzado RJ45 a RJ45 y un adaptador RJ45 a DB9.

La señalización y pinout del puerto de consola se muestra en la tabla XII:

Señal	RJ45 pin	RJ45 pin cruzado	Pin de adaptador RJ45 a DB9
RTS	1	8	8
DTR	2	7	6
TXD	3	6	2
GND	4	5	5
GND	5	4	5
RXD	6	3	3
DSR	7	2	4
CTS	8	1	7

Tabla XII. Señalización y pinout de puerto de consola

CAPITULO 5

MODEM DSL REMOTO

5.1 ESPECIFICACIONES FISICAS DEL CPE PL-200

5.1.1 PANEL FRONTAL

5.1.1.1 INDICADORES LEDS

El PL-200 tiene seis indicadores leds. Sus etiquetas y localizaciones se muestran en la figura 5.1.

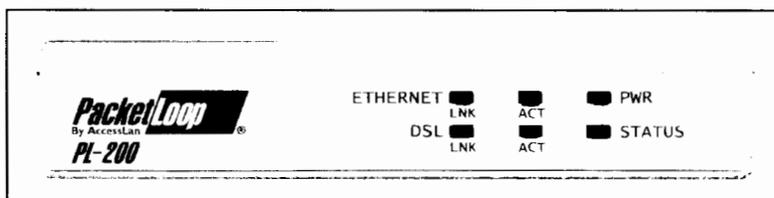


Fig. 5.1 PL-200 Vista Frontal

Los leds son verdes y sus diferentes estados se listan en la tabla XIII:

INDICADORES	INDICACION	DESCRIPCION
PWR	ON	PL-200 está recibiendo poder.
	OFF	PL-200 no está recibiendo poder. Verificar que el cable de poder esté conectado a la toma eléctrica.
STATUS	ON	Indica que la unidad está en operación después de haber sido reinicializada.
	OFF	La unidad no está lista para operar.
ETHERNET LINK	ON	Indica que la conexión LAN ha sido establecida.
	OFF	Indica que la LAN está desconectada.
ETHERNET ACT	BLINK	Indica que un paquete de datos está siendo transmitido o recibido sobre el puerto Ethernet.
	OFF	Puerto Ethernet sin actividad.
DSL LINK	ON	Indica que el enlace Frame Relay se encuentra activo.
	OFF	Puerto WAN está desconectado.
DSL ACT	ON	Indica que el puerto DSL está transmitiendo normalmente.
	OFF	Puerto DSL sin actividad.

Tabla XIII. Indicadores de estado de led

5.1.1 PANEL POSTERIOR

5.1.2.1 PUERTOS E INTERFACES

Como se muestra en la figura 5.2, el PL-200 soporta 4 conectores en su panel posterior.

- Un puerto SDSL para la conexión Wan.
- Un puerto ethernet 10baseT para la conexión Lan.
- Un puerto RS-232 para la conexión por consola al computador.
- Un módulo para el conector de poder.

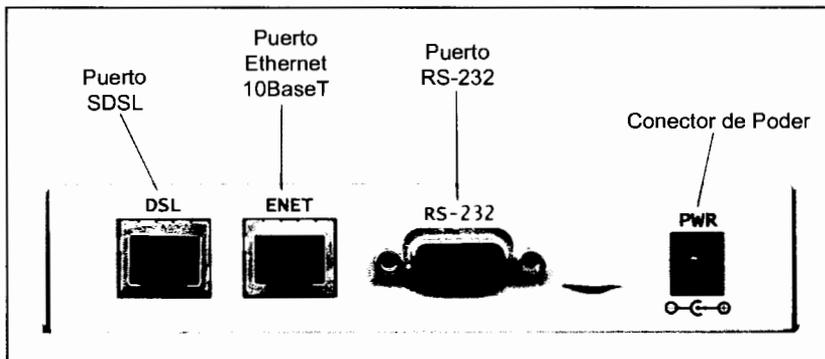


Fig. 5.2 PL-200 Vista Posterior

5.2 CONECTORES, CABLES Y ASIGNACION DE PINES

5.2.1 PINOUT DEL PUERTO ETHERNET

El puerto ethernet utiliza un conector RJ-45 el cual se muestra en la figura 5.3.

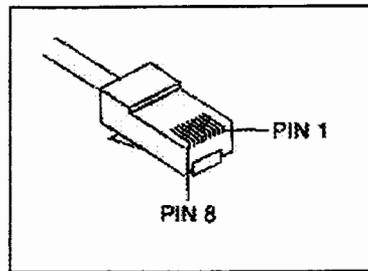


Fig. 5.3 Conector RJ45

A este puerto podemos conectar una pc con un cable UTP cruzado (figura 5.4).

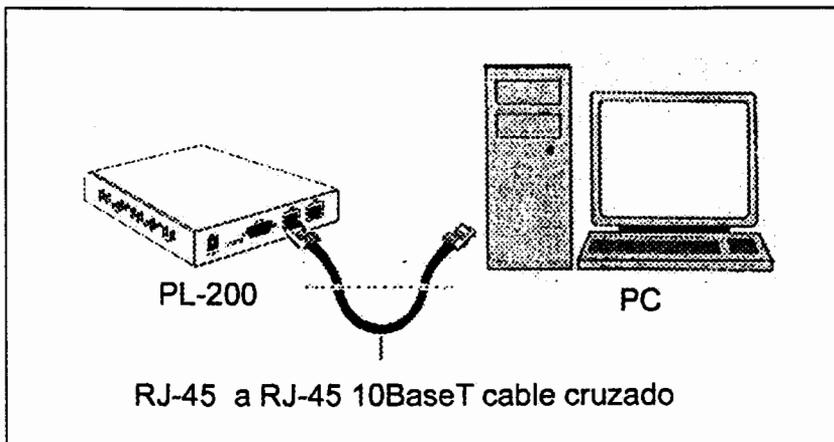


Fig. 5.4 Conexión directa de módem a Pc

O un hub a través de un cable UTP punto a punto (figura 5.5).

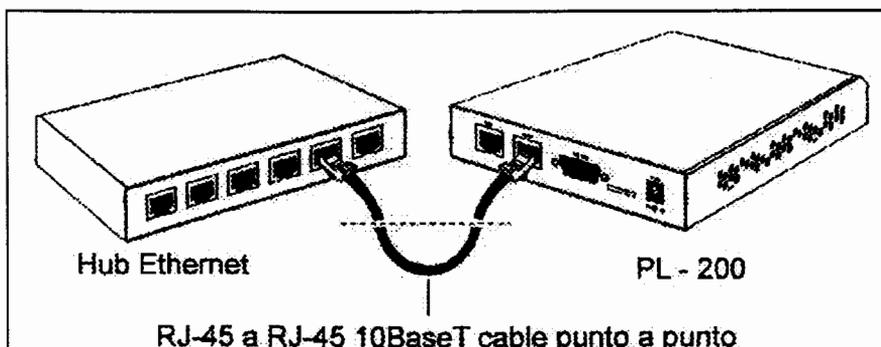


Fig. 5.5 Conexión de Hub a Pc

La tabla XIV muestra el pinout de un cable cruzado y punto a punto:

Señal	Pines del RJ-45	Cable Punto a Punto	Cable Cruzado
TX+	1	1	3
TX-	2	2	6
RX+	3	3	1
--	4	4	--
--	5	5	--
RX-	6	6	2
--	7	7	--
--	8	8	--

Tabla XIV. Pinout de conector RJ45

5.2.2 PINOUT DE PUERTO RS-232

El puerto RS-232 es el que nos permite administrar el equipo desde el puerto serial del computador. Para ello se utiliza un cable punto a punto de DB-9 macho a DB-9 hembra, tal como se muestra en la figura 5.6.

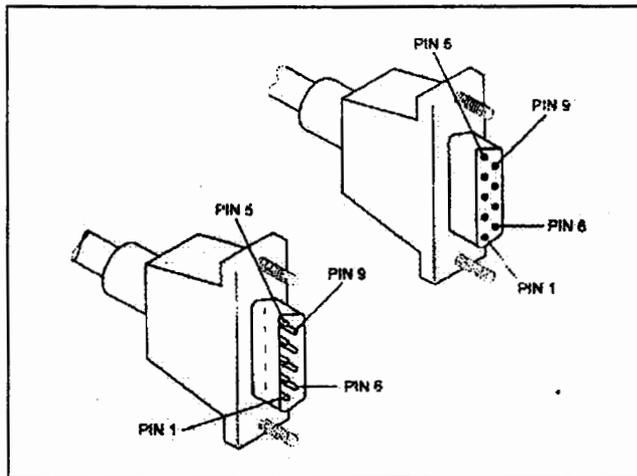


Fig. 5.6 Cable punto a punto DB-9

El pinout de dicho cable se muestra en la tabla XV.

Señal	Pines del DB-9 Macho	Pines del 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 XV. Pinout de cable de consola

5.2.3 PINOUT DEL PUERTO DSL

El puerto DSL utiliza el conector RJ-48C ó RJ-11 para establecer el enlace hacia la oficina central (Ver Figura 5.7). La tabla XVI detalla el pinout del cable para este puerto.

Señal	Pines del RJ-48C	Pines del RJ-11
Ring	4	3
Tip	5	4
No Conectado	1,2,3,6,7,8	1,2

Tabla XVI. Pinout del puerto DSL

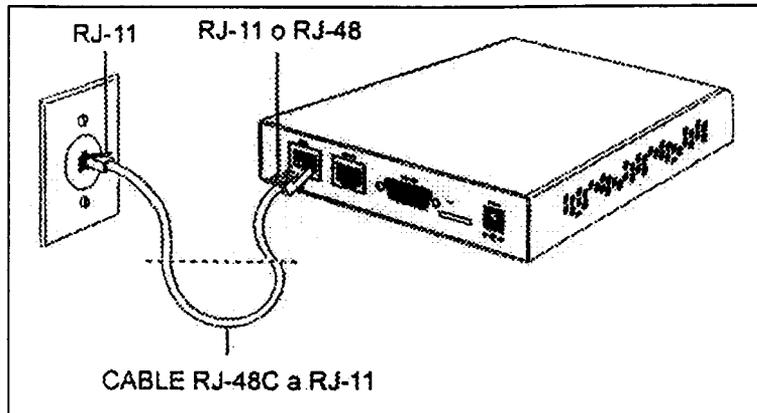


Fig. 5.7 Conexión del módem a la línea telefónica

5.3 CARACTERISTICAS FUNCIONALES DEL PL-200

El PL-200 posee las siguientes características:

- Operación de Router
- Operación de Frame Relay
- Configuración vía "browser" (Ventana de Navegador)
- Configuración vía consola (CLI – Command Line Interface)

5.3.1 OPERACION DEL ROUTER

El módem PL-200 provee soporte de Frame Relay para dispositivos IP conectados a la red pública (Internet) y la red privada (Intranet).

El siguiente ejemplo describe la ruta de los datos y los protocolos usados. Asumamos que un cliente tiene un dispositivo IP con una interfaz ethernet conectada al PL-200. El flujo de los datos se describe a continuación:

- El dispositivo del cliente envía un paquete destinado a un dispositivo IP remoto conectado a la red Frame Relay.
- El PL-200 recibe el paquete en su puerto ethernet. Verifica que el paquete contenga su MAC Address (dirección MAC) como destino y extrae el tipo de protocolo de la trama ethernet.
- Si el tipo de protocolo es IP y el largo de la cabecera es de 20 bytes, el PL-200 consulta la tabla de rutas y procesa el paquete si este puede ser enrutado (los paquetes no enrutables son descartados). Entonces obtiene la cabecera IP y prepara la nueva cabecera frame relay. El DLCI es determinado por la tabla de rutas configurada en el PL-200.
- El PL-200 envía el paquete a transmitir a la cola de la interfaz DSL.
- La trama Frame Relay es transmitida sobre la interfaz SDSL del PL-200.
- El PL-1014 recibe la trama Frame Relay. Este consulta su tabla de "cross-connect" y relaciona el DLCI del puerto DSL con el DLCI del puerto "uplink" (puerto T1).
- El PL-1014 envía y transmite las tramas Frame Relay a través de su puerto "uplink".

En el sentido de retorno:

- El PL-1014 recibe tramas para procesar sobre su interfaz uplink.
- Luego determina la dirección destino basado en el DLCI. Y enruta el paquete a la interfaz SDSL apropiada.
- El PL-1014 envía el paquete fuera del puerto SDSL al PL-200.
- El PL-200 recibe el paquete, obtiene la cabecera Frame Relay y prepara la cabecera ethernet apropiada.
- Finalmente el PL-200 envía el paquete fuera de su interfaz ethernet.

5.3.2 OPERACION FRAME RELAY

El PL-200 es una extensión de una red Frame Relay existente. Provee el establecimiento de PVCs (Permanent Virtual Circuits) entre un puerto DSL en el módem del cliente y un puerto DSL del concentrador en la Oficina Central.

5.3.3 CONFIGURACION VIA BROWSER (EDGE BROWSER)

Es la herramienta de administración vía web. Permite configurar y monitorear remota o localmente el equipo. Usando el "EdgeBrowser" usted puede:

- Configurar una dirección IP permanente para el PL-200.
- Configurar la interfaz DSL (puerto WAN).
- Configurar rutas estáticas.
- Monitoreo y estadísticas del enlace Frame Relay.
- Monitoreo y estadísticas de la línea DSL.
- Monitoreo de los parámetros del PL-200.

5.3.4 CONFIGURACION VIA CONSOLA (CLI)

Se puede acceder a la línea de comando localmente vía consola a través del puerto RS-232 del módem o remotamente por medio de sesiones Telnet a través de su dirección IP.

5.4 INSTALACION DEL PL-200

Asegurar que la fuente de poder este conectada tanto en el tomacorriente como en el módem DSL. Para verificar una buena

conexión debemos esperar que el led de poder y el led de status estén encendidos.

Conectar la línea telefónica al módem DSL. En este momento debemos esperar que el led DSL LINK y ACT estén encendidos para asegurar que el enlace esté activo.

Luego añadimos el módem a la red LAN conectando el puerto ethernet a una pc o un hub mediante el cable respectivo. Toda la conexión del módem se ilustra en la figura 5.8.

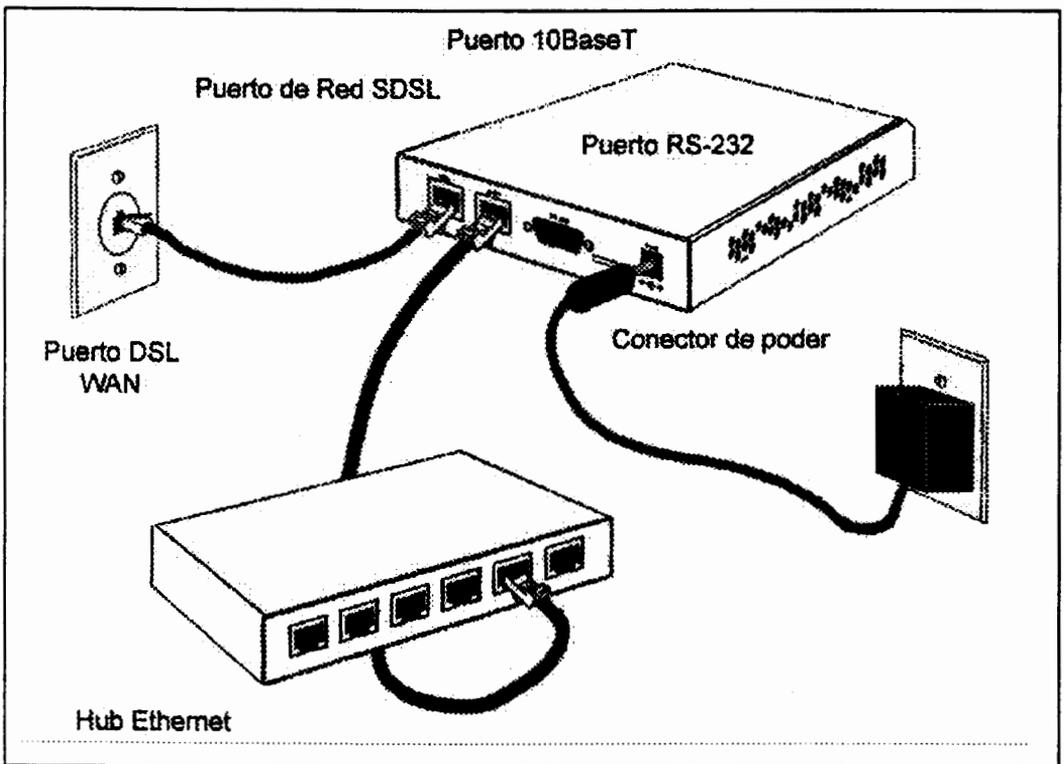


Fig. 5.8 Instalación del módem DSL

5.5 CONFIGURACION DEL PL-200

Antes de configurar el PL-200 se necesita tener la siguiente información:

- Dirección IP y máscara de subred para la interfaz ethernet del PL-200.
- El valor DLCI del enlace Frame Relay que da el proveedor de servicios.
- Dirección IP y máscara de subred de cada interfaz WAN.
- Dirección IP destino y dirección de la puerta de enlace para construir la tabla de rutas estáticas.

Existen dos métodos por el cual podemos configurar el módem DSL, estos son:

- Abriendo una ventana del navegador.
- Abriendo una sesión hipertérminal.

5.5.1 CONFIGURACION VIA BROWSER

Para configurar el equipo vía browser debemos tipear <http://192.168.1.200>, en la barra de direcciones del navegador. Esta dirección es la que el módem tiene por defecto. Al tipear esta dirección y presionar la tecla "enter" se presentará la pantalla inicial del EdgeBrowser tal como muestra la figura 5.9.

Esta página nos muestra los diferentes parámetros que podemos configurar en el equipo tales como Ethernet IP, DSL Wan IP, IP Routing Table, Static Nat, Server Nat y Password.

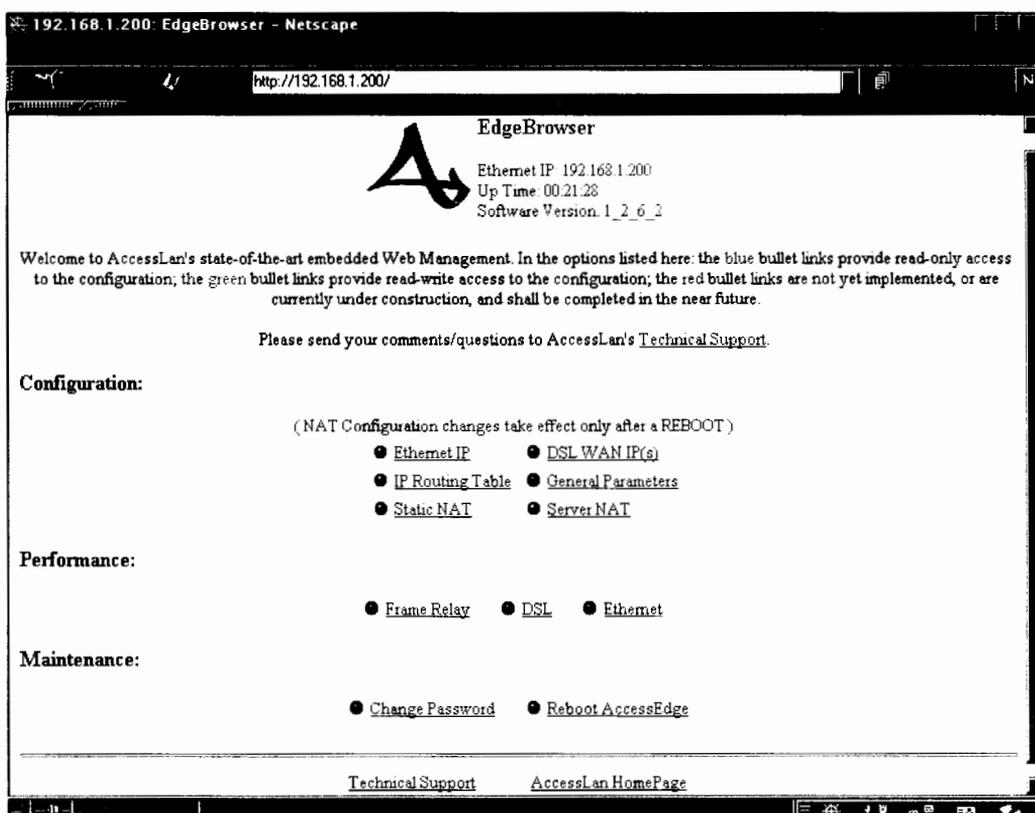


Fig. 5.9 Pantalla inicial del EdgeBrowser

A continuación se describen los pasos a seguir para una configuración vía browser:

1. Configuración de la interfaz LAN.

- a. Para cambiar la dirección IP del puerto Lan debemos dar "click" en "*Configuration: Ethernet IP*", en este momento se nos presenta la pantalla que se muestra en la figura 5.10.

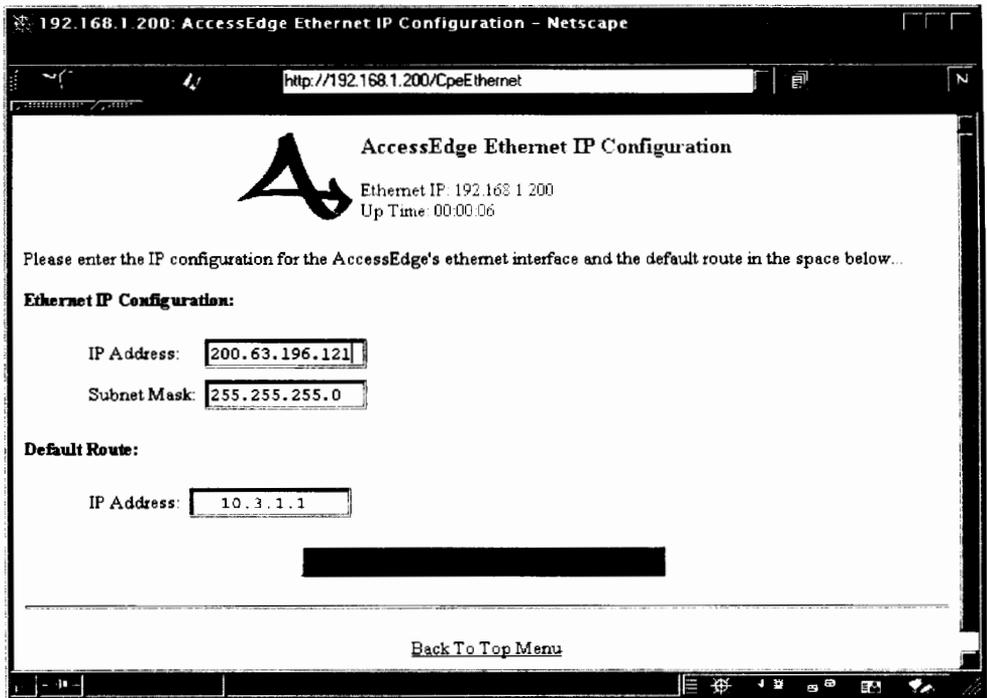


Fig. 5.10 Configuración de IP LAN vía Browser

- b. En esta pantalla ingresamos la dirección IP y su respectiva máscara. Para propósitos de ejemplo vamos a utilizar la dirección IP 200.63.196.121.
- c. Si es necesario, ingrese o cambie la dirección IP del “default route”.
- d. Haga click en “*Apply and Reboot AccessEdge*”. Para prevenir cambios no autorizados se muestra una ventana de dialogo que pregunta un nombre de usuario y clave de acceso. Los valores por defecto son:

Username: edge

Password: bootman

- e. Una vez ingresados estos parámetros, una nueva página de edgebrowser aparece, mostrando un mensaje de que el sistema esta cambiando la dirección IP a la que se ingresó en el paso 3, y reiniciando el PL-200.
- f. Haga click en *"Click On This Link To Manage Your PL-200"*, para ir a la página de inicio del edgebrowser con la nueva dirección IP.

2. Configuración de la interfaz wan.

- a. En la página de inicio del edgebrowser (figura 5.9) hacer click en *"Configuration DSL WAN IP(s)"*, para mostrar la página de la tabla de IP WAN que se muestra en la figura 5.11.

DLCI	Interface	IP Address	Netmask	Broadcast	NAT	Admin	Action
16	FRa00	128.128.1.200	255.255.0.0	128.128.255.255	Disabled	up	Configure/Delete
17	FRa01	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
18	FRa02	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
19	FRa03	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
20	FRa04	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
21	FRa05	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
22	FRa06	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
23	FRa07	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
24	FRa08	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
25	FRa09	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
26	FRa10	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure
27	FRa11	0.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	Disabled	N/A	Configure

Fig. 5.11 Tabla de IP WAN

- b. Hacer click en “*Configure*” en la columna de “*Action*” de la interfaz lógica que queremos configurar. La página de configuración de la IP WAN aparece tal como se muestra en la figura 5.12.

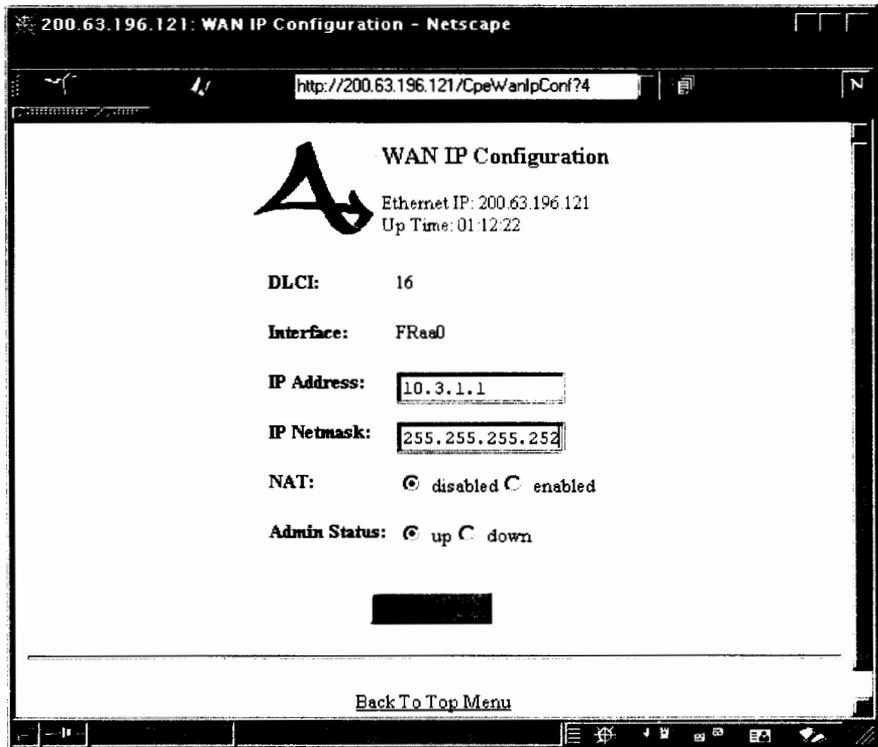


Fig. 5.12 Configuración de IP WAN vía Browser

- c. Verifique el DLCI e interfaz en la página de configuración de la IP WAN para asegurar que se haya seleccionado la interfaz lógica correcta.
- d. Ingrese o seleccione los valores deseados para las direcciones de IP WAN y su respectiva máscara.
- e. Para finalizar haga click sobre “*Configure*” para grabar los cambios hechos en el PL-200.

3. Configuración de la tabla de rutas.

En la página de inicio del EdgeBrowser (figura 5.9) haga click en “Configure IP Routing Table” para desplegar la pantalla que se muestra en la figura 5.13.

200.63.196.121: IP Routing Table - Netscape

http://200.63.196.121/CpeRoute

IP Routing Table
 Ethernet IP: 200.63.196.121
 Up Time: 01:26:38

Destination	Gateway	Interface	Action
127.0.0.1	127.0.0.1	lo0	Delete
128.128.0.0	128.128.1.200	FRaa0	Delete
200.63.196.0	200.63.196.121	cpm0	Delete

[Create New Route](#)

[Back To Top Menu](#)

Fig. 5.13 Tabla de Rutas

Esta tabla provee la siguiente información para cada columna de la tabla de rutas:

- “*Destination*”.- La dirección de la ruta destino. Si esta dirección es la 0.0.0.0 estamos hablando de la dirección por defecto.
- “*Gateway*”.- Típicamente es la dirección del ISP o la puerta de enlace del enrutador corporativo.

- *“Interface”*.- Es el nombre de la interfaz que se esta configurando.

4. Añadiendo una entrada a la tabla de rutas.

- a. Desde la página de tabla de rutas, hacer click en *“Create New Route”* para mostrar la página de *“Add Route Entry”*, como se muestra en la figura 5.14.

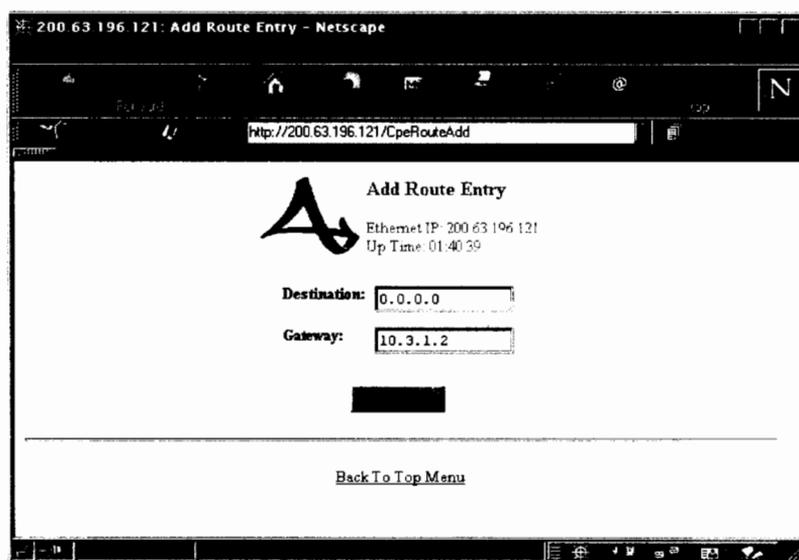


Fig. 5.14 Configuración de rutas estáticas vía browser

- b. En este momento ingrese los siguientes parámetros :

“Destination”.- Es la dirección IP de la estación destino. Ingrese 0.0.0.0 para indicar el acceso a cualquier ruta.

“Gateway”.- La dirección IP de la puerta de enlace.

- c. Click en *“Add Entry”* para agregar la ruta y regresar a la página de tabla de rutas.

- d. Repita los pasos anteriores para agregar cualquier otra ruta que sea necesaria.

5.5.2 CONFIGURACION VIA COMMAND LINE INTERFACE (CLI)

Los mismos parámetros que se configuraron vía browser pueden ser configurados por consola, para ello debemos abrir una sesión hipertextual donde se especifican los siguientes valores (figura 5.15).

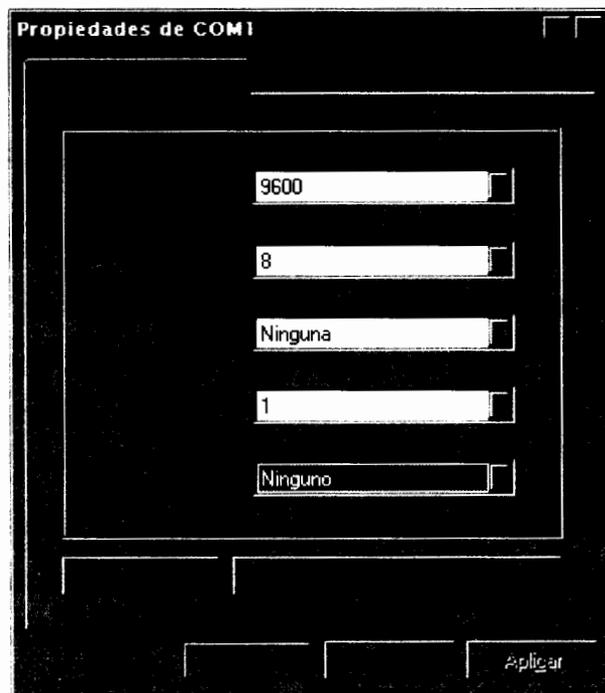


Fig. 5.15 Parámetros para el puerto serial

Luego damos click en el botón de *Aceptar*, con lo cual se nos presentará la ventana del hipertextual, pidiendo un nombre de usuario (edge) y una clave de acceso (bootman) como se muestra en la siguiente figura 5.16.

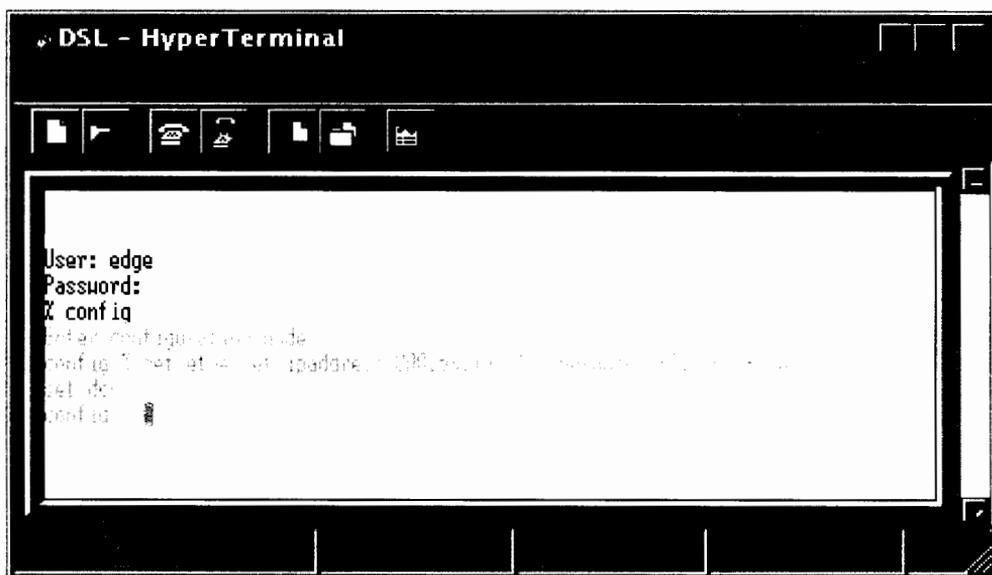


Fig. 5.16 Inicio de la sesión hipertérmino

El primer “prompt” (indicador) nos muestra un signo de porcentaje que indica que nos encontramos en modo usuario. Para poder entrar en el modo de configuración debemos tipear el comando “**config**”. Con lo cual el prompt cambiará a *config%*.

En el modo usuario podemos únicamente monitorear el equipo y observar los parámetros de configuración. Mientras que en el modo configuración podemos cambiar los parámetros del equipo.

1. Configuración de la interfaz Lan.

Una vez que ingresamos al modo de configuración, ejecutamos el comando: “**set ethernet ipaddress <IP Address> netmask <IP Netmask>**” mostrado en la figura 5.17, donde:

- <IP Address>**: Es la dirección IP del puerto Lan del módem.
- <IP Netmask>**: Es la máscara de red correspondiente.

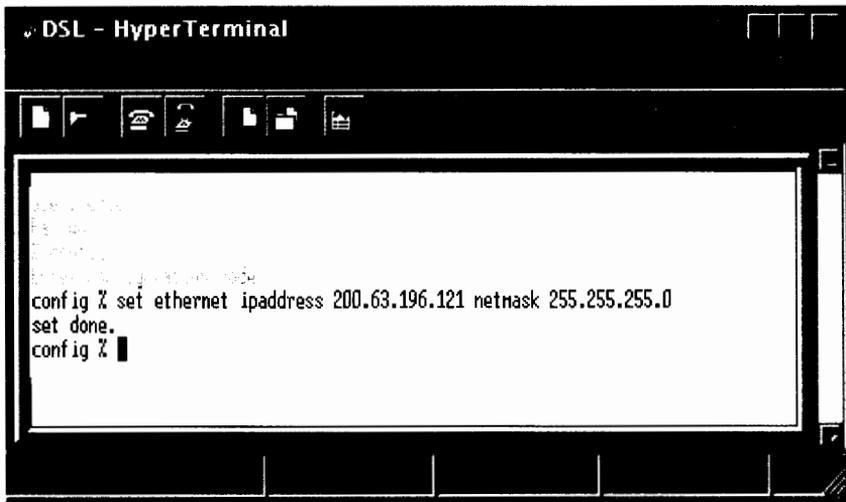


Fig. 5.17 Configuración IP LAN vía Consola

2. Configuración de la interfaz Wan.

El siguiente paso es configurar la IP de la interfaz WAN o DSL del equipo. Este parámetro al igual que el anterior se ingresa desde el modo de configuración, en donde ejecutamos el siguiente comando: **"set ip-wan <IF Index> ipaddress <IP Address> netmask <IP Netmask> adminstatus <Admin Status>"**(Ver figura 5.18).

En este comando encontramos los siguientes parámetros:

- <IF Index>: Es el índice de la interfaz lógica de enrutamiento.
- <IP Address>: Es la dirección IP de la interfaz lógica WAN.
- <IP Netmask>: Máscara correspondiente a la dirección IP de la interfaz lógica.
- <Admin Status>: Este parámetro controla el estado operacional de la interfaz WAN. Puede tener dos valores: 1, habilitado; 2, deshabilitado.

```

DSL - HyperTerminal
User: root
Password:
Warning:
Enter configuration mode by typing configure terminal
config # set ip-uan 4 ipaddress 10.3.1.1 netmask 255.255.255.252 adminstatus 1
set done.

```

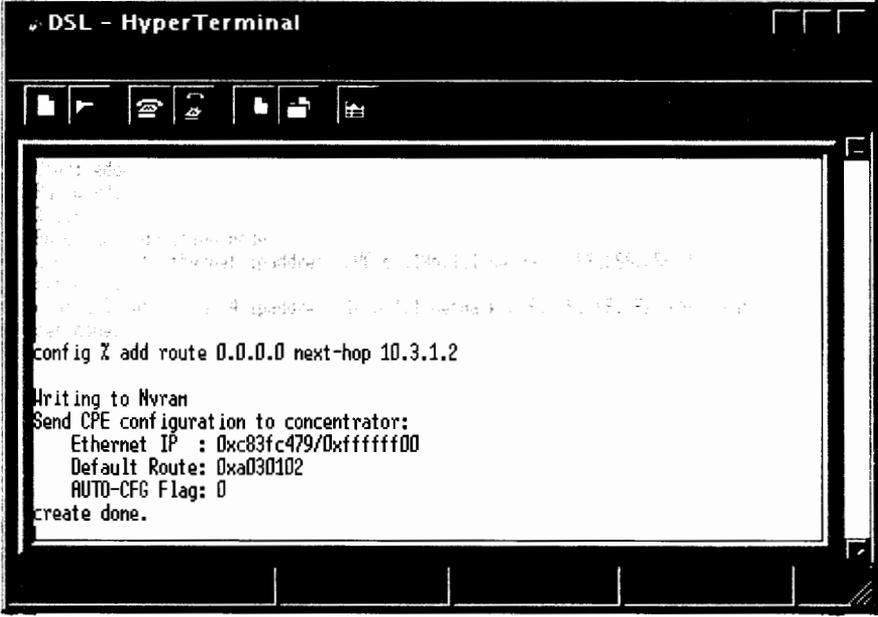
Fig. 5.18 Configuración IP WAN vía Consola

2. Es necesario también, agregar una ruta estática para enrutar la información. Para realizar esto ingresamos el comando **“add route <Destination IP> next-hop <Next Hop IP>”**. Donde,

<Destination IP>: Representa la dirección de red a la cual queremos acceder.

<Next Hop IP>: Representa la dirección IP del siguiente salto en el proceso de enrutamiento.

En nuestro caso el comando es: “add route 0.0.0.0 next-hop 10.3.1.2”. Esto indica un “Default Route”, es decir que para alcanzar cualquier red el siguiente salto será la dirección 10.3.1.2, tal como se indica en la figura 5.19.



```
DSL - HyperTerminal
[Icons: Home, Back, Forward, Print, Copy, Paste]
[Terminal Content]
...
config # add route 0.0.0.0 next-hop 10.3.1.2
Writing to Nvrn
Send CPE configuration to concentrator:
  Ethernet IP : 0xc83fc479/0xffffffff00
  Default Route: 0xa030102
  AUTO-CFG Flag: 0
create done.
```

Fig. 5.19 Configuración de ruta estática vía consola

CAPITULO 6

CONFIGURACION DEL COMPUTADOR PERSONAL

Para lograr que la conexión se establezca mediante los equipos DSL, se necesita configurar los siguientes parámetros en el computador:

- Dirección IP de la PC.
- Puerta de enlace de la PC.

6.1 CONFIGURACION DE LA DIRECCION IP

Para configurar la dirección IP en el computador se debe realizar los siguientes pasos:

1. Dar click derecho en el ícono de entorno de red. En este momento se despliega la ventana mostrada en la figura 6.1.

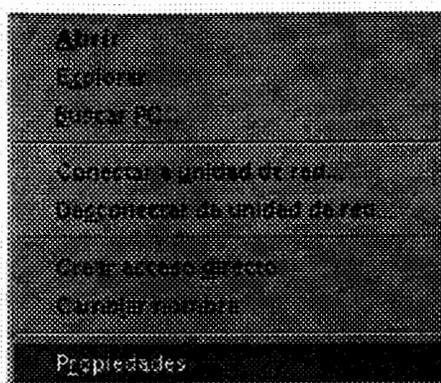


Fig. 6.1 Ventana de Entorno de Red

2. Al dar click izquierdo en propiedades se despliega la ventana de protocolos de red indicada en la figura 6.2.

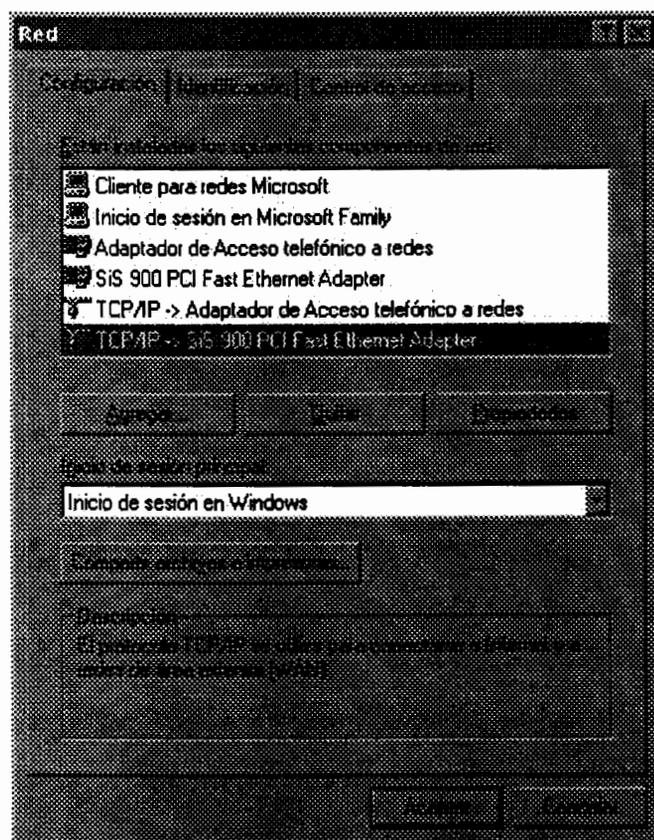


Fig. 6.2 Ventana de protocolos de red

3. Se elige el componente del protocolo TCP/IP que está asociado con la tarjeta de red del computador. Una vez que ya tiene el componente elegido, haga click en Propiedades. Donde se presenta la ventana en la cual colocaremos la dirección IP correspondiente a la PC en la pestaña etiquetada como *Dirección IP* (Ver figura 6.3).

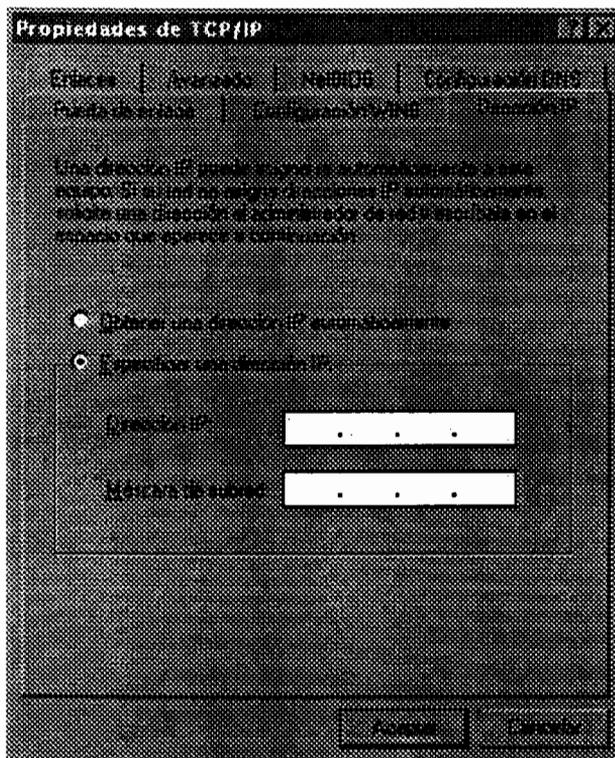


Fig 6.3 Configuración de la dirección IP en la PC

6.2 CONFIGURACION DE LA PUERTA DE ENLACE

Configurada la dirección IP en la PC, ésta necesita conocer la dirección por la cual tenga acceso a internet. A esta dirección se la denomina Puerta de Enlace. Para cambiarla damos click en la pestaña de *Puerta de Enlace* que se encuentra en la ventana mostrada en la figura 6.3. Luego de esto se despliega la ventana donde se configurará la IP de la puerta de enlace según lo indica la figura 6.4.

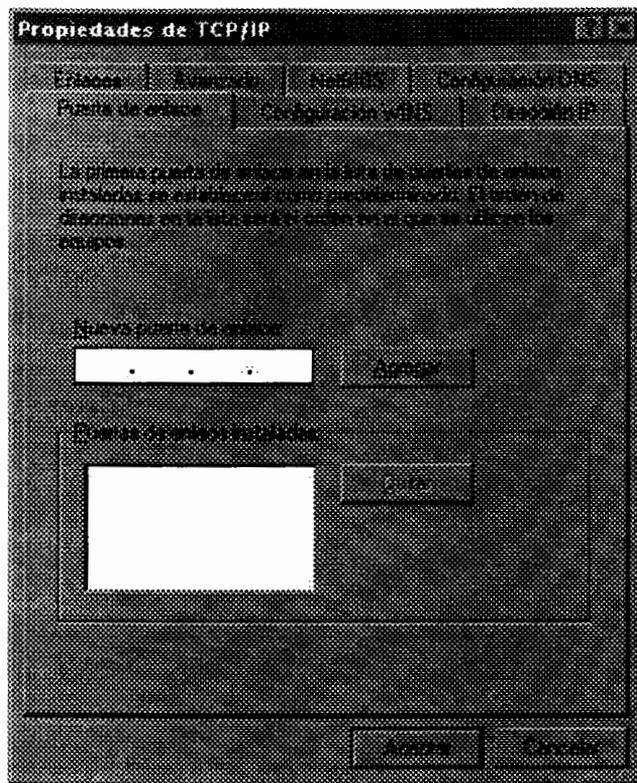


Fig. 6.4 Configuración de la Puerta de Enlace

CAPITULO 7

RESULTADOS DE LABORATORIO

En un laboratorio se realizó la instalación de una pequeña red DSL (cuyo diseño se encuentra en el Anexo A2) para comprobar que esta tecnología puede alcanzar velocidades mayores a las alcanzadas vía "dial up" y que bajo la misma línea telefónica se puede tener el servicio de voz y datos al mismo tiempo sin que uno de los servicios se vea afectado por el otro.

7.1 VERIFICACION DEL SERVICIO DE DATOS

7.1.1 ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE

Luego de haber realizado la configuración en el concentrador y en el módem del usuario es necesario reiniciar los equipos para que los cambios tomen efecto. Si mantenemos conectada la consola al equipo y abierta una sesión del hipertérmino nos podemos dar cuenta del proceso de negociación del enlace y del momento en que éste queda establecido

indicando la velocidad a la cual se conectan. Este proceso lo podemos observar en la figura 7.1.

```

dsl - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
HTUR #0: State = Activating State S1
HTUR #0: State = Active Rx State
0: Normal operation
HTUR #0: State = GOTO Active Tx_Rx State
HTUR #0: State = Active Tx/Rx State
sending BT_OK on port 0
cpe fsm called event CPEM_BTOK state W_B970_LEARN
cpem Recvd f cmd req
cpe fsm called event CPEM_F_CMD_RECV state F_CMD_W_LEARN
cpeMgr sent response 4
Stopping Port Ack timer
cpem Recvd f cmd ack
cpe fsm called event CPEM_F_ACK_RECV state F_ACK_W
Send CPE configuration to concentrator.
Ethernet IP : 0xbf010178/0xfffff00
Default Route: 0x0
AUTO-CFG Flag: 1
Cpe got ONLINE at speed 1536 KBPS
Disconnected | Auto detect | Auto detect | SCROLL | CAPS | NUM | Capture | Print echo

```

Fig. 7.1 Establecimiento del enlace

Así, el usuario tendrá asegurado un acceso a Internet a la velocidad que le entrega el concentrador.

Es importante recalcar que la velocidad entregada por el concentrador (configurada por el proveedor del servicio) dependerá de la distancia del usuario a la central y de las medidas obtenidas en las pruebas de calidad de la línea del cliente.

Sin embargo, el PL-1014 tiene también la opción de configurar sus puertos en “autosense” (autosensar), es decir, que puede repartir su

ancho de banda disponible entre los puertos a los cuales se conecte un módem.

7.1.2 VERIFICACION DE LA CONFIGURACION DEL MODEM

De existir algún problema de conectividad con el módem, el primer paso a realizar es verificar que la configuración del equipo se mantenga igual que la configuración inicial para descartar pérdidas por fallas eléctricas o cambios por algún tipo de manipulación errónea por parte del usuario. Además podemos observar la versión que está usando el equipo, estadísticas y estado actual del mismo.

Para ello podemos ingresar tanto en el modo de usuario como en el modo de configuración una lista de comandos tal que permitan monitorear el módem.

A continuación se detallan los comandos utilizados para este fin:

En el modo usuario:

- "Show config running": Muestra la configuración que está corriendo actualmente en el módem. Esta configuración se encuentra almacenada en la RAM (Random Access Memory).
- "Show config nvram": Muestra la configuración almacenada en la NVRAM (Non Volatile RAM). Todo cambio en la configuración del equipo se guarda directamente en esta memoria pero tomará efecto únicamente después de reiniciar el equipo.

En el modo de configuración:

- “Show control”: Muestra los siguientes parámetros:

Sernum: número de serie del equipo.
 Version: versión de software del CPE.
 Adminstatus: estado administrativo del CPE (1, habilitado; 2, deshabilitado).

- “Show interface”: Al tipear este comando se mostrará los siguientes parámetros de las interfaces:

IF Index: número del puerto lógico.
 Descr: nombre de la interfaz.
 Type: tipo de dispositivo (ethernet, 6; FR, 200).
 Mtu: tamaño del MTU (Maximum Transfer Unit).
 Speed: velocidad en bps.
 Address: dirección IP de las interfaces.
 Adminstatus: estado administrativo de la interfaz (1, up; 2, down).
 Opstatus: estado operacional de la interfaz (1:habilitado, 2:deshabilitado).

- “Show route”: Esta instrucción nos indica:

Destination IP: dirección IP de la red destino.
 next-hop: próximo salto IP para alcanzar red destino.
 ifindex: número lógico asociado a la ruta IP.
 netmask: la dirección de la máscara.

- "Show ethernet": La ejecución de este comando mostrará:

IF Index: valor índice del puerto lógico.
 Iaddress: dirección IP administrativa de la interfaz.
 Netmask: dirección IP de la máscara de la interfaz.
 Setby: este valor se muestra sólo en la interfaz correspondiente a la ethernet y nos indica cómo fue inicializada (1, indica que toma los valores de fábrica; 2, indica que el usuario configuró esta entrada vía SNMP, consola, telnet o http server; 3, cuando luego de reiniciar el equipo toma efecto la entrada previamente guardada en la Nvram).

- "Show ip-wan": Expone lo siguiente:

IF Index: valor índice del puerto lógico.
 Iaddress: dirección IP de la interfaz lógica WAN.
 Netmask: máscara de la interfaz lógica WAN.
 Adminstatus: estado operacional de la interfaz WAN (1:habilitado, 2:deshabilitado).

7.1.3 VERIFICACION DEL ESTADO DEL MODEM

Una vez establecido el enlace, los indicadores led que deben estar encendidos, son los de PWR, STATUS y DSL LNK. El led indicador DSL ACT se encenderá cuando exista actividad en el puerto, por ejemplo cuando el usuario esté navegando.

Para constatar la conexión entre el computador y el módem, debemos asegurarnos de que el led Ethernet LNK esté encendido. Además si

existiera actividad en este puerto el led de Ethernet ACT deberá estar parpadeando.

7.1.4 VERIFICACION DE CONECTIVIDAD IP

La herramienta más efectiva para asegurar la conectividad IP entre un equipo y otro es el comando "Ping", el cual utiliza paquetes "echo request" (solicitud respuesta) y "echo reply" (respuesta), para indicar si existe conectividad IP entre los dispositivos.

Este comando se lo puede ejecutar desde el computador (ventana DOS) o desde el módem (consola, modo usuario).

Así mismo, nos permite tener una idea aproximada de cuan rápido o cuan lento se está llevando a cabo la conexión (tiempo de respuesta) y puede ser una medida para determinar que tan efectivo es el enlace al internet.

En la figura 7.2 se muestra la ejecución del comando ping a una dirección web con lo cual se confirma la conectividad al internet mediante la red diseñada en nuestro laboratorio.

```

C:\WINNT\System32\cmd.exe
C:\>ping www.google.com

Pinging www.google.com [216.239.33.99] with 32 bytes of data:

Reply from 216.239.33.99: bytes=32 time=24ms TTL=64

Ping statistics for 216.239.33.99:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milliseconds:
        Minimum = 24ms, Maximum = 24ms, Average = 24ms
  
```

Fig. 7.2 Prueba de conectividad IP

7.1.5 VERIFICACION DE LA VELOCIDAD DEL ENLACE

La velocidad del enlace entre el concentrador y el módem del usuario puede comprobarse accedendo a la consola del módem DSL mientras los equipos se encuentran negociando. En la figura 7.1 se puede observar el mensaje que aparece una vez que los equipos logran la conexión, esto es, "*Cpe got ONLINE at speed 1536 KBPS*".

En cuanto al usuario, éste no tiene forma de saber cual es la velocidad de conexión y si quisiéramos verificar la velocidad de transferencia de datos se necesitarían de otros equipos o incluso software especializado debido a que esto corresponde al segmento LAN.

7.2 VERIFICACION DEL SERVICIO DE VOZ

Como se puede observar en el Anexo A2 y como hemos explicado en capítulos anteriores para poder tener voz y datos simultáneamente hemos utilizados dos splitters, uno en el lado del usuario residencial y otro en el lado de la Oficina Central. Para efectos de laboratorio el lado del usuario residencial corresponde al lado donde se encuentra la PC, el módem y el teléfono, y la Oficina Central corresponde al lado donde se encuentra el DSLAM y la central telefónica.

Al splitter ubicado en el lado de la Oficina Central llega la línea que conecta al DSLAM y la línea que conecta a un puerto de extensión de la central telefónica. Estas dos se unen para viajar por un solo par de cobre o línea telefónica hasta llegar al splitter que está en el lado del usuario donde se divide nuevamente en dos líneas que van una al módem y otra al teléfono.

Por la propiedad que tiene DSL de separar el ancho de banda utilizado por la voz del ancho de banda utilizado por los datos, el usuario "X" ubicado en la Oficina Central pudo comunicarse con el usuario "Y" ubicado en el lado del usuario residencial y mantener una comunicación estable y de una calidad muy buena.

Comprobamos que mientras se mantenía una llamada telefónica el tiempo de respuesta del canal de datos se mantenía estable sin dar señales de paquetes perdidos o retardos en la conexión.

7.3 SOLUCION A PROBLEMAS

En esta sección, hablaremos de los posibles problemas que se pueden presentar con el módem así como de sus respectivas soluciones. Cabe recordar que algunos de los procedimientos presentados a continuación requieren de cierto dominio en el manejo del equipo y por ello estas opciones son de uso exclusivo del proveedor del servicio, y no del usuario.

Si se está experimentando algún problema con el módem se deben revisar los siguientes puntos:

- **Cables.-** Chequear que todos los cables estén correctamente conectados al equipo, y verificar que sea el cable idóneo.
- **Sistema de Poder.-** Chequear la fuente de poder externa y el cable de poder. Verifique que en el ambiente en el que está expuesto el PL-200 exista una adecuada temperatura y que las ranuras de ventilación del equipo no estén bloqueadas.

- **Conexión a la Red WAN.-** Confirmar que el DLCI configurado en el módem sea el mismo que asignó el proveedor de acceso a la red wan.
- **Conexión a la Internet.-** Confirmar que la dirección IP, máscara y puerta de enlace dados por el ISP sean los mismos que están configurados en el PL-200.

A continuación se presentan casos puntuales que pueden ayudar a resolver ciertos problemas con el módem:

- **Led DSL LNK está apagado.-** Si esto ocurre, asegurarse que la línea telefónica esté operativa, de lo contrario comunicarse con el proveedor para determinar la causa del problema, siempre y cuando estemos seguros de que no es un problema local.
- **Led Status está apagado.-** Esto puede sugerirnos un problema con el sistema operativo del equipo. Puede resolver el problema, desconectar y volver a conectar el equipo.
- **Leds Ethernet LNK y ACT están apagados.-** Confirmar que el cable UTP entre el módem y la pc sea el correcto (corrobore el pinout del cable). Además asegurarse que el puerto ethernet de la pc esté correctamente configurado y en operación.
- **La página del EdgeBrowser no se ejecuta.-** Esto puede suceder porque el PL-200 y el computador no se encuentran en la misma red (verificar dirección IP y máscara), por lo tanto debemos confirmar que esto no esté pasando.

- Los indicadores led están encendidos apropiadamente pero no se logra conexión al internet.- Para resolver este problema podemos acceder a la tabla de enrutamiento del módem y asegurarnos que la puerta de enlace sea la correcta.
- El usuario residencial no escucha tono de invitación a marcar.- En este caso se debe revisar el puerto de extensión de la central telefónica y asegurar que éste no haya sufrido alguna avería. Además revisar que el par que llega a la central sea el correspondiente al usuario y revisar las conexiones a través del tramo que va desde la Oficina Central al usuario residencial para evitar cables sueltos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Comúnmente un usuario residencial se conecta al Internet a través de la red telefónica pública pero constituye un servicio a parte del telefónico, por lo que el usuario además de pagar el servicio de su proveedor de internet debe cancelar a su proveedor telefónico un consumo que incluye las llamadas telefónicas tradicionales y el tiempo que permaneció conectado al internet. A este tipo de conexión se le conoce con el nombre de “dial up”.

Esta es la causa principal por la que muchos usuarios en nuestro país han optado por suspender el servicio de internet en sus hogares. Es por esto que para un usuario residencial el servicio de DSL resultaría muy conveniente, pues tendría acceso al internet de manera ininterrumpida pagando una tarifa plana y a la vez contaría con su línea telefónica para recibir o realizar llamadas, lo que le supondría un ahorro significativo en el consumo de línea telefónica. Adicional a esto el usuario gozaría de

una conexión mucho más rápida y eficiente. Por todas estas razones DSL es una tecnología que puede satisfacer en gran medida los requerimientos de los usuarios, que incluyen calidad de servicio y bajo costo. Sin embargo, debemos recordar que la velocidad del enlace dependerá de la calidad de la línea y de la distancia a la que se encuentre el usuario desde la Oficina Central, siendo estas las dos mayores limitantes que tendría el usuario.

El proveedor antes de brindar el servicio debe verificar el estado de la línea y realizar ciertas mediciones para determinar cual es la velocidad máxima de conexión que puede ofrecer, por ejemplo a un cliente determinado se le podrá brindar una conexión de hasta 128 kbps, y a otro cliente se le podrá brindar una conexión de hasta 32 kbps. Una vez determinados estos valores (distancia y calidad de la línea) el cliente podrá solicitar la velocidad de conexión deseada que esté dentro del rango permitido para él, basándose en los valores obtenidos previamente por el proveedor.

Los equipos utilizados en el laboratorio brindan cierta facilidad en su manejo y configuración, sin embargo en la actualidad existen muchas más variedades de modelos de equipos DSL y con ello una diversidad de funciones y características dependiendo del fabricante. Varias de estas características incluyen: equipos con consolas mucho mas amigables, sistemas operativos que hacen que el equipo sea administrable y configurable remotamente desde el proveedor (evitando así que el usuario manipule el módem), variedad de plataformas y protocolos soportados (Frame Relay, ATM, TCP/IP, VoIP, etc), entre otras.

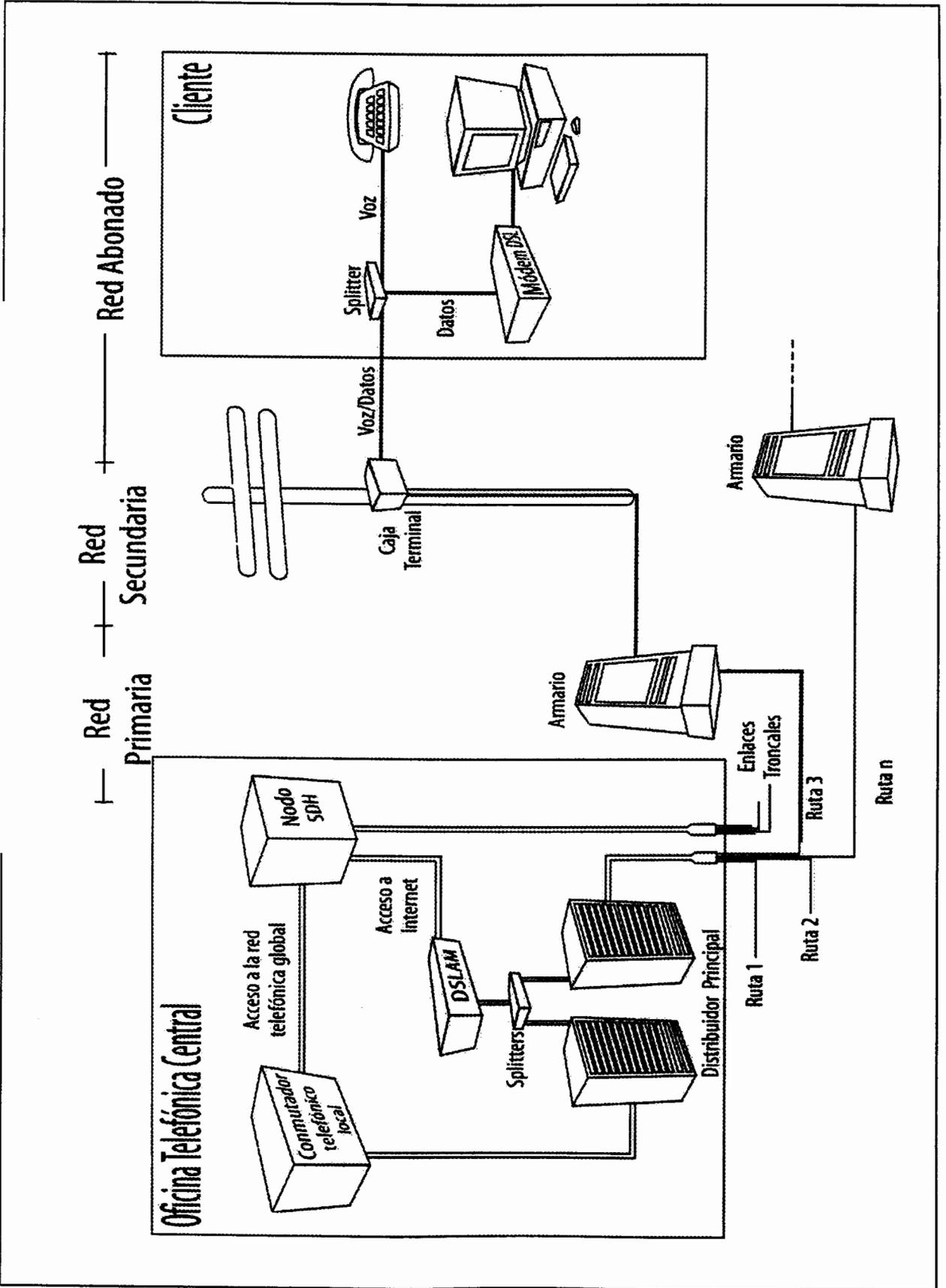
Una vez realizado el laboratorio y verificada la conexión al internet, comprobamos que esta se mantiene mientras se realiza una llamada de

voz. Además, la velocidad de comunicación entre el módem DSL y el concentrador fue de 1.536 Kbps, sin embargo el proveedor de servicio de internet, para efectos del laboratorio, nos brindó un acceso de sólo 32 Kbps por lo que la rapidez que se pudo apreciar en la navegación no alcanzó la rapidez que alcanzaría de tener el acceso igual a los 1.536 Kbps.

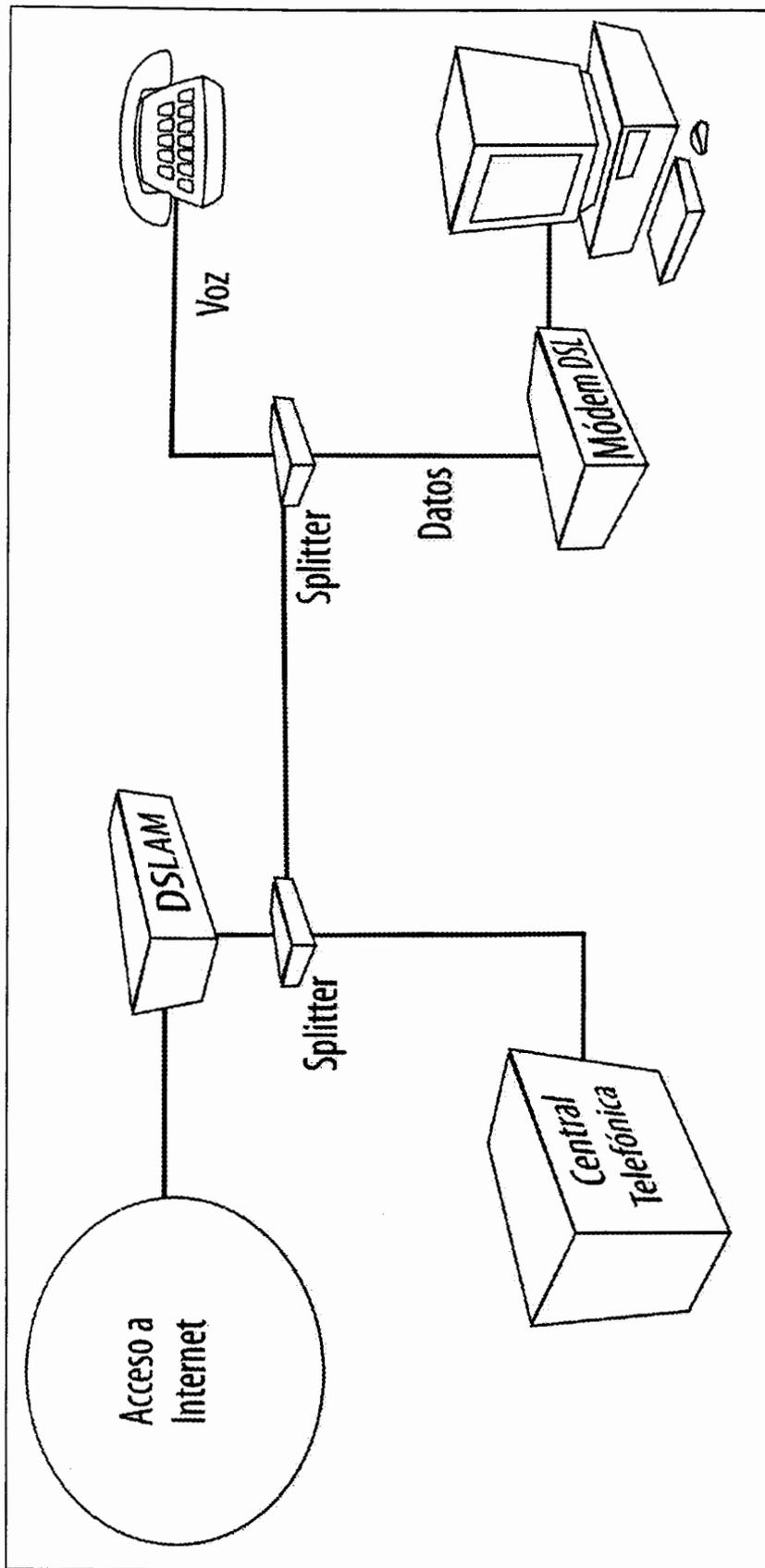
ANEXO

ANEXO A:
Diagrama de la Red DSL

Anexo A1 Esquema General



Anexo A2 Esquema del Laboratorio



ACRONIMOS

- 2B1Q:** Two Binary One Quaternary (Dos Binario Uno Cuaternario)
- ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital Asimétrica)
- AM:** Amplitude Modulation (Amplitud Modulada)
- AMI:** Alternate Mark Inversion (Inversión Alternada)
- ATM:** Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrono)
- ATU-C:** ADSL Termination Unit - Central Office (Unidad de Terminación ADSL-Central)
- ATU-R:** ADSL Termination Unit - Remote (Unidad de Terminación ADSL-Remota)
- BRI:** Basic Rate Interface (Interfaz Básico)
- CAP:** Carrierless Phase/Amplitude Modulation (Modulación Fase / Amplitud sin Portadora)
- CLI:** Command Line Interface (Interfaz de Línea de Comando)
- CPE:** Customer Premises Equipment (Equipos de Usuario)
- DLCI:** Data Link Connection Identifier (Identificador de Conexión de Enlace de Datos)
- DMT:** Discrete Multitone Technology (Tecnología de Multitonos Discretos)
- DSL:** Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital)
- DSLAM:** Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor de Acceso a las Líneas de Abonado Digital)

- E1:** Red digital de alta velocidad de 2.048 Mbps (estándar europeo)
- FDM:** Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencia)
- FR:** Frame Relay
- G.lite:** Standard lite ADSL (ITU G.992.2)
- G.dmt:** Standard full-rate ADSL (ITU G.992.1)
- HDSL:** High-bit rate Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad)
- HDSL2:** High-bit rate Digital Subscriber Line Version Two (Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad Versión Dos)
- HTTP:** Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transmisión de Hipertexto)
- HTU-R:** HDSL Termination Unit - Remote (Unidad de Terminación HDSL-Remota)
- IBM:** International Business Machines
- IDSL:** ISDN Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital RDSI)
- IP:** Internet Protocol (Protocolo de Internet)
- IPX:** Internetwork Packet Exchange (Intercambio de Paquetes Entre Redes)
- ISDN:** Integrated Services Digital Architecture (Red Digital de Servicios Integrados)
- ISP:** Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet)
- Kbps:** Kilo bits por segundo
- LAN:** Local Area Network (Red de Area Local)
- MAC:** Media Access Control (Control de Acceso al Medio)

- Mbps:** Mega bits por segundo
- MODEM:** Modulador Demodulador
- MTU:** Maximum Transfer Unit (Unidad de Máxima Transferencia)
- NAP:** Network Access Provider (Proveedor de Acceso a la Red)
- NAT:** Network Address Translation (Traslación de Dirección de Red)
- NSP:** Network Service Provider (Proveedor de Servicios de Red)
- NVRAM:** Non Volatile RAM (Ram No Volátil)
- PBX:** Private Branch Exchange (Centralita de Extensiones Telefónicas)
- PC:** Personal Computer (Computador Personal)
- POTS:** Plain Old Telephone Service (Servicio Telefónico Analógico)
- PPP:** Point-to-point Protocol (Protocolo Punto a Punto)
- PVC:** Permanent Virtual Circuits (Circuito Virtual Permanente)
- QAM:** Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de Amplitud en Cuadratura)
- RAM:** Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio)
- RDSI:** Red Digital de Servicios Integrados
- RADSL:** Rate Adaptative Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de Velocidad Adaptable)
- SDLC:** Synchronous Data Link Control (Control de Enlace de Datos Síncrono)
- SDSL:** Symmetric Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital Simétrica)
- SNA:** Systems Network Architecture (Arquitectura de Sistemas de Red)

- SNMP:** Simple Network Management Protocol (Protocolo Simple de Gestión de Red)
- SOHO:** Small Office/Home Office (Pequeña Empresa / Teletrabajo)
- SU:** Service User (Usuario de Servicio)
- T1:** Red digital de alta velocidad de 1.544 Mbps (estándar americano)
- TCP:** Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión)
- UTP:** Unshielded Twisted Pair (Par Trenzado sin Apantallar)
- VDSL:** Very High-bit-rate Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de Muy Alta Velocidad)
- VoIP:** Voice over IP (Voz sobre IP)
- WAN:** Wide Area Network (Red de Area Amplia)
- WWW:** World Wide Web
- xDSL:** x-Type Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de Tipo x)

BIBLIOGRAFIA

1. TECNOLOGÍAS ADSL Y XDSL, Walter Goralski, Editorial McGraw Hill.
2. COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORAS, William Stallings, Editorial Prentice Hall, Quinta edición.
3. PL-1014 SERVICE CONCENTRATOR Operation Guide, AccessLan Communications INC.
4. PL-200 Operation Guide, AccessLan Communications INC.
5. www.faqs.org/faqs/datacomm/xdsl-faq/
6. www.howstuffworks.com/dsl.htm
7. www.dslforum.org
8. www.xdsl.com