

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“MEDICION, INSTRUMENTACION Y PREPARACION DE REDES
PARA LA TECNOLOGIA XDSL”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:

Martha Rodríguez Sotomayor

Laura Vacas Mosquera

Franklin Chenche Villacís

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2003

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres, Julio y Laura, de quienes he recibido todo el apoyo durante toda mi carrera universitaria; a Martha Rodriguez una companera y amiga y a Franklin, mis compañeros de tesis, al Ingeniero César Yépez, por su sabia cátedra impartida; y a todos los que de alguna forma colaboraron con un granito de arena para la culminación de la misma, espero no olvidar a nadie...

*Ing. Mario Sión
Ing.Noemi Moreno
Ing. Daniel Arteaga y la DAC
Ing.Vicente Tapia
Ing.Mauricio Vallejo
Sr. Jorge Franco*

Laura Vacas Mosquera

DEDICATORIA

A mis Padres, Julio y Laura, por inspirarme el amor al estudio desde temprana edad; a mis hermanos, tíos y demás familiares que confiaron en mi siempre; a mis buenos Amigos: Jorge y Edison, y mas Compañeros, por los momentos compartidos. A mi esposo Juan por su infinita paciencia y a mi hija Ana Isabel, porque no he sido una mama normal (como ella dice), para dedicarnos una a otra el tiempo que ambas quisiéramos...

A Dios, pues sin él nada habría sido posible!

Laura Isabel Vacas M.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Norman Chootong
SUB-DECANO DE LA FIEC



Ing. César Yépez
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Juan Carlos Avilés
VOCAL



Ing. Pedro Vargas
VOCAL

DECLARACIÓN 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."

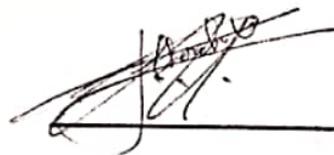
(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Laura Vacas M.



Martha Rodriguez S.



Franklin Chenche

DEDICATORIA

A mis Padres, Julio y Laura, por inspirarme el amor al estudio desde temprana edad; a mis hermanos, tíos y demás familiares que confiaron en mí siempre; a mis buenos Amigos: Jorge y Edison, y más Compañeros, por los momentos compartidos. A mi esposo Juan Carlos por su infinita paciencia y a mi hija Ana Isabel, porque no he sido una mamá normal (como ella dice), para dedicarnos una a otra el tiempo que ambas quisiéramos...

A Dios, pues sin él nada habría sido posible!

Laura Isabel Vacas M.

RESUMEN

Este estudio da a conocer primeramente las nociones básicas de LA TECNOLOGIA XDSL, sus generalidades, así como varios conceptos fundamentales como el de canales de subida y bajada, por citar uno; y también sus tipos, los mismos que ofrecen diversos anchos de banda y alcances o radios de coberturas, las modulaciones empleadas en cada uno de ellos; sus ventajas y desventajas, tanto técnicas como económicas.

También se dedica un capítulo entero a definir las partes básicas de una central, para poder entender como es una red POTs que presta servicios de telefonía únicamente y como es una red que ya cuenta con los elementos de la tecnología DSL. Además se analizan técnica y económicamente los equipos usados para la medición de calidad de una línea existente así como de una nueva, y también de los medios de transmisión en la última milla. Se establecen los parámetros técnicos estandarizados para cada tipo de tecnología, como son capacitancia, pérdidas de enlace, frecuencia de Nyquist, etc... Se conocerán también los típicos problemas que adolecen los usuarios del bucle final, y que serían fácilmente detectables con los equipos adecuados,



disminuyendo costos de operación o de tiempo (regresos de los técnicos a los puntos de trabajo).

Se ha enfocado ligeramente también el aspecto legal, como el conocer que organizaciones rigen al funcionamiento de esta técnica en otros países; y finalmente orientamos los procesos que tendría un buen sistema de instalación, control y hasta de automatización de las pruebas.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| RESUMEN | VII |
| ÍNDICE GENERAL | IX |
| INDICE DE FIGURAS | XII |
| INDICE DE ABREVIATURAS | XIV |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 8 |
| 1.1. Generalidades de la tecnología XDSL: Conceptos básicos | 8 |
| 1.1.1. Tipos de tecnologías XDSL | 18 |
| 1.1.2. Simétrico | 20 |
| 1.1.2.1. HDSL | 20 |
| 1.1.2.2. IDSL | 23 |
| 1.1.2.3. SDSL | 25 |
| 1.1.3. Asimétrico | 26 |
| 1.1.3.1. ADSL | 28 |
| 1.1.3.2. ADSL Glite | 31 |
| 1.1.3.3. RADSL | 34 |
| 1.1.3.4. VDSL | 34 |
| 1.2. Método de separación de las direcciones de transmisión usados en la tecnología XDSL | 37 |
| 1.2.1. Cancelación de eco | 37 |
| 1.2.2. TDM: Múltiplexación en el tiempo | 39 |
| 1.2.3. FDM: Múltiplexación por división de frecuencias | 41 |
| 1.3. Clases de modulaciones aplicadas en la tecnología XDSL | 42 |
| 1.3.1. Modulación CAP | 43 |
| 1.3.2. Modulación DMT | 46 |
| 1.3.2.1. Modulación DWMT | 53 |
| 1.3.3. SLC | 54 |
| CAPÍTULO II: ESTRUCTURA DEL TENDIDO DEL PAR DE COBRE EXISTENTE PARA ANÁLISIS | 55 |
| 2.1. La red telefónica | 55 |
| 2.1.1. Planta interna | 62 |
| 2.1.1.1. Central de conmutación | 62 |
| 2.1.1.1.2. Manejadores de ancho de banda | 68 |
| 2.1.1.2. Tipos de centrales | 69 |
| 2.1.2. Planta externa | 77 |
| 2.1.2.1. Bucle del abonado | 77 |
| 2.1.2.2. Distribución local | 79 |
| 2.1.2.3. Enlaces troncales | 82 |
| 2.2. Arquitecturas con la red XDSL | 84 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO III: Análisis del medio de transmisión | 86 |
| 3.1. Generalidades | 86 |
| 3.2. Características físicas del par de cobre | 90 |
| 3.3. Factores que afectan la transmisión en la tecnología XDSL | 91 |
| 3.3.1. Condiciones externas | 92 |
| 3.3.2. Propiedades de la línea | 98 |
| 3.4. Medios de transmisión | 101 |
| 3.4.1. Líneas de hilo sin recubrimiento | 102 |
| 3.4.2. Par trenzado | 102 |
| 3.4.3. Cable coaxial | 105 |
| 3.4.4. Fibra óptica | 106 |
| 3.4.5. Descripción del medio de transmisión | 109 |
| 3.5. Normas y organizaciones encargadas de la estandarización de DSL | 109 |
| 3.6. Importancia de las pruebas para la instalación de XDSL | 116 |
| CAPÍTULO IV: Equipos e instrumentos para la medición de la calidad y rendimiento del cobre | |
| 4.1. Calificador de cableado para aplicaciones XDSL | 120 |
| 4.1.1. Especificaciones | 120 |
| 4.1.2. Estructura del funcionamiento | 123 |
| 4.1.2.1. Respuesta de frecuencia | 123 |
| 4.1.2.2. Reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR) | 127 |
| 4.1.2.3. Detector de ruido y ruido impulsivo | 130 |
| 4.1.2.4. Prueba de pérdida de tono DMT | 132 |
| 4.1.2.5. Detección de las bobinas de carga | 134 |
| 4.1.2.6. Prueba de servicio | 136 |
| 4.2. Set de prueba portátil | 137 |
| 4.2.1. Estructura de funcionamiento | 137 |
| 4.2.1.1. Módulo detector de bobinas de carga | 140 |
| 4.2.1.2. Módulo multímetro digital (DMM) | 142 |
| 4.2.1.2.1. Comprobación de criterio metálico | 142 |
| 4.2.1.2.2. Control de la longitud del lazo | 143 |
| 4.2.1.2.3. Verificación de voltaje POTS | 147 |
| 4.2.1.2.4. Arreglo de interferencia AC | 148 |
| 4.2.1.3. Módulo TDR | 148 |
| 4.2.1.3.1. Detección de bobinas de carga usando TDR | 148 |
| 4.2.1.3.2. Detección de Bifurcaciones de Puente usando TDR | 149 |
| 4.2.1.3.3. Compatibilidad Espectral | 151 |
| 4.2.1.4. Módulo de Respuesta de Frecuencia o Pérdida de Inserción | 152 |
| 4.2.1.4.1. Detección de Bifurcaciones de Puente usando | 156 |

La prueba de perdida de Inserción

| | | |
|--|---|-----|
| | 4.2.1.5. Modulo prueba de la densidad espectral den potencia | 157 |
| | 4.2.1.6. Emulación de XTUC y XTUR | 158 |
| 4.3 | Análisis Económico de los equipos descritos en nuestro estudio para la Medición e instalación de la tecnología XDSL | 161 |
| CAPÍTULO V: PARÁMETROS TÉCNICOS DEL MEDIO | | |
| 5.1. | Pruebas en XDSL | 165 |
| 5.2. | Detección de Bobinas de Carga | 170 |
| 5.3. | Resistencia del Lazo (Estimación de la Distancia) | 180 |
| 5.4. | Balance Longitudinal del Par | 181 |
| 5.5. | Capacitancia del Cable (Estimación de la Distancia) | 183 |
| 5.6. | Medida de la Distancia con la Resistencia del Lazo | 184 |
| 5.7. | Verificación de Voltaje POTS | 186 |
| 5.8. | Arreglo de Interferencia AC | 187 |
| 5.9. | Prueba de Respuesta de Frecuencia para DSL | 188 |
| 5.10. | Prueba de la Densidad Espectral de Potencia | 193 |
| CAPÍTULO VI : PROTOCOLOS DE MEDICION | | |
| 6.1. | Estrategia para la realización de pruebas en XDSL. | 204 |
| 6.2. | Elementos esenciales de un sistema de pruebas en XDSL | 205 |
| | 6.2.1. Acceso a las Pruebas | 206 |
| | 6.2.1.1. Acceso al Bucle del Servidor | |
| | 6.2.1.2. Función de Conmutación | 142 |
| | 6.2.1.3. Integración del Control | 143 |
| | 6.2.2. Dispositivo Inteligente de Prueba | 209 |
| | 6.2.2.1. Pruebas de Precalificación | 209 |
| | 6.2.2.2. Pruebas de Preinstalación | 209 |
| | 6.2.2.3. Pruebas de Supervisión de Interferencia Espectral Instalación | 210 |
| | 6.2.2.4. Pruebas de Pos Instalación | 211 |
| | 6.2.3. Automatización de las Pruebas | 212 |
| | 6.2.3.1. Acceso y Administración del Bucle | 212 |
| | 6.2.3.2. Reportes de Resultados | 213 |
| | 6.2.3.3. Compartiendo Resultados | 214 |
| | 6.2.3.4. Monitoreo Histórico | 214 |
| 6.3. | Optimización de una solución de acceso a las pruebas de DSL | 214 |

INDICE DE FIGURAS

Pág.

| | |
|--|----|
| Figura 1: División de la banda de frecuencia: para voz, para canales ascendente y descendente..... | 3 |
| Figura 2: Instalación del Splitter para el Servicio XDSL..... | 4 |
| Figura 3: Diagrama Ampliado de los conectadores usados en la instalación de XDSL..... | 5 |
| Figura 4: Estructura básica de un modem HDSL..... | 15 |
| Figura 5: VDSL, ADSL, GLITE (Asimétricos). | 20 |
| Figura 6: Diagrama de bloques de un sistema ADSL..... | 21 |
| Figura 7: Tecnología DSL..... | 29 |
| Figura 8 :Diagrama de bloques de la formación de ecos en un sistema FULL DUPLEX..... | 32 |
| Figura 9: Cancelación de Ecos..... | 33 |
| Figura 10: Método de multiplexación en el tiempo..... | 34 |
| Figura 11: Espectro de la Modulación CAP..... | 38 |
| Figura 12: Diagrama de Bloques del transmisor y el receptor..... | 39 |
| Figura 13: Principios de operación de un sistema DMT..... | 41 |
| Figura 14: División del Espectro..... | 43 |
| Figura 15: Canales Usados y Sin Usar..... | 43 |
| Figura 16: Diagrama simplificado de bloques de un MODEM multiportadora..... | 44 |

| | |
|---|-----|
| Figura 17: El Centro de Operadores en la Central Telefónica Antigua..... | 50 |
| Figura 18: El tendido en las calles de la Red Telefónica Antigua..... | 50 |
| Figura 19: Diagrama simplificado de una Central Local y sus Abonados o Suscriptores..... | 51 |
| Figura 20: Circuito básico de la central..... | 53 |
| Figura 21: Esquema de una central de conmutación..... | 57 |
| Figura 22: Repartidor general..... | 64 |
| Figura 23: Simbología de Tipos de Centrales..... | 71 |
| Figura 24: Niveles de Conmutación en la red telefónica..... | 72 |
| Figura 25: Distribución Local..... | 75 |
| Figura 26: Regleta Numerada..... | 77 |
| Figura 27: Cierre final de una Cruzada dentro del Repartidor General..... | 78 |
| Figura 28: Arquitectura de una red con XDSL..... | 81 |
| Figura 29: Conductores de Cable Suave, 24 AWG, 0,51 mm, blindaje de aluminio y cubierto de polietileno..... | 82 |
| Figura 30: Atenuación vs. Frecuencia..... | 88 |
| Figura 31: Paradiafonía y Telediafonía..... | 92 |
| Figura 32: Localización de los equipos de medición XDSL..... | 122 |
| Figura 33: Calificador de Cables Shark de Consultronics..... | 123 |
| Figura 34: Respuesta de Frecuencia..... | 126 |
| Figura 35: Reflectómetro en el Dominio del Tiempo..... | 127 |
| Figura 36: Reflectómetro en el Dominio del Tiempo..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Figura 37: Resultado de la prueba de ruido..... | 131 |
| Figura 38: Modulación por Multitono Discreto..... | 133 |
| Figura 39: Perdida de Ganancia..... | 134 |
| Figura 40: Bobinas de Carga Detectadas en la Respuesta de Frecuencia..... | 135 |
| Figura 41: Equipo Completo de Pruebas de Calidad..... | 138 |
| Figura 42: Detección de Bobinas de Cargas con el equipo SUNRISE.... | 139 |
| Figura 43: Distancia de la Central hasta el discriminador..... | 141 |
| Figura 44: Una bifurcación de puente en la pantalla del TDR..... | 150 |
| Figura 45: La prueba de Densidad Espectral de Potencia..... | 151 |
| Figura 46: Prueba de perdida de inserción en el par..... | 153 |
| Figura 47: Prueba de Lazo a 13,500 pies/ 26 AWG..... | 154 |
| Figura 48: Prueba de Lazo a 14,000 pies/ 26 AWG..... | 155 |
| Figura 49: Resonancia Múltiple en las Desviaciones de Puente..... | 156 |
| Figura 50: Mediciones de Calidad con Cable Shark..... | 169 |
| Figura 51: Diagrama de la Ubicación de las Bobinas de Carga..... | 170 |
| Figura 52: Detección de una Bobina de Carga a 25 pies..... | 172 |
| Figura 53: Detección de una Bobina de Carga a 6 pies..... | 172 |
| Figura 54: Detección de una Bobina de Carga a 9,500 pies..... | 174 |
| Figura 55: Detección de una Bobina de Carga a 14,000 pies..... | 174 |
| Figura 56: Detección de dos Bobinas de Carga a 14,000 pies..... | 175 |

| | |
|--|-----|
| Figura 57: Detección de una Bobina de Carga a 6,000 pies antes y después de la central..... | 176 |
| Figura 58: Detección de una segunda Bobina de Carga a en el mismo lazo..... | 177 |
| Figura 59: Detección de una Bobina de Carga a 10,000 pies antes y 2000 pies después..... | 177 |
| Figura 60: Detección de la impedancia provocada por un Separador y no por una bobina de carga..... | 178 |
| Figura 61: Detección de dos bobinas de carga desde la oficina central y un usuario..... | 179 |
| Figura 62: Detección de dos bobinas de carga DISTANCIADAS 6,000..... | 179 |
| Figura 63: Chequeo de resistencia..... | 180 |
| Figura64: Control del Balance del Par (Medida de Resistencia)..... | 182 |
| Figura 65: Medición de una Regleta del armario..... | 183 |
| Figura 66: Pruebas de Tip Ring de Capacitancia..... | 184 |
| Figura 67: Pruebas de Tip Ring de Resistencia..... | 185 |
| Figura 68: Pruebas de Tip Ring de Voltaje DC..... | 185 |
| Figura 69: Pruebas de Tip Ring de de Voltaje AC..... | 187 |
| Figura 70: Resultado de Pérdida de Inserción de la Potencia espectral ADSL..... | 189 |
| Figura 71: Pantalla a Modo de Respuesta | 191 |
| Figura 72: Pruebas de Tip Ring de Voltaje AC..... | 191 |
| Figura 72: Resultados de Densidad Espectral de Potencia..... | 193 |

Figura 73: Pantalla de la Configuración del Ruido de fondo.....193

Figura 74: Plantilla de la Potencia Espectral del Ruido de Fondo.....195

ABREVIATURAS Y SIGLAS

| | |
|--------------|---|
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| ANSI | American National Standard Institute |
| ANT | Terminal de Red ADSL |
| ATM | Asynchronous Transfer Mode |
| ATU-C | Unidad de transmisión ADSL de la oficina central |
| ATU-R | Unidad de transmisión ADSL de la oficina remota |
| APIs | Interfaces de Programación de Aplicación |
| Bps | Bits por segundo |
| CAP | Carrierless Amplitud Phase |
| CT | Central Telefonica |
| CORBA | Arquitectura Abierta de Petición de Objeto Común |
| DAVIC | Digital Audio Visual Council |
| DMT | Modulación de Mutitono Discreto |
| DWMT | Discrete Wavelet Multi-Tone |
| DSLAM | Digital Subscriber Line Access Multiplexer |
| DSP | Digital Suscriber Provider |
| DTMF | Dual Tone Multifrequency |
| E1 | Unidad de Velocidad - Standar Europeo (2.048 Kbs) |
| EIA | Electronics Industry Asociation |

| | |
|-------------------------|---|
| EMS | Sistemas de Administración de Elementos |
| Ethernet 10/ 100 | Tarjeta de Red |
| ETSI | European Telecommunications Standard Institute |
| FEXT | Diafonía Lejana |
| FDM | Frecuency Division Multiplexation |
| FTTC | Fibras hasta el registro |
| HDSL | High Bit Rate Digital Subscriber Line |
| Hz | Unidad de frecuencia |
| ISDL | ISDN Digital Suscribe Line |
| ISDN/ RDSI | Internet Services Digital Network/ Red de Servicios Integrados. |
| IFFT | Transformada rápida de Fourier inversa |
| IP | Protocolo de Internet |
| ISP | Internet Server Provider o Proveedor de Servicio de Internet |
| Kbps | Kilo bits por segundo |
| Mbps | Mega bits por segundo |
| Modulacion 2B1Q | Modulación por amplitud de pulso |
| NIC | Network Interface Card o Tarjeta de Interfase de Red |
| PCM | Codificación por Pulsos |
| POTS | Plain Old Telephone Service |

| | |
|------------------------|--|
| PLUG & PLAY | Enchufe y arranque |
| RADSL | Rate Adaptative Digital Subscriber Line |
| RTC | Red Telefónica Convencional |
| SDSL | Symmetric Digital Subscriber Line |
| SLC | Simple Line Code |
| SNR | Relacion Senal Ruido |
| VOD | Video on Demand |
| XDLS | Acronimo de las Tecnologías Línea de Abonado Digital |
| Puerto USB | Universal Series Bus – Conector con apariencia de jack |
| PCI Bus Master | Slot |
| PCM | Codificacion por Pulsos |
| POP | Puntos de Presencia |
| QoS | Quality of Service |
| RDSI | Red Digital de Servicios Integrados |
| RTC | Red Telefónica Convencional |
| TDR | Reflexión en el dominio del tiempo |
| T1 | Unidad de Velocidad - Standar Americano 1,544 Mbps |
| Modulacion 2B1Q | Modulación por amplitud de pulso |
| APIs | Interfaces de Programación de Aplicación (APIs) |
| OSS | Sistema de apoyo a las operaciones |

NEXT

NMSs Sistemas de Administración de Red

NOC Network Operation Center

XML Lenguaje de Etiquetado Extensible



INTRODUCCIÓN

Hasta no hace mucho, dentro del sector de las telecomunicaciones las cuestiones relacionadas con el bucle local se habían mantenido tradicionalmente relegadas a un segundo plano, cuando no totalmente ignoradas. La atención preferente recaía casi exclusivamente en la propia red de transmisión; en concreto, en la red troncal. Es a mitad de la década de los años 90 cuando el concepto nace el concepto de **bucle local**, es decir, empieza a tomar protagonismo debido a la creación y despliegue de los servicios avanzados multimedia, y sobre todo a las expectativas generadas por estas nuevas ofertas. El auge creciente de los servicios de acceso a Internet de alta velocidad, vídeo bajo demanda o televisión interactiva está dirigiendo los ojos del sector al **bucle local de abonado**: la última "milla", el último tramo hacia la era multimedia.

No en vano el segmento empresarial de los países desarrollados cuenta ya con una importante cultura en tecnologías de la información y de las comunicaciones, una concienciación de sus necesidades y requerimientos y una base instalada de sistemas: el ámbito del servicio que se requiere es extensivo y

los aspectos de calidad y velocidad del servicio constituyen factores de importancia crucial.

Es en el entorno empresarial donde, además, las nuevas tecnologías se introducen en primer lugar porque es en este segmento de la demanda donde se obtiene su rentabilidad de la manera más inmediata y en el menor plazo de tiempo en términos comparativos con el mercado residencial. Si bien es cierto que el mercado residencial aparece, en cierta forma, con grandes perspectivas por tratarse de un mercado virgen, el blanco de un abanico de ofertas, lo que realmente se observa es que todavía no ha llegado a generar la demanda suficiente como para crear un mercado realmente significativo.

Aunque desde el punto de vista de extensión el bucle local constituye una pequeña parte de la red, del orden de 1 Kilómetro, en lo que conlleva inversiones supone casi las dos terceras partes de los costes totales de red en términos de instalación, mantenimiento y operatividad. En efecto, el bucle local constituye un área de por sí compleja, dado que conlleva del orden de miles de juntas cableadas individuales, así como conductos bajo tierra y postes de cableado, lo que a su vez supone importantes actuaciones y trabajos de obra



civil para las operaciones de mantenimiento que exigen importantes inversiones financieras.

Y debido al aspecto económico que pesa mucho el segmento empresarial, los países desarrollados cuenta ya con una importante cultura en tecnologías de la información y de las comunicaciones, una concienciación de sus necesidades y requerimientos y una base instalada de sistemas: el ámbito del servicio que se requiere es extensivo y los aspectos de calidad y velocidad del servicio constituyen factores de importancia crucial.



Es también en el entorno empresarial donde, además, las nuevas tecnologías introducen en primer lugar porque es en este segmento de la demanda donde se obtiene su rentabilidad de la manera más inmediata y en el menor plazo de tiempo en términos comparativos con el mercado residencial. Si bien es cierto que el mercado residencial aparece, en cierta forma, con grandes perspectivas por tratarse de un mercado virgen, el blanco de un abanico de ofertas, lo que realmente se observa es que todavía no ha llegado a generar la demanda suficiente como para crear un mercado realmente significativo. Este es el caso particular de nuestro país donde cada vez las ofertas de proveedores de Internet

compiten con cuotas más económicas pero no es suficiente para captar todas las requisiciones del mercado.

El surgir del Internet fue sinónimo de una red mundial a través de la cual toda computadora con una conexión predeterminada por medio de un protocolo específico podía acceder. Con la apertura a los usuarios domésticos de los navegadores Netscape e Internet Explorer, el verdadero boom de Internet comenzaba. Las computadoras que a principios de la década de los ochenta eran casi de uso exclusivo gubernamental, corporativo o de telecomunicaciones, se fueron expandiendo hacia los hogares.

Hoy es de dominio público que el mundo comercial y corporativo de Internet se está reestructurando. En esta ocasión, pretendemos hacer un acercamiento a la nueva modalidad que se está implementando para la transmisión doméstica de datos: **XDSL**. Con esta tecnología en protocolos, los usuarios podrán tener un mejor y mayor acceso a la información existente en Internet; finalmente la productividad en el tiempo y modo de navegación se verán fuertemente incrementados dadas sus características.



XDSL es un grupo de tecnologías de comunicación que permiten transportar información multimedia a mayores velocidades, que las que se obtienen actualmente vía módem, simplemente utilizando las líneas telefónicas convencionales (que conecta al domicilio con la central proveedora del servicio) para transmisión de datos de alta velocidad y, a la vez, para el uso normal como línea telefónica, auspiciado por Bellcore en el año 1989 ofreciendo servicios de banda ancha en el domicilio de los usuarios, similares en cuanto la satisfacción de necesidades a los de las redes de fibra.

La tecnología DSL (Digital Subscriber Line o Línea de Abonado Digital), soporta un gran ancho de banda con unos costes de inversión relativamente bajos, pues trabaja sobre la red telefónica ya existente, convirtiendo la línea analógica convencional en una línea digital de alta velocidad.

Son tecnologías de acceso punto a punto a través de la red telefónica pública (circuitos locales de cable de cobre) sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, que soportan un gran ancho de banda entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red, permitiendo un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.



La denominación de asimétrico es debido a que las velocidades de transmisión y recepción son distintas. La velocidad de bajada, con la que llega la información a nuestro equipo, suele ser bastante mayor que la de subida, con la que se mandan datos desde nuestro equipo, mientras que la definición de simétrica se debe a que las velocidades de transmisión y recepción son iguales.

Esta tecnología necesita un dispositivo módem XDSL terminal en cada extremo del circuito de cobre, que acepte flujo de datos en formato digital y lo superponga a una señal analógica de alta velocidad.

Se llaman **XDSL** ya que los acrónimos de estas tecnologías acaban en "DSL", que está por *Digital Subscriber Line* (línea de abonado digital); las siglas corresponden a **HDSL**, **ADSL**, **RADSL**, **VDSL**, entre otras. Cada una de estas tecnologías tiene distintas características en cuanto a prestaciones (velocidad de la transmisión de datos) y distancia de la central (ya que el cable de cobre no estaba pensado para eso, a mayores distancias peores prestaciones).



Los beneficios del XDSL pueden resumirse en: *Conexión Ininterrumpida y veloz.*

Los usuarios podrán bajar gráficos, vídeo clips, y otros archivos, sin perder



mucho tiempo esperando para que se complete la descarga. *Flexibilidad* : Antes del desarrollo de la tecnología XDSL, aquellos quienes querían utilizar Internet sin ocupar su línea debían adherir otra más; lo que en realidad tenía un costo bastante elevado.

Resumiendo podríamos definir genéricamente a XDSL como al conjunto de tecnologías para la transmisión a través de las líneas de cobre que permite un flujo de información asimétrico y alta velocidad sobre el bucle de abonado.



CAPITULO 1

1.1.GENERALIDADES DE LA TECNOLOGIA XDSL: CONCEPTOS BASICOS

El factor común de todas las tecnologías XDSL es que funcionan sobre líneas de cobre simples que poseen un ancho de banda prácticamente muy superior al impuesto por la red telefónica a un canal de voz, y aunque cada una tiene sus propias características, todas utilizan la modulación para alcanzar elevadas velocidades de transmisión. Además de colocar dispositivos adecuados, uno en el domicilio del usuario y otro en la terminación del bucle de abonado, se puede tener un enlace con una capacidad de varios Mbps (hasta 8 Mbps en sentido descendente y 640 Kbps en sentido ascendente).

- Esta tecnología ofrece servicios de banda ancha sobre conexiones que no superen los 6 Km. de distancia entre la central telefónica y el lugar de conexión del abonado; dependiendo de :
 - Velocidad alcanzada
 - Calidad de las líneas
 - Distancia
 - Calibre del cable
 - Esquema de modulación utilizado

La ventaja de las técnicas consiste en soportar varios canales sobre un único par de cables. Basándonos en esto, los operadores telefónicos proporcionan habitualmente tres canales: dos para datos (bajada y subida) y uno para voz.

Canal Downstream (Canal de bajada)

Desde la central telefónica hasta el usuario, con el que se pueden alcanzar velocidades entre 1.544 Mbps y 6.3 Mbps. Este canal se puede presentar al usuario como uno solo, ó múltiples subcanales, siempre dependiendo de la función a realizar.

Las transmisiones de recepción residen en la banda de espectro más baja (centenares de Khz).

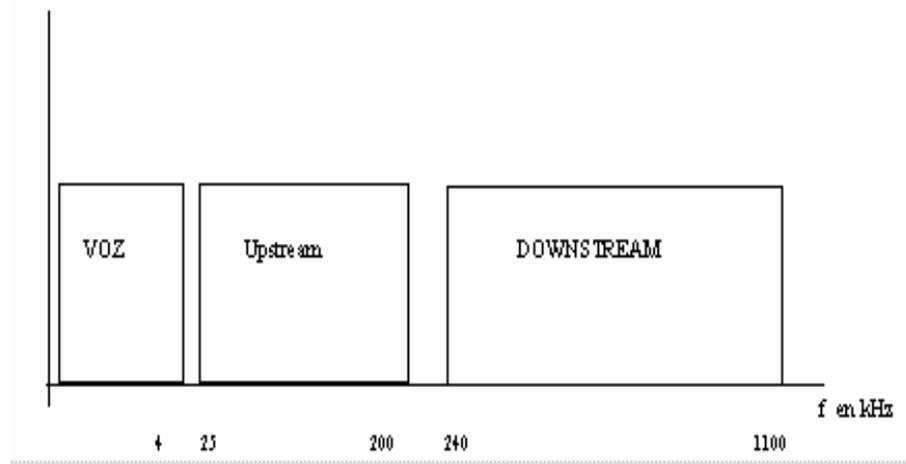


Figura 1: División de la frecuencia en: banda para voz, para canales ascendentes y descendentes.
Fuente: Notas Técnicas XDSL

Canal Upstream (Canal de subida o Canal Ascendente)

Desde el usuario hasta la central telefónica, con velocidades que varían entre 16 Kbps y 640 Kbps.

Las transmisiones de envío residen en la banda de espectro más alta (centenares de Khz).

Canal telefónico

Puede ser usado para el servicio tradicional telefónico o bien para RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

Este canal es separado de los dos anteriores mediante el uso de filtros externos, y es alimentado por la central telefónica, para mantenerlo operativo aún en el caso de una caída de tensión en la oficina o casa del abonado. Las transmisiones de envío y recepción de voz, se realizan en la banda base, de hasta 4 Khz.

La tecnología empleada transforma las líneas telefónicas normales en líneas digitales de alta velocidad aumentando considerablemente la velocidad de conexión a Internet es decir permite utilizar el mismo cableado que la línea RTC (red telefónica convencional) estándar que se tiene instalada en las terminales telefónicas para la transmisión digital de datos, aunque es imperante la instalación de un pequeño dispositivo en la entrada de la línea doméstica llamado *Splitter*, que no es sino un filtro que separa la voz de los datos.

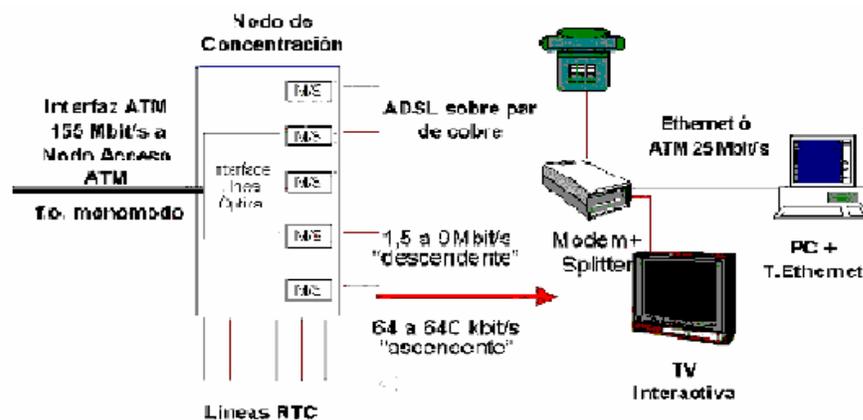


Figura 2: Instalación del Splitter para el Servicio XDSL
Fuente: Tecnología XDSL en banda ancha

El Splitter (separador) se coloca delante de los módems del usuario y de la central; está formado por dos filtros, uno paso bajo y otro paso alto cuyo objetivo es de separar las señales transmitidas por el canal en señales de alta frecuencia (datos) y señales de baja frecuencia (Telefónicas), dividiendo así la línea normal en tres canales; uno será utilizado para la conexión telefónica de voz normal, como ha sido hasta ahora y dos más que serán utilizados para la transmisión de datos en la conexión a Internet.

El tener estos tres canales hace que, aunque el usuario se encuentre conectado a Internet, el primer canal para la conexión telefónica normal quede libre, pudiendo recibir llamadas o hacer llamadas telefónicas al mismo tiempo que se

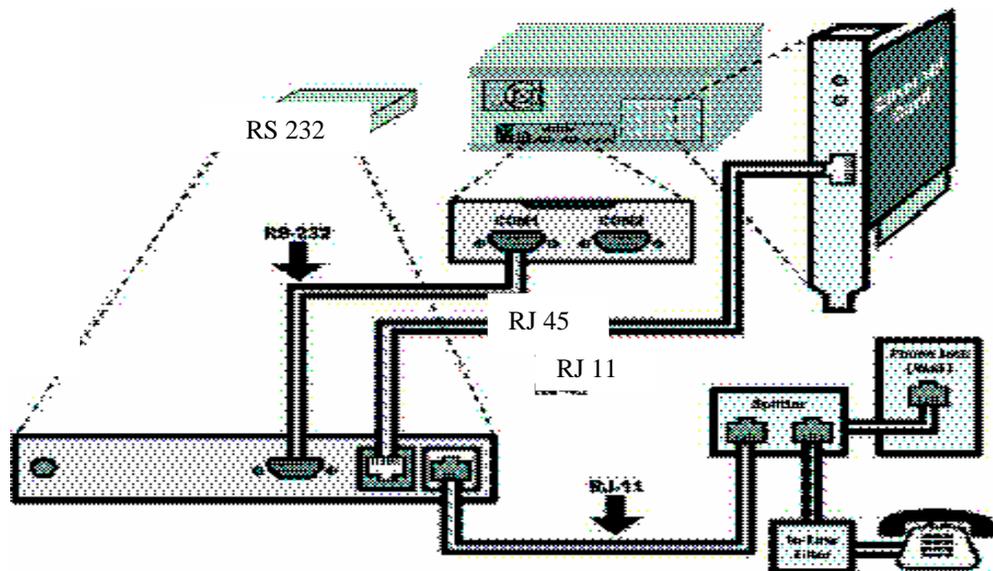


Figura 3: Diagrama Ampliado de la conexión en la instalación de XDSL. Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

mantiene la conexión a Internet. De una manera común, se puede explicar como si se contaran con dos líneas telefónicas.

Los dos canales de datos son asimétricos, es decir, no tienen la misma velocidad de transmisión de datos. El canal de recepción de datos tiene mayor velocidad que el canal de envío de datos. Esto permite alcanzar mayor velocidad en el sentido red-usuario, ya que en conexiones a Internet la información recibida por el usuario es mucho mayor que la enviada.

La estructura del funcionamiento de ADSL está conformada por:

- ADSL Network Terminator (**ANT**) cuya traducción es terminal de red ADSL y Network Interface Card o tarjeta de interface de red (NIC)
- Diseño con Splitter o sin Splitter
- DSLAM y Loop de la compañía telefónica
- Conexión hacia el **ISP**

Lo esencial para poder tener una conexión ADSL es el uso de una Terminal de Red ADSL (ANT) o en su defecto una tarjeta de interfaces de red (NIC).

Una ANT, ubicada en su casa u oficina provee la conexión IP. Una **ANT**, puede ser:

- Router ANT con una interfaz 10/100baseT
- Bridge ANT con una interfaz 10/100baseT
- ANT con una interfaz ATMF
- ANT con interfaz USB
- Tarjeta Integrada ANT/NIC

En cualquiera de los casos, la ANT/NIC provee una dirección enrutada hacia el ISP. Cada ISP debería especificar la configuración que usarán (ya que XDSL se aplica a líneas de cobre, por lo general los ISP que gozan de esta tecnología son las Compañías Telefónicas, aunque muy pronto se espera XDSL wireless). La configuración más apropiada para un usuario de Linux sería una ANT con una interfaz 10BaseT, ya que el costo / configuración es menor. Las otras opciones requieren de controladores especiales, los cuales no están aún disponibles para la comunidad Linux. La mala noticia quizás sea que algunos ISP sólo trabajan con ANT/NIC no soportadas por Linux.

La ANT se conecta dentro de su hogar por medio de cableado (línea telefónica de dos cables). Este cable se conecta directamente al bucle local o del abonado, o bien, dependiendo de las configuraciones, se puede hacer uso de un Splitter.

El módem digital o rotore debe estar accesible a la oficina central (CO) de telefonía local, donde la compañía telefónica tiene instalada un DSLAM que es un multiplexor que reúne varios usuarios y envía su información por un enlace troncal. La señal es transmitida desde la línea telefónica de cobre por nuestra red backbone, y directamente al router del servidor XDSL, donde se verifica el acceso a la red y da servicio para la conexión a Internet.

XDSL utiliza más que un ancho de banda sobre las líneas de cobre, con frecuencias superiores al ancho de banda telefónico (300Hz hasta 3.200Hz), XDSL puede codificar más datos y transmitir a más elevadas tasas de datos que por otro lado esta posibilidad estaría restringida por el rango de frecuencias de una red POTS.

Para utilizar frecuencias superiores al espectro de audio de voz, equipos XDSL deben instalarse en ambos terminales y un cable de cobre entre ellos debe ser capaz de sostener las altas frecuencias para completar la ruta. Esto quiere decir que las limitaciones del ancho de banda de estos aparatos debe ser suprimida o evitadas. En general, en los servicios XDSL, el envío y recepción de datos se establecen a través de un módem XDSL (que dependerá de la clase de DSL utilizado). Estos datos pasan por un dispositivo, llamado "Splitter", que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio XDSL. El otro

método de conexión, sin "separador" o Splitter, consiste en utilizar un filtro RJ11. Esto es, si desea conectar componentes análogos, como el caso de un Fax, se conecta un filtro RJ11, el cual elimina la señal digital de la línea.

Las transmisiones de voz, residen en la banda base (4 Khz. e inferior), mientras que los canales de datos de salida y de entrada están en un espectro más alto (centenares de Khz.). El resultado 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. La tecnología xDSL soporta formatos y tasas de transmisión especificados por los estándares, como lo son T1 (1.544 Mbps) y E1 (2.048 Mbps), y es lo suficientemente flexible para soportar tasas y formatos adicionales como sean especificados (Ej. 6 Mbps asimétricos para transmisión de alta velocidad de datos y vídeo).

Los requerimientos técnicos de instalación no resultan ser demasiado especializados que la mayoría de los estándares del mercado. Las necesidades mínimas son:

- ADSL con Módem Procesador Pentium (o compatible Pentium). Se recomienda Pentium a 300 Mhz o superior
- 32 Mb o más de memoria RAM
- Sistema operativo Windows 95, Windows 98 o Windows NT 4.0

- Puertos físicos (cualquiera de los siguientes): Puerto USB, Tarjeta Ethernet 10/100 o un Slot PCI Bus Master

Ventajas y Limitaciones de XDSL

Ventajas Para el usuario:

- Acceso de alta velocidad, mucho mayor que el convencional módem de 56kbps
- Conexión permanente y sin interrupciones.
- El enlace resulta dedicado, a diferencia del cable que es "compartido" con otros usuarios

Ventajas Para la compañía proveedora del servicio:

- Doble funcionalidad del mismo cable
- Desocupación de la central de telefonía
- Disminución de riesgo en el colapso de la red telefónica
- Facilidad de instalación

Limitaciones.

- 1) No todas las líneas pueden ofrecer este servicio.
- 2) En el caso del "ADSL lite" la (mala) calidad del cableado en el domicilio del usuario puede afectar negativamente el funcionamiento del sistema.

- 3) Los módems ADSL son caros. Con la introducción del estándar ADSL LITE los precios bajarán considerablemente.
- 4) Solo cubre el tramo desde el domicilio del usuario hasta la central de Telefonía ADSL.

Como es palpable las desventajas tienen que ver, principalmente, con infraestructura y métodos de comercialización. Sin embargo, desde un aspecto puramente técnico, **XDSL** incluye todos los elementos propios para la optimización del uso de Internet doméstico.

1.1.1 TIPOS DE TECNOLOGIA XDSL

Existen diferentes tipos de tecnologías de XDSL disponibles en el mercado con distintas características de velocidad y aplicaciones que varían de acuerdo al tipo de usuario. XDSL es un acrónimo genérico con el que se tilda una familia de servicios dedicados, se divide en dos grandes grupos: Simétricos y Asimétricos.

TABLA I

| | MODULACION | VEL BAJADA | VEL SUBIDA | TECNOLOGIA |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| IDSL | 2B1Q | 56,64,128,144 Kbps | 56,64,128,144 bps | SIMETRICA |
| HDSL | 2B1Q | 1.5 Mbps | 1.5 Mbps | SIMETRICA |
| SDSL | 2B1Q | 160 Kbps-1.1Mbps | 160 Kbps-1.1 Mbps | SIMETRICA |
| ADSL | CAP | 1.5 Mbps-8 Mbps | 64-800Kbps | ASIMETRICA |
| ADSL Glite | CAP | 1.5 Mbps | 384 Kbps | ASIMETRICA |
| RADSL | DMT | 1.5 Mbps-8Mbps | 64-800Kbps | ASIMETRICA |
| VDSL | CAP | 13 Mbps-52Mbps | 1.5 Mbps-3Mbps | ASIMETRICA |

TABLA I: VELOCIDADES, MODULACION Y TECNICAS XDSL

1.1.2 SIMETRICO

La tecnología simétrica proporciona la misma cantidad de ancho de banda de la red al abonado y viceversa. La constituyen HDSL, IDSL y SDSL entre los más reconocidos.

HDSL

- High Bit Rate Digital Subscriber Line (Línea de Alta Razón de Cambio de Bits Digital del Subscriptor)

IDSL

- Integrated Digital Subscriber Line (Línea Integrada Digital del Subscriptor)

SDSL

- Single Pair Digital Subscriber Line (Línea Digital del Par Único)

1.1.2.1 HDSL

Es la más antigua y avanzada de las variantes de XDSL. Se usa para transmisión digital de banda ancha dentro de instalaciones de empresas y compañías telefónicas donde existen grandes redes de datos y es necesario

transportar información a muy alta velocidad de un punto a otro. La principal característica de HDSL es que es simétrica: la velocidad desde la central al usuario y viceversa será la misma, es decir está disponible una cantidad igual de ancho de banda en ambas direcciones. Por esta razón, su máxima tasa de transferencia de datos es menor que la de ADSL.

La velocidad que puede llegar a alcanzar es de 1,544 Mbps (full duplex) utilizando dos pares de cobre y 2,048 Mbps sobre tres pares, aunque la distancia de 4.500 metros que necesita es algo menor a la de ADSL. HDSL permite conectar sistemas PABX/PBX, lazos locales digitales, servidores Internet, POP's (Points Of Presence o Puntos de Presencia).

Hay dos opciones diferentes para la línea de código recomendadas; la modulación por amplitud de pulso 2B1Q y modulación por amplitud de fase (Carrierless Amplitude Phase o CAP). CAP es aplicable para 2.048 Mbits/s, mientras que para 2B1Q están definidas dos tramas diferentes. Estas modulaciones serán descritas con mayor exactitud más adelante.

HDSL está enfocado principalmente hacia usos empresariales (interconexión de nodos proveedores de Internet, redes privadas de datos, enlaces entre

pequeñas centrales, etc.) más que hacia el usuario (cuyas necesidades se verán cubiertas por las tecnologías ADSL y SDSL).

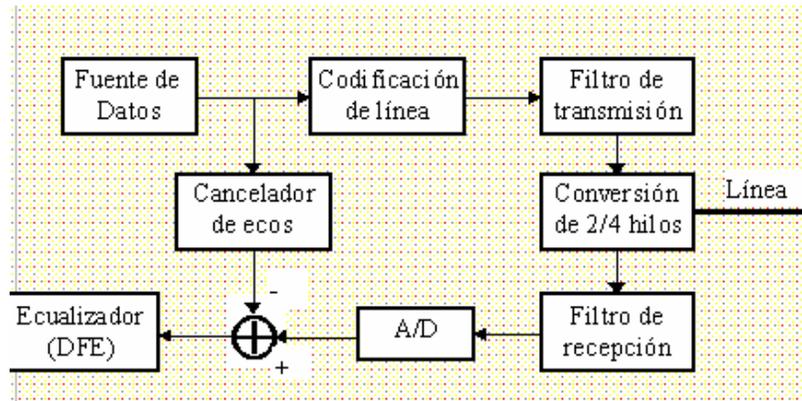


Figura 4: Estructura básica de un MODEM HDSL
Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos

CARACTERÍSTICAS

- Sistemas multipares, es decir división del flujo principal en dos flujos de 1168 kbps para E1 o en dos de 784 kbps para T1 (se necesitan dos pares)
- Es una extensión de los lazos de abonados de las ISDN de banda estrecha
- División del flujo principal en tres flujos de 784 kbps para E1 (se necesitan tres pares)
- Utilización del código 2B1Q
- Necesita un transreceptor para cada par
- La tecnología HDSL tiene como objetivo ofrecer los servicios T1 y E1

(Según la situación geográfica) sobre los pares de cobre existentes pero a menor costo, mayor calidad y rapidez en su instalación.

APLICACIONES

- Acceso a las Redes Troncales de Fibra
- Vídeo Conferencia
- Lleva los grupos E1 / T1 hasta abonados que lo demanden (PABX's)
- Acceso a servidores de Internet
- Enlaces CAD /CAM
- Acceso Remoto de Datos

1.2.1.2 IDSL

IDSL sólo puede transportar datos. Esta tecnología es simétrica, similar a la SDSL, pero opera a velocidades más bajas y a distancias más cortas. ISDN se basa el desarrollo DSL de Comunicaciones Ascendentes (Ascend Communications)

Utiliza el mismo código de modulación que ISDN/ RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), denominado 2B1Q para la entrega de servicios sin condicionamiento de la línea especial; difiere de ISDN/RDSI en aspectos como:

IDSL es un servicio no conmutado a diferencia de ISDN/RDSI, no causa congestión del conmutador en la Oficina Central del Proveedor de Servicios.

El acrónimo DSL era originalmente usado para referirse a una banda estrecha o transmisiones de acceso básico para Redes de Servicios Integrados Digitales - Integrated Services Digital Network (ISDN-BA). Los módem ISDN-BA emplean técnicas de cancelación de eco (EC) capaces de transmitir full duplex a 160 kbit/s sobre un simple par de cables telefónicos. Los transreceptores ISDN-BA basados en cancelación de eco permiten utilizar anchos de banda de ~10 kHz hasta 100 kHz, y esto es instructivo para notar que la densidad espectral más alta de capacidad de los sistemas DSL basados en 2B1Q está cerca de los 40 kHz con el primer espectro nulo a los 80 kHz.

ISDN/RDSI requiere establecimiento de la llamada mientras que IDSL no, es un servicio siempre activo. Proporciona un caudal dúplex de hasta 144 Kbps. Limitación de distancia con hilo de 24 AWG 5,5 Km (con equipo especial se puede extender la distancia). Aplicaciones: Acceso a Internet/Intranet, Navegación Web, Telefonía sobre IP, video-teléfonos.

CARACTERISTICAS

- IDSL permite estar siempre conectado mientras el ordenador está encendido

- IDSL es un servicio dedicado para cada usuario
- Proporciona un caudal dúplex de hasta 144kbps
- Ciertos módem IDSL emplean técnicas de cancelación de ecos

1.2.1.3 SDSL

Es una versión individual de HDSL. SDSL transmite señales T1 o E1 sobre un par trenzado. Puede soportar estándares de transmisión de la línea telefónica y simultáneamente sobre T1/E1. La tecnología SDSL es recomendable para pequeños suscriptores (como usuarios en el hogar) equipados con una línea telefónica individual.

Espectralmente es igual a la tecnología 2B1Q usada por HDSL y la RDSI americana para asegurar compatibilidad con otras tecnologías de líneas de alta velocidad.

Utiliza un único par de Cobre. Posee un rango máximo de operación de 3 Km. Dentro de la limitación de distancia, será posible mantener una velocidad similar a HDSL.

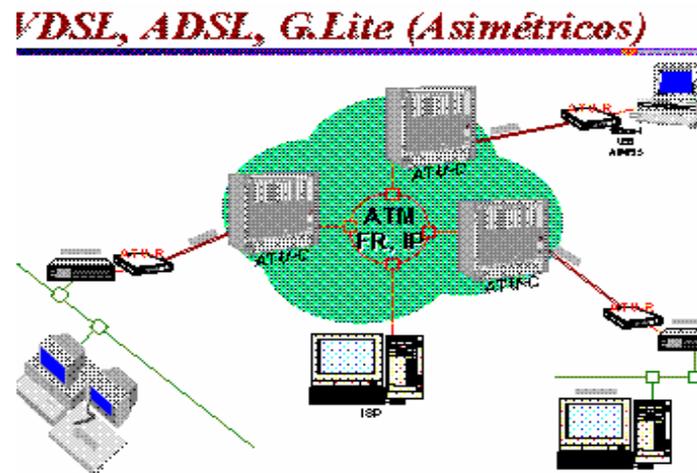
Esta norma se encuentra aún en la fase de desarrollo. SDSL puede acomodarse a aplicaciones que precisen idénticas velocidades de red a abonado y viceversa como videoconferencia ó computación alternativa.

CARACTERISTICAS

- Lo esencial es que HDSL opera sobre un simple par de cobre.
- Permite una fácil implementación de aquellas aplicaciones que requieren velocidades de datos simétricas sobre un simple par de cobre manteniendo el servicio tradicional en el mismo lazo.
- Uso potencial, T1 fraccionado, con particular ventaja en los sistemas de 768 KPSS, las redes LAN de acceso remoto, incluidas las de trabajo desde el hogar, aprendizaje a distancia, acceso a Internet y otras.
- Como emplea un solo par, presenta más limitaciones de alcance que la técnica HDSL (unos 3 Km.)

1.1.3 ASIMETRICO

La tecnología asimétrica proporciona mayor ancho de banda de la red al abonado y menor ancho de banda del abonado a la red, esto se debe a que existe mayor tráfico de datos de bajada que de subida puesto que esta subida solo puede ser utilizada por una simple selección en un “presione aquí o la revisión de un correo electrónico“. Está formada por ADSL, ADSL GLITE, RADSL y VDSL.



**Figura 5: VDSL, ADSL, GLITE
(ASIMETRICOS)**
Fuente: Sunrise Telecom pruebas en XDSL

ADSL

- Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea Asimétrica Digital del Subscriptor)

ADSL GLITE

- Línea de Abonado Digital Pequeña

RADSL

- Línea de Abonados Digital de Tasa Adaptable

VDSL

- Very High Bit Rate digital Subscriber Line (Línea del Subscriptor de Muy Alta Razón de Cambio de Bits)

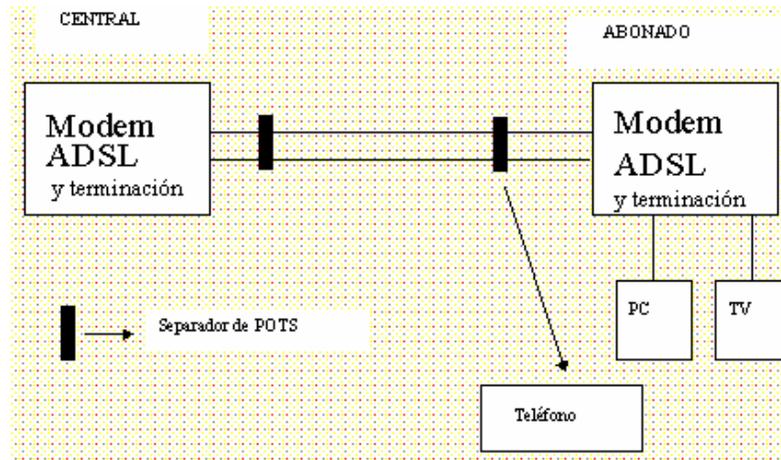


Figura 6: Diagrama de bloques de un sistema ADSL
Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

1.1.3.1 ADSL

Se trata de una nueva tecnología para módems, por la que convierte el par de cobre que va desde la central telefónica hasta el usuario en un medio para la transmisión de aplicaciones multimedia, transformando una red creada para transmitir voz en otra útil para cualquier tipo de información, sin necesidad de tener que reemplazar los cables existentes, lo que supone un beneficio considerable para los operadores, propietarios de las mismas.

Con ADSL la disponibilidad del ancho de banda se divide desigualmente, y la porción más grande está localizada hacia el tráfico de bajada. El rango de la tasa va desde T1 a 8 Mbps de bajada, con 16 kbps a 640 kbps de subida. ADSL debería probar su utilidad en pequeñas oficinas u hogares para aplicaciones de vídeo interactivo, aplicaciones cliente/servidor y telecommutación, donde la mayoría de los datos fluye sobre un camino.

Gracias a ADSL es posible hablar por teléfono mientras se transmiten datos, gracias a filtros que distinguen entre voz y datos; Con ADSL se puede ofrecer a cada suscriptor servicios de altas velocidades a Internet y el acceso en-línea, Telecommutación (trabajo en casa), **VOD** (video de demanda), entre otras.

La CAP y DMT son actualmente dos "códigos de la línea" o sistemas de modulación en el mercado para ADSL, ambos están basados en el sistema QAM aunque cada uno lo adopta de una forma distinta.

La tecnología ADSL establece tres canales independientes sobre la línea telefónica estándar:

- El primero es el canal estándar que se utiliza para transmitir la comunicación normal de voz (servicio telefónico básico).
- El segundo es el canal de alta velocidad que llega desde 1 a 9 Mbps.
- El tercero es el canal de velocidad media que llega desde 16 a 640 Kbps.

El sistema ADSL lo que realiza es una división de frecuencia sobre el cable de línea telefónica, de forma que no impide tener una conversación con un amigo y a la vez estar conectado a Internet y buscar documentación. Para poder realizar dicha división de frecuencias, el ADSL utiliza FDM (Frequency División Multiplexation), multiplexación por división de frecuencia o la cancelación de ecos, estas modulaciones serán tratadas con mayor profundidad más adelante.

Los principales beneficios que proporciona ADSL son: Capacidad simultánea de voz/fax e Internet sobre una única línea telefónica. Acceso a Internet a alta velocidad de forma ininterrumpida, lo que permite estar siempre "en línea"; ADSL supera las prestaciones de los módem convencionales V.34/V.90. Solución económica para clientes residenciales, "telecommuting", pequeñas empresas, etc. Mayor seguridad de datos que supera a otras tecnologías como módem de cable. ADSL permite dos tipos generales de aplicaciones: vídeo interactivo y comunicaciones de datos a alta velocidad. Las principales áreas de aplicación de la tecnología ADSL son: "Telecommuting". Acceso a redes corporativas. Estaciones interactivas de trabajo y videoconferencia, etc. Video Interactivo.

CARACTERÍSTICAS

- Es una extensión de **HDSL**
- Presencia de tráfico asimétrico, típico de los servicios multimedia activos
- Existe un flujo principal o descendente (“downstream”, flujo D) de gran velocidad y otro secundario o ascendente de relativa baja velocidad, (“upstream”, flujo u)
- Flujo D entre 1.5 y 9 Mbps, flujo U entre 16 y 640 Kbps
- Las redes basadas en ADSL se adaptan bien al tráfico ATM
- ADSL usa un simple par telefónico para la transmisión. Muchos ISP han reconocido su potencialidad para soportar diversas aplicaciones de datos
- No hay tiempo de conexión en cada acceso. El sistema está en espera hasta que el usuario solicita el servicio

APLICACIONES

- Vídeo por demanda (VoD)
- Accesos a Internet
- Servicio multimedia interactivos

1.1.3.2 ADSL GLITE

Corresponde a una versión de más sencilla y bajo coste que ADSL, también conocida como G.Lite, Splitterless ADSL o Universal ADSL, con la que

se puede alcanzar una velocidad descendente de 1,5 Mbit/s y ascendente de 384 kbit/s, que en algunos casos puede llegar a una distancia de hasta 6 Km., pero desgraciadamente para los consumidores, G.Lite es más lento que ADSL pues sacrifica velocidad para evitar instalar un Splitter en casa del usuario, para separar una banda de 4 kHz para la línea telefónica habitual, y verificar la instalación interior, pudiendo el propio usuario realizar toda la instalación por sí mismo, de una manera muy sencilla.

Como ADSL requiere bucles de abonado no muy largos y con buena calidad en cuanto a aislamiento y resistividad, lo que no siempre está disponible, en cuyo caso habría que aplicar ADSL Lite, que aunque ofrece menos prestaciones ya que sólo llega hasta 1,5 Mbps es más fiable.

La diferencia clave entre la versión ADSL y ADSL G.lite son los filtros (Splitter) necesarios para poder separar el canal telefónico de voz del de transmisión de datos DSL.

En el caso de la versión ADSL G.Lite no es necesaria la instalación de este filtro por parte de la compañía, tan sólo hay que conectar el módem ADSL a la línea telefónica. Si se quiere utilizar un teléfono para el canal de voz, es entonces cuando será necesario instalar unos pequeños filtros (Microfilter) en cada toma

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

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

CARACTERÍSTICAS

- Evita instalar un Splitter en el equipo del usuario sacrificando velocidad
- El usuario puede realizar por si mismo la instalación
- Para evitar interferencia se puede colocar microfiltros

1.1.3.3 RADSL

Es espectralmente compatible con voz y otras tecnologías DSL sin el bucle local. Se ajustan de forma dinámica a las condiciones de la línea y su longitud. Esta variante soporta software que automáticamente y dinámicamente ajusta la velocidad a la cual pueden transmitirse las señales en la línea telefónica de determinado cliente.

Se caracteriza porque aunque disminuya la calidad de la línea esta tecnología no corta la transmisión. Para esto el módem monitorea la señal enviando una senoidal para medir la relación señal/ ruido. Velocidad máxima ascendente:

1 Mbit/s. Velocidad máxima descendente: 12 Mbit/s.

1.1.3.4 VDSL

También llamada al principio VADSL y BDSL, permite velocidades más altas que ninguna otra técnica pero sobre distancias muy cortas, estando todavía en fase de definición. Alcanza una velocidad descendente de 52 Mbit/s sobre distancias de 300 metros, y de sólo 13 Mbit/s si se alarga hasta los 1.500 metros, siendo en ascendente de 1,5 y 2,3 Mbit/s respectivamente. En cierta medida VDSL es más simple que ADSL ya que las limitaciones impuestas a la transmisión se reducen mucho dadas las pequeñas distancias sobre la que se

ha de transportar la señal; además, admite terminaciones pasivas de red y permite conectar más de un módem a la misma línea en casa del abonado.

Probablemente VDSL será una tecnología con preferencia de uso en aplicaciones con mayor ancho de banda, como manejo de imágenes médicas, video en tiempo real o televisión de alta definición.

VDSL está destinado a proveer el enlace final entre una red de fibra óptica y las premisas.

Un aspecto de la especificación VDSL que está siendo estudiado es el ancho de banda del sistema. Si el código de línea utilizado para VDSL es CAP (una variante de QAM), entonces el ancho de banda del sistema mapea directamente algún valor para un rango de símbolo. El rango del bit es dado por el tipo de QAM utilizado.

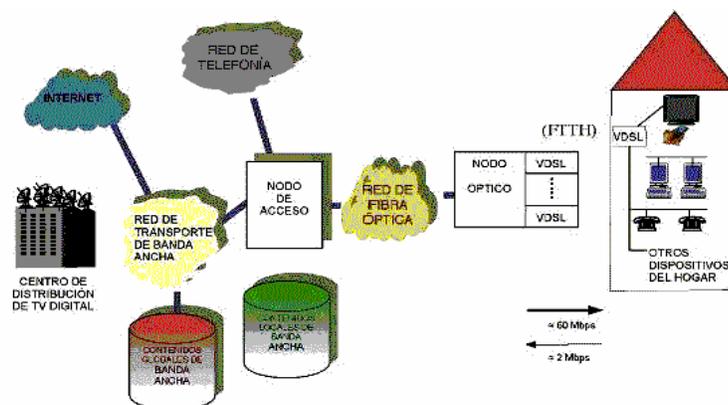


Figura 7: Tecnología VDSL

Fuente: Tecnología XDSL en banda ancha

Se considera dos implementaciones de VDSL que utilizan CAP (Carrierless AM / PM) y PAM (Pulse Amplitude Modulation) respectivamente. La selección de PAM tiene la ventaja que este esquema de transmisión banda base hace uso de bandas de frecuencia baja, las cuales están menos sujetas al ruido (atenuación y crosstalk). Por otro lado, CAP puede permitir utilizar POTS (servicio de voz) o ISDN simultáneamente con VDSL.

CARACTERISTICAS

- Es una tecnología mixta fibra-cobre y se encuentra bajo estudio para su estandarización
- Puede operar simétrica y asimétricamente sobre las líneas de abonados o pares de cobre empleadas para el servicio telefónico tradicional o sobre las líneas de acceso al servicio básico de la RDSI
- Para el acceso simétrico se han considerado los siguientes rangos de velocidades de 12.96 – 52 Mbps para el canal descendente (downstream), y 1.6 – 2.3 Mbps para el canal ascendente (upstream)
- Una versión simétrica de VDSL (en estudio), podrá operar a velocidades de 19.2 (Mbps alcance desde los 300 m hasta los 1500m)
- VDSL es muy efectiva económicamente para la última milla de las redes de acceso FTTC (fibras hasta el registro)

- Los flujos de upstream y downstream están separados en el dominio de la frecuencia.

1.2 METODO DE SEPARACION DE LAS DIRECCIONES DE TRANSMISION USADOS EN LA TECNOLOGIA XDSL

La principal característica de la tecnología ADSL es que permite tener un canal de voz y datos por separado, de esta manera es posible estar conectado a Internet y poder hablar por teléfono como si se tratara de dos líneas completamente diferentes. Para elaborar varios canales, los módems ADSL dividen el ancho de banda disponible de la línea telefónica utilizando para ello cualquiera de los siguientes métodos: la multiplexación por división de frecuencias (FDM: Frequency Division Multiplexing), la cancelación del eco, la multiplexación en tiempo (TDM: Time Division Multiplexing).

1.2.1 CANCELACION DE ECO

La cancelación de eco superpone ancho de banda dirigido al usuario y al dirigido a la central y luego los separa mediante la supresión del eco local, de la misma forma que se hace en los módems v.32 y v.34; este sistema permite utilizar el ancho de banda con más eficacia, pero a cambio de un mayor costo y complejidad.

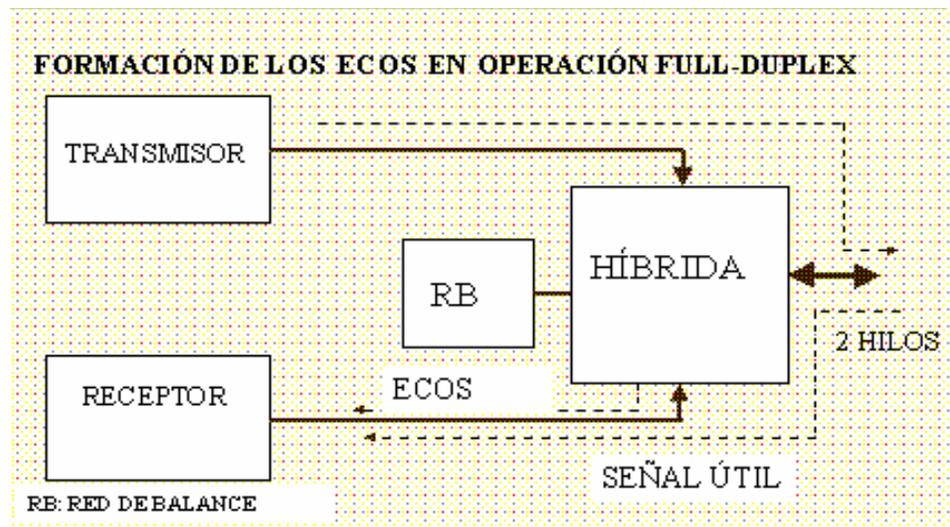


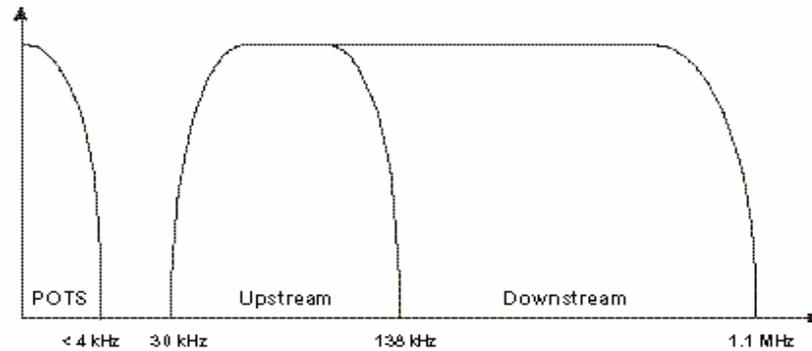
Figura 8: Diagrama de bloques de la formación ecos en un sistema híbrido

Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

CARACTERÍSTICAS

- Utilizando cancelación de ecos se puede transmitir simultáneamente en ambos sentidos a la velocidad de datos que es igual en este caso a la de la línea.
- Mejor funcionamiento que el método por compresión en tiempo respecto a posibilitar una mayor velocidad de transmisión o un mayor alcance
- Con una atenuación total de eco exigida para sistemas HDSL > 65 dB
- Atenuación exigida al cancelador > 55 dB
- Mayores las exigencias de precisión solo alcanzable mediante el desarrollo de PDS y de las tecnologías VDSL

- Considerable disminución de los costos en los últimos años



ADSL Frequency Spectrum (Echo Cancelled)

Figura 9: Cancelación de Ecos

Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

1.2.2 TDM: MULTIPLEXACION EN EL TIEMPO

Este es el sistema usado por VDSL y consiste en que tanto tráfico ascendente como descendente comparten todo el ancho de banda pero en momentos distintos, es decir intercala los datos procedentes de varios usuarios en un único canal, vía serie. Esto, aunque es caro (circuitos de sincronismo) tiene principalmente dos ventajas. En primer lugar, se pueden conseguir tráficos simétricos o asimétricos sólo cambiando el envío para cada uno. Así tenemos 9:1:9:1 donde hay 9 unidades de tiempo para descendente, 9 para ascendente y 1+1 para control y sincronización, ó 16:1:2:1 donde hay 16 unidades de tiempo para descendente, 2 para ascendente y 1+1 para control y sincronización.

En segundo lugar, si todos los pares de cobre de un cable se sincronizan entre sí, desaparece la paradiafonía porque como cuando otro transmite, yo también transmito y por tanto, como no escucho, no me perturba.

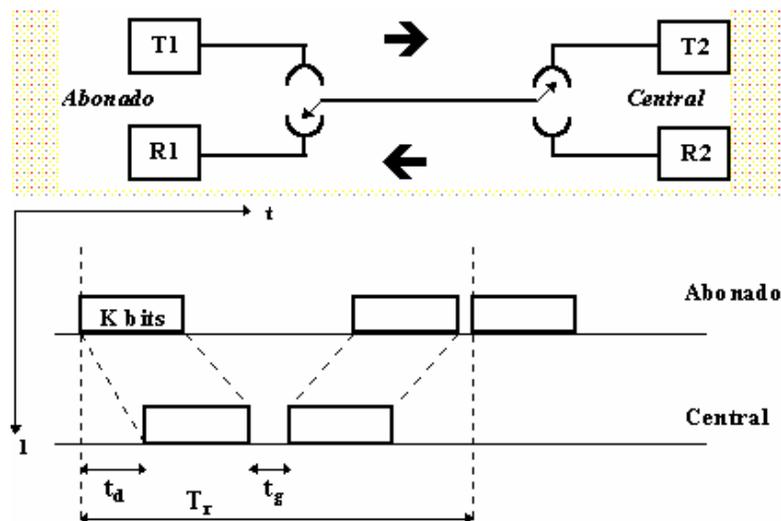


Figura 10: Método de multiplexación en el tiempo

Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

CARACTERÍSTICAS

- Mayor velocidad de señalización en línea

$$v_l \geq \frac{k + m}{62.5n - \lambda l} \text{ bps}$$

Donde:

L: longitud de la línea

λ : Constante de demora ($\approx 5 \mu\text{s}/\text{Km}$. para cables locales)

- Predomina la diafonía lejana (FEXT) en sistemas vecinos
- Necesario transmitir a más del doble del flujo binario (>320 kbps para el flujo básico de 160 kbps)
- Error alcance (mayor atenuación en la línea)
- Menor complejidad técnica en comparación con los métodos que utilizan canceladores de eco
- No es adecuado para enlaces de alta velocidad
- Excluido su empleo en países con redes locales largas
- Adoptado en Japón para el enlace básico ISDN por condiciones especiales de su red telefónica local.

1.2.3. FDM: MULTIPLEXACION POR DIVISION DE FRECUENCIAS

Esta es la solución adoptada por ADSL en la que unos cuantos subcanales de la modulación DMT se emplea para tráfico ascendente y otra para tráfico descendente, asignando una banda para los datos salientes y otra banda para los datos entrantes.

La técnica FDM asigna un ancho de banda para los datos enviados a la central telefónica y otra para los procedentes de ésta. Al mismo tiempo, el circuito lógico que va a la central se fracciona mediante la multiplicación por división en tiempo

(TDM), en uno o más canales de alta velocidad y en uno o más canales de baja velocidad.

CARACTERISTICAS

- Provee mayor ancho de banda
- Mayores atenuaciones de las líneas
- Valores más elevados de diafonía
- Aplicación en tecnologías ADSL (con modulaciones CAP y DMT)
- Mejores posibilidades para fibra óptica

1.3. CLASES DE MODULACIONES APLICADAS EN LA TECNOLOGIA XDSL

Al igual que ocurre con los módems tradicionales, es necesario realizar una transformación de la señal que se quiere enviar (y el proceso contrario en la que se recibe) para que pueda ser transmitida por medio de las líneas telefónicas convencionales. Este proceso, que se conoce como **MODULACIÓN** de la señal, consiste en modificar una señal "tipo" que se genera dentro del dispositivo en función de la señal a enviar. La señal que se genera con el fin de ser modificada teniendo en cuenta la que se transmite se denomina portadora.

Existen diversas formas de alterar una señal portadora de alta frecuencia para generar una onda modulada. Para ADSL existen dos esquemas de modulación que compiten: CAP (Carrierless Amplitude Phase) no estandarizada y DMT (Discrete Multi-Tone) ya estandarizada por el ANSI/ETSI/ITU. CAP y DMT utilizan la misma técnica de modulación fundamental denominada QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Difieren en la forma de aplicarla. QAM es un proceso que conserva el ancho de banda; se utiliza en módem y permite que dos señales portadoras digitales ocupen el mismo ancho de banda de transmisión.

Con QAM se utilizan dos señales de mensaje independientes para modular dos señales portadoras que poseen frecuencias idénticas pero difieren en la amplitud y fase. Los receptores QAM pueden discernir si utilizar números menores ó mayores de estado de fase y amplitud para hacer frente al ruido e interferencias en el par de hilos.

1.3.1 MODULACION CAP

La versión CAP de QAM almacena en memoria partes de una señal de mensaje modulada y luego reensambla las partes en la onda modulada. La señal portadora se suprime antes de transmitir debido a que no contiene información y se reensambla en el módem receptor (de ahí el nombre de

"carrierless" en CAP). De este modo, obtenemos la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

Al arrancar, CAP comprueba la calidad de la línea de acceso e implementa la versión más eficiente de QAM para asegurar el rendimiento satisfactorio para transmisiones de señal individuales. CAP normalmente está basada en FDM.

ESPECTRO DE LA MODULACIÓN CAP

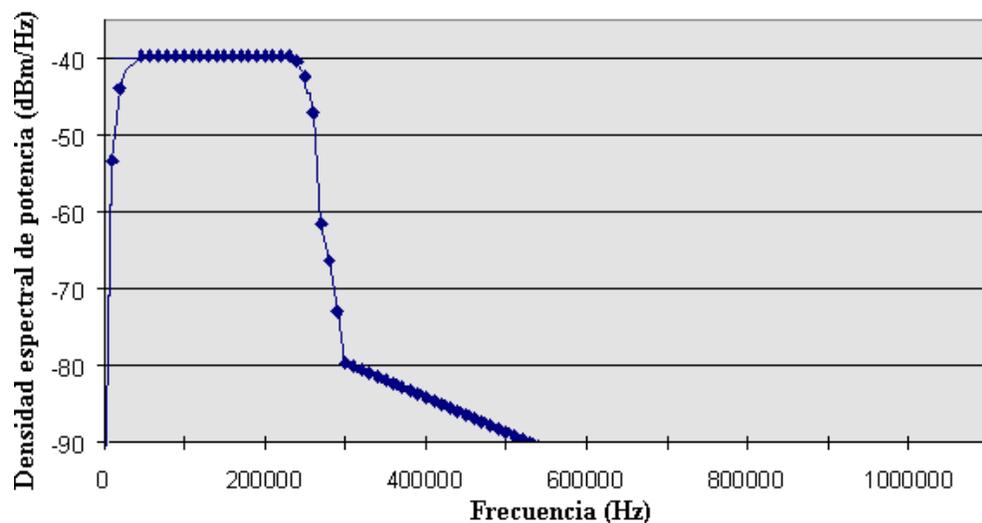


Figura 11: Espectro de la Modulación CAP
Fuente: La tecnología ADSL

El receptor de QAM necesita una señal de entrada que tenga la misma relación entre espectro y fase que la señal transmitida. Las líneas telefónicas instaladas no garantizan esta calidad en la recepción, así pues, una implementación QAM para el uso de xDSL tiene que incluir equalizadores adaptativos que puedan

medir las características de la línea y compensar la distorsión introducida por el par trenzado.

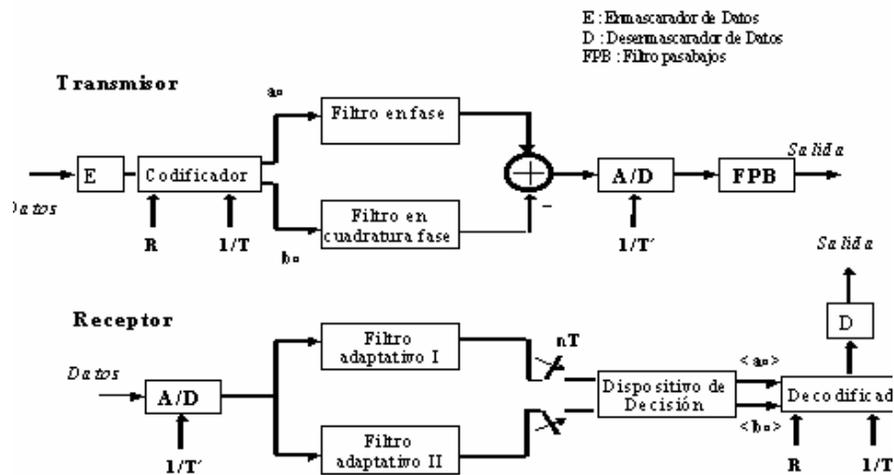


Figura 12: Diagrama de Bloques del transmisor y el receptor
Fuente : Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonado

CAP es un sistema de única portadora que tiene varias ventajas, esta disponible hoy en día para velocidades T1 (1.5 Mbps) y es de bajo costo debido a su simplicidad. Presenta el inconveniente de no ser un estándar ANSI ni ETSI.

Una ventaja de CAP que afirma tener es unos picos de voltaje relativos por término medio más bajos que DTM. Esto quiere decir que los emisores y receptores pueden operar a más bajo voltaje que DMT porque no requieren tener la capacidad de la señal de pico que es requerida en un circuito DMT.

CARACTERISTICAS

- Es una modulación pasabanda dimensional derivada de QAM-M
- Prácticamente las mismas características espectrales y el mismo desempeño que QAM-M
- Una desventaja principal es que requiere de una eficiente y compleja ecualización de amplitud de fase (grandes variaciones en una amplia gama de frecuencias utilizada.
- Ideado para la realización con DSP

1.3.2 MODULACION DMT

Se trata de una modulación más complicada pero más flexible y potente que usan ADSL y VDSL. La idea principal es dividir el espectro en 250 subcanales de 4 KHz (256 de 4 KHz en VDSL) y metemos en cada subcanal una portadora. Cada una de estas portadoras (denominadas subportadoras) es modulada en cuadratura (modulación QAM) por una parte del flujo total de datos que se van a transmitir.

Luego, el módem considera independientemente cada una de esas portadoras y transmite por ellas tanta capacidad como permita la línea, es decir, si no hay problemas, se transmite a la máxima capacidad del subcanal pero si por problemas de atenuación o ruido.

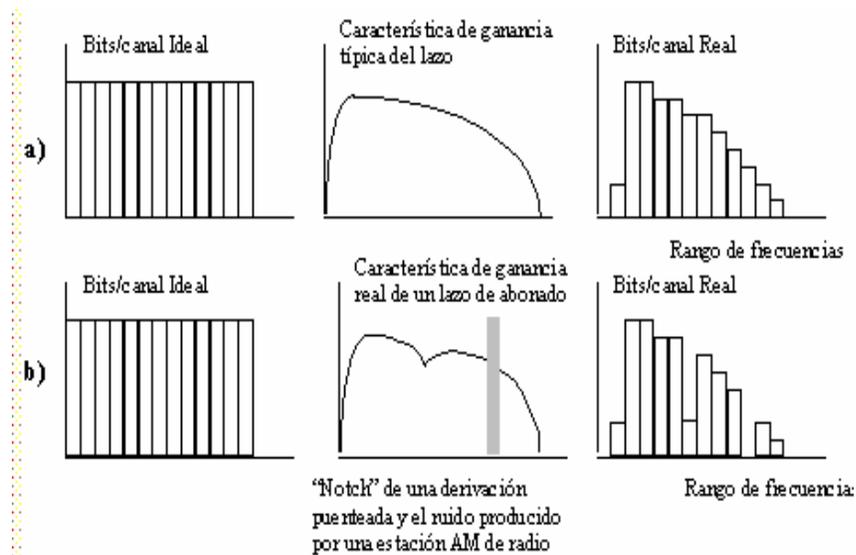


Figura 13: Principios de operación de un sistema DMT
Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

Del gráfico anterior se deduce que:

- a) Situación ideal (la característica de atenuación sólo se ve afectada por la frecuencia y la longitud del lazo)
- b) Situación real de un lazo de cualquier tipo en esa zona del espectro, se producen errores, el módem disminuye la velocidad de transmisión por ese subcanal hasta que desaparecen los errores, llegando incluso a no transmitir nada si en esa zona del espectro es especialmente ruidosa (coincide por ejemplo con una emisora de AM que emite muy cerca y se acopla mucho).

Para hacer frente al ruido, se sitúan más datos en las frecuencias más bajas y menos en las más altas.

Los espectros de las señales ascendente y descendente no se solapan, lo que simplifica el diseño de los módems, aunque reduce la capacidad de transmisión en sentido descendente, no tanto por el menor número de subportadoras disponibles como por el hecho de que las de menor frecuencia, aquéllas para las que la atenuación del par de cobre es menor, no están disponibles

A continuación tenemos una figura que da una idea de cómo se divide el espectro.

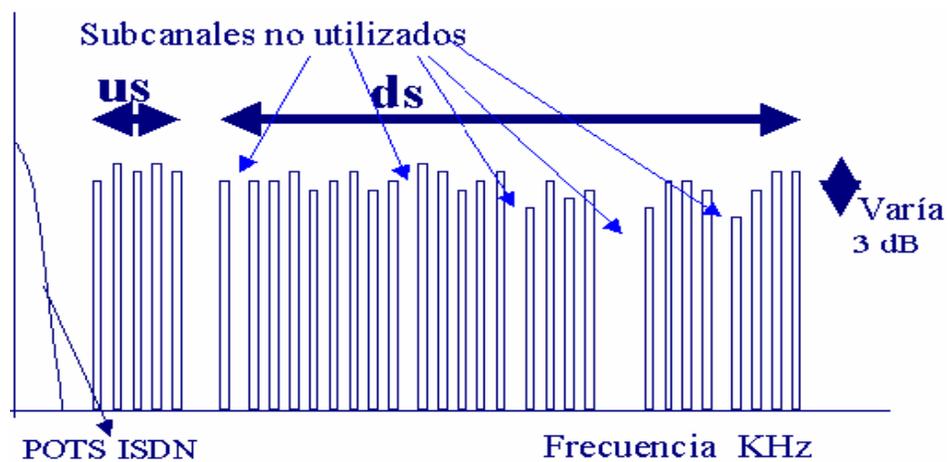


Figura 14: Canales Usados y Sin Usar del Espectro Fuente: Notas Técnicas XDSL

La modulación por multi-tonos (DMT) utiliza QAM (Modulación de Amplitud de cuadratura) que es una modulación combinación de modulaciones por amplitud (AM) y por fase (PM), esta puede alcanzar (teóricamente) a transmitir 15-bits por baudio. En la siguiente figura se propone un ejemplo de transmisión de los bits 001-010-100-011-101-000-011-110 usando QAM.

| Bit Value | Amplitude | Phase Shift |
|-----------|-----------|-------------|
| 000 | 1 | None |
| 001 | 2 | None |
| 010 | 1 | 1/4 |
| 011 | 2 | 1/4 |
| 100 | 1 | 1/2 |
| 101 | 2 | 1/2 |
| 110 | 1 | 3/4 |
| 111 | 2 | 3/4 |

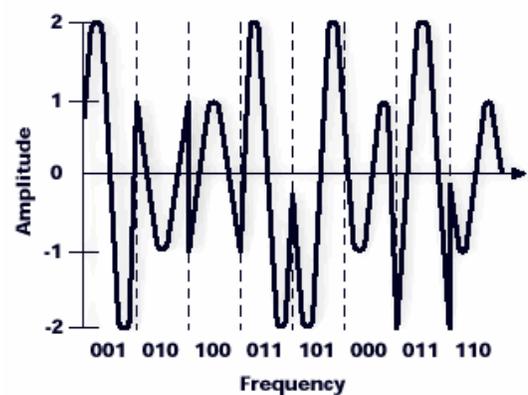


Figura 15: Modulación QAM
Fuente: Notas Técnicas XDSL

La técnica de modulación usada es la misma tanto en el ATU-R como en el ATU-C. La única diferencia radica en que el ATU-C dispone de hasta 256 subportadoras, mientras que el ATU-R sólo puede disponer como máximo de 32. La modulación parece y realmente es bastante complicada, pero el algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (transformada rápida de Fourier inversa) en el modulador, y en una FFT (transformada rápida de Fourier)

en el demodulador situado al otro lado del bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se desarrolla sobre un **DSP**.

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

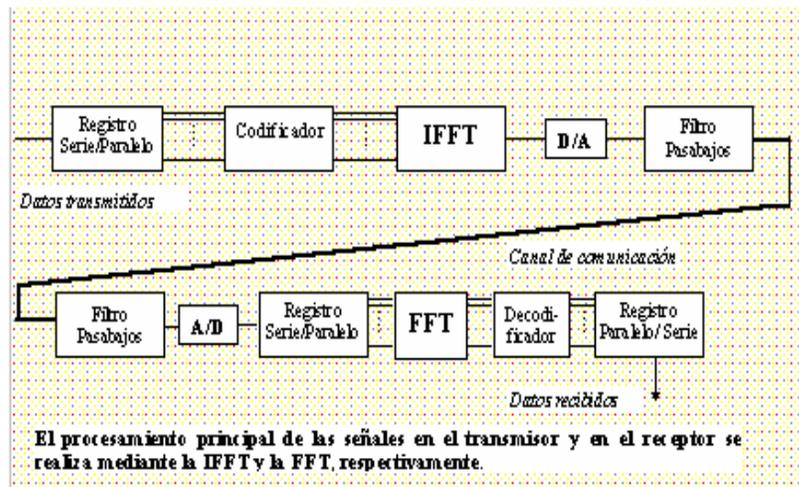


Figura 16: Diagrama en bloques simplificado de un MODEM multiportadora.
Fuente: Tecnologías de alta velocidad para lazos de abonados

Sin embargo, el DMT sufre del aislamiento del subcanal. El uso de las transformadas de Fourier introduce armónicos adicionales que no portan la información. El DWMT ataca este problema.

CARACTERISTICAS

- La técnica DMT divide el ancho de banda disponible del lazo local en un numero elevado del lazo local en un numero elevado de subcanales que se extiende hasta 1.1 MHz (256 canales comenzando desde 0 Hz)
- Cada subcanal ocupa 4.3125 KHz (con un periodo de símbolo de 250 μ s), resultando en un Ancho de banda total de 1.104 Mhz en el lazo local
- Algunos de los subcanales son especiales, y otros no son usados del todo. Por ejemplo, el canal 64 (276KHz) es reservado para una señal piloto
- La ventaja fundamental es que tiene requerimientos mínimos de ecualización, mayor inmunidad a las interferencias y distribución adaptativa del flujo de datos.
- Su principal desventaja es que posee una mayor complejidad técnica.

Indistintamente de que DMT sea una modulación estandarizada y la CAP no lo sea, al realizar una comparación ambas poseen ventajas y desventajas. Queda

entonces a criterio del usuario escoger la más conveniente y la que llene sus requisitos tecnológicos.

COMPARACION GENERAL ENTRE CAP Y DMT

DMT demuestra superioridad en muchos aspectos

- Optimización intrínseca de los subcanales (ADSL adaptativo)
- Requerimientos de ecualización mínimos (canales muy estrechos, pocas distorsiones)
- Monitoreo activo de las características de la línea
- Variación del alcance máximo del lazo
- Posee el más alto nivel de flexibilidad en cuanto a las velocidades de datos.
- Superior inmunidad ante el ruido para velocidades de datos más altas.
- Extenso soporte industrial de ASIC´s (la mayoría de los chips se orientan hacia DMT)
- Interoperabilidad con otros estándares

Otras consideraciones sobre CAP y DMT

- DMT podría ser utilizada donde la técnica CAP aun no trabaja
- La velocidad en la técnica DMT es típicamente, de 32 Kbps, mientras que en CAP es generalmente de 340 Kbps

- Ambas técnicas trabajan muy bien (aunque existen evidencias concretas de que DMT trabaja mejor en varios tipos de líneas reales)
- La tecnología CAP presenta ventajas sobre DMT en alguna áreas, pero el ANSI se decidió por la técnica DMT y en general existe un consenso acerca de su superioridad
- Los patrocinadores de CAP trabajan por incluir la optimización intrínseca de los subcanales y mejorar los aspectos de ecualización
- La técnica CAP también mantiene interoperabilidad
- La técnica CAP ofrece además una cancelación de ecos más simple
- CAP es una técnica muy madura (basada en QAM) y más simple que la técnica DMT

1.3.2.1 MODULACION DWMT

Existe una variante de DTM, denominada DWMT (Discrete Wavelet Multi-Tone) que es algo más compleja pero a cambio ofrece aún mayor rendimiento al crear mayor aislamiento entre los 256 subcanales. Esta variante podría ser el protocolo estándar para transmisiones ADSL a larga distancia y donde existan entornos con un alto nivel de interferencias.

También usa FDM para multiplexar los canales ascendentes (upstream), para decodificar bits en cada subcanal utiliza transformadas wavelet (algoritmo

para descomponer una señal en elementos más simples). El uso de la transformada de Fourier digital para decodificar bits en el algoritmo DMT genera armónicos con el arco principal del receptor. Sin embargo, la transformada wavelet produce armónicos de energía más bajos, lo cual hace de esto una tarea más simple al detectar la señal decodificada en la recepción. La relación señal a ruido SNR realizada con DWMT puede estar en el orden de 43 dB, mientras que DMT tiene una SNR de alrededor de 13 dB. Con DWMT, la mayoría de la energía está contenida en los subcanales actuales y no es pérdida en los armónicos adicionales que resultan de la operación de transformada.

1.3.3 SLC

Línea Simple Codificada (Simple Line Code), es una versión de señal en banda base de 4 niveles que filtra en banda base y restablece la señal en el receptor. Para configuraciones pasivas NT, SLC debería usarse como TDMA para aplicar una multiplexación en canales ascendentes, aunque con FDM es posible.

CAPITULO 2

ESTRUCTURA DEL TENDIDO DEL PAR DE COBRE EXISTENTE PARA ANÁLISIS

2.1. LA RED TELEFÓNICA



Figura 17: El Centro de Operadores en la Central Telefónica Antigua



Figura 18: El tendido en las calles de la Red Telefónica Antigua

Al inicio de la telefonía, las primeras centrales eran operadas manualmente por humanos para establecer y supervisar las llamadas, lo que ya

no resultaba económico a medida que las redes fueron creciendo, y de seguir así con el mismo procedimiento entonces tendríamos que emplear a más de la mitad de la población de todas las ciudades para satisfacer las demandas actuales. Por ello, se desarrollaron rápidamente centrales automáticas que utilizaban conmutadores y relés electromecánicos. Hasta que finalmente, principalmente por ahorro de espacio y costos se llegó a las centrales digitales dirigidas por un ordenador, que es lo que hoy impera en todos los países del mundo.

La Red Telefónica se creó alrededor de 70 años antes de que fuese inventado el transistor; esto obliga a comprender, tanto la manera de cómo las computadoras y sus interfaces interactúan con la red, así como también los teléfonos que trabajaron en 1920, pues en la evolución de la Red Telefónica se quiso que ésta fuese compatible con los primeros aparatos. Si en un museo se decide a conectar un antiguo aparato telefónico, éste funcionará satisfactoriamente.

Esta es una de las maravillas de la Red Telefónica hoy en día, lo que la hace más difícil de mantener, ya que cualquier equipo nuevo que se diseñe deberá ser compatible con ella.

El diseño de equipos para ser conectados a la red telefónica actualmente es una tarea difícil. A despecho de su magnitud y complejidad, ésta cumple tareas sencillas para el usuario; empezando con un par de terminales a los cuales el “abonado” se conecta. Estos cables llegan a una Central, la que interactúa con el abonado hasta establecer una conversación con otro usuario mediante una matriz de conmutación (Fig. 19).

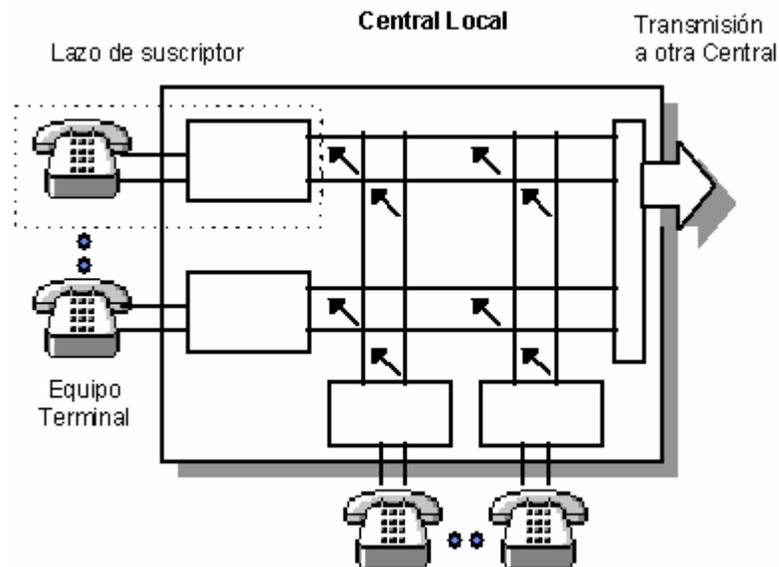


Figura 19: Matriz de de Conmutación de una Central Local y sus Abonados o Subscriptores

Existe comunicación entre centrales mediante la “Troncal” previa compresión de la voz y multiplexación en tiempo o frecuencia. Por los momentos, nos concentraremos en los equipos terminales y como interactúan con la central telefónica.

En la Central Telefónica, existen baterías de 48 V en corriente continua, las cuales “energizan” los equipos terminales conectados a ella. Dependiendo de la distancia entre el abonado y la central, la impedancia de la línea en DC puede variar entre 400 a 1750 Ω , por otra parte; la impedancia AC es de alrededor de 600 Ω , la cual corresponde a la impedancia característica de un cable bifilar, usado comúnmente en telefonía.

Cuando el teléfono está en “colgado”, la impedancia del equipo terminal es grande, no drenando corriente de las baterías de la Central; al descolgarse el teléfono, comienza a circular corriente (dependiendo de cuánto consume el equipo terminal para alimentar su circuitería interna), de esta manera, la Central detecta que el usuario desea comunicarse y envía una señal o tono (de 350 a 440 Hz, a un nivel de **-13 dBm**) de invitación a marcar. En Venezuela el tono es de 425 Hz (a modo de referencia: la nota musical “LA” natural es de 440 Hz).

Para comunicarse con otro usuario, se marcan los números que corresponden al código de ese usuario, para ello; el teléfono abre el circuito o lazo en forma intermitente (Fig. 20), haciendo que la Central lo interprete, estableciendo conexión con el abonado de destino, a esto se le conoce como marcación decádica. Dependiendo del número marcado, la Central se conectará a otras

Centrales, o directamente al abonado, si éstos comparten la misma Central. Así, la Central conectada al abonado destino comprueba que esté desocupado (si el teléfono está ocupado, presentará baja impedancia) y enviará al abonado origen un tono de ocupado (entre 480 y 620 Hz, a -24 dBm). Para avisar al abonado destino, la Central superpone a la alimentación de ese abonado una tensión alterna de 40 a 130 Vrms, 25 Hz; esto es lo que hace sonar el timbre.

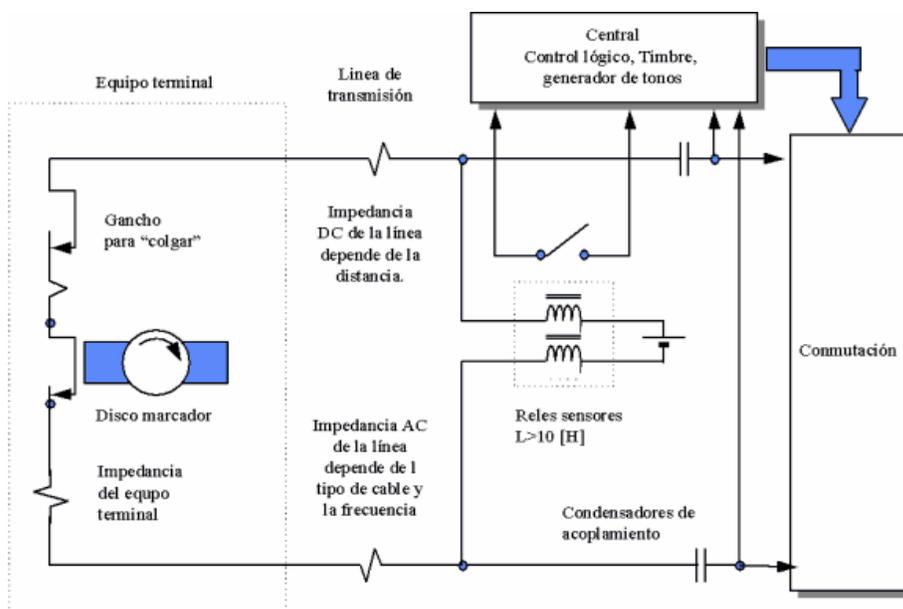


Figura 20: Circuito básico de la central

Notas Técnicas XDSL

Cuando el abonado receptor descuelga cambia la corriente drenada por el lazo del subscriptor, este cambio es detectado por la Central mediante un relé sensor, la cual suspenderá la señal de timbre e iniciará la conexión con el abonado emisor que llamó.

Vemos entonces que, esta comunicación, entre el abonado y la central, es como una conversación tendiente a establecer, a esta conversación se le conoce como señalización y, a la dirección, codificación o número telefónico de destino.

Cuando el teléfono es público (también denominados monederos y/o tarjeteros) necesita de una señalización adicional, conocida como "pulso de cobro". Este pulso lo envía la Central y, por cada pulso, el teléfono público efectúa un "cobro"; esto es, se descuenta cierto monto en centavos de dólar de la tarjeta o monedas insertadas.

La tecnología actual ha sustituido el sistema de interrupciones consecutivas para marcar un número telefónico por el sistema multifrecuencial o DTMF (Dual Tone Multi Frequency), esto es: se envían dos tonos que la central decodifica mediante filtros especiales, conociendo en forma instantánea qué dígito se marcó, este sistema supera al decádico porque no hay que esperar tanto tiempo para que la central detecte tantas interrupciones, según el número marcado.

Este sistema fue posible por el desarrollo de circuitos integrados que generan estos tonos desde el equipo terminal, consumiendo poca corriente de la red y

sustituyendo el sistema mecánico de interrupción-conexión (el anticuado disco marcador) así como los relés y switch cross-bar.

Sin embargo, el funcionamiento del sistema así como los parámetros eléctricos no han cambiado mucho; tanto es así, que existe una prueba conocida como POTS (“Plain Old Telephone Service”) consistente en hacer funcionar el teléfono sin central de tal manera de asegurar las comunicaciones en caso de desastre u otro acontecimiento.

Para ilustrar esto, podríamos intentar abriendo un teléfono con disco (el del abuelo) y otro con teclado.

PARTES DE LA RED TELEFÓNICA

Habiendo conocido ya el proceso de una llamada, pasamos a detallar a la central actual y tema de nuestro estudio. Toda central telefónica consta de 2 principales partes, que son:

- Planta Interna y
- Planta Externa.

PLANTA INTERNA. La conforman : La Central de Conmutación, El Repartidor (MDF) y La Etapa de Abonados.

PLANTA EXTERNA. La conforman : El Bucle del Abonado y las Troncales.

2.1.1 PLANTA INTERNA

2.1.1.1. CENTRAL DE CONMUTACION

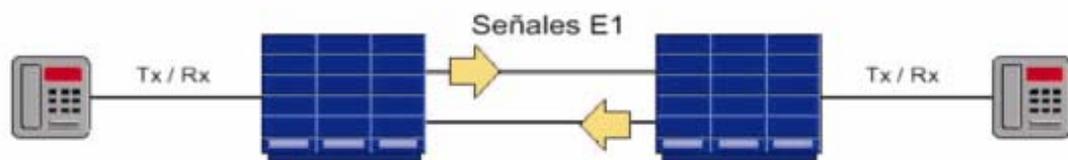


Figura 21: Esquema de una central de conmutación

En telefonía la función de conmutación es la que se encarga de establecer y conectar un camino entre dos usuarios. Esta función, para el caso de los usuarios de telefonía, la realizan los nodos de la red telefónica conocidos como "Centrales telefónicas de Conmutación".

Cualquier central de conmutación telefónica establece caminos de habla entre dos usuarios, ya sean dentro de la misma central, como entre usuarios de dicha central con los de otras centrales. Por tanto a una central se conectarán tanto LINEAS DE ABONADO como "CIRCUITOS DE ENLACE" con otras centrales.

Cualquier central telefónica de conmutación, sea del tipo que sea, establece una serie de fases en establecimiento de cualquier llamada.

Básicamente estas fases son las siguientes:

a) Vigilancia: Ha de realizar una atención permanente sobre las líneas de abonado conectadas a ella por si alguna descuelga para realizar una llamada. Un circuito de línea asociado a cada línea de abonado realiza esta función.

b) Recepción y registro: Si una línea pide conexión para realizar una llamada, ha de ser conectada a un órgano de control, capaz de recibir las cifras del número marcado por el abonado llamante, y registrar esta información en unos elementos de memoria.

Esta función la realizan los órganos de control llamados "REGISTRADORES".

c) Traducción: La información del número marcado por el abonado llamante ha de ser traducida a códigos que indiquen la ubicación de la línea llamada dentro de la central, si la llamada es local, o que indique una ruta de circuitos de enlace hacia otra central, si la llamada va dirigida a un número de otra central. Además de estos códigos también se generan otras informaciones, como las referidas a la tarifa a aplicar a la llamada, y datos técnicos referidos al establecimiento y

explotación de la comunicación que ha de establecerse entre la línea llamante y la línea llamada.

d) Selección: Conociendo los datos anteriores, entre ellos la ubicación exacta de la línea llamada, se ha de buscar un camino de conexión libre que una la línea que llama con la línea llamada y que permita que ambas líneas queden al habla. Dado que pueden ser muchos los caminos posibles que puedan establecerse, se debe elegir uno de ellos.

e) Conexión: Una vez elegido un camino, se opera la conexión de este, esto es, se operan todos los puntos de conexión de los circuitos que forman parte del camino seleccionado para que queden conectadas (a nivel de voz) la línea llamada y la línea llamante.

f) Supervisión: Una vez que la línea que llama y llamada están en fase de conversación, la central ha de supervisar la comunicación, supervisando tanto a la línea que llama como a la línea llamada, para liberar la comunicación cuando alguno de los dos cuelgue su aparato, y dejar libre los órganos y circuitos que han intervenido en ella.

Normalmente, si cuelga el abonado que llama la comunicación se libera inmediatamente, y si cuelga el abonado llamado (no el que llama), la comunicación se libera tras una temporización ("liberación diferida") de cerca de un minuto.

La etapa de conmutación es la interconexión de líneas y circuitos de comunicación.

PROCESO DE UNA LLAMADA.

Dependiendo de las normas que rijan la señalización en la central es el proceso que cursa una llamada, para nuestro estudio es el siguiente :

1. **Tono**, que es la invitación a marcar. Si una llamada está dentro de una misma Central Telefónica la conexión es interna y si no tendrá que pasar por otras centrales hacia la central de destino.
2. **Envío de Señal** (cuando se empieza a marcar)
3. **Timbrado** (cuando al terminar de marcar está libre)
4. **Señal de Timbrado** (libre)
5. **Señal de Ocupado**
6. **Conversación** (el circuito está ocupado)
7. **Fin de conversación** (la CT libera el circuito)

SISTEMAS DE CONMUTACIÓN

Los sistemas de conmutación son los siguientes:

- a) Red de Conmutación
- b) El Control

a) **Red de Conmutación.** Se clasifican según la técnica de conmutación aplicada y según el tipo de señalización.

- Según la **técnica de conmutación** aplicada:

Analógicas (Por División de Espacio)

Digitales (Por División en el Tiempo)

- Según el **tipo de señalización**:

Analógicas

Digitales

b) **El Control.** La etapa de control puede ser también clasificada de acuerdo a su técnica de manejo:

1. Control Directo (paso a paso)
2. Control Por registro (mecánicos)
3. Control Común, dentro de esta la subclasificación en :
 - 3.1. Lógica Cableada (Barras Cruzadas)

3.2. Por Programa Almacenado (SPC)

Combinaciones:

Las combinaciones que se pueden dar, en cuestión a la señalización y control, son las siguientes:

- 1. Conmutación Analógica** (División de Espacios, Señales Analógicas),
Control Directo (paso a paso)
- 2. Conmutación Analógica** (División de Espacios, Señales Analógicas),
Control Común
- 3. Conmutación Analógica** (División de Espacios, Señales Analógicas),
Control de Programa Almacenado.
- 4. Conmutación de tiempo,** Señales Digitales (MIC), **Control de Programa Almacenado.**

CONTROL COMÚN DE TIPO SPC.

El tipo SPC ó "Control por Programa Almacenado" ("Store Pórgame Control"), significa que el control de la central se realiza con programas informáticos almacenados en uno o varios ordenadores, programas que, junto con alguna circuitería electrónica adicional, emulan las funciones de los órganos de control de las centrales analógicas (por ejemplo, de los registradores). Este tipo de lógica permite fácilmente modificar el funcionamiento de la unidad de control

para reorganizar funciones de control, incorporar nuevos servicios, etc... Sólo cambiando los programas adecuados (una gran ventaja sobre la lógica cableada de las centrales analógicas clásicas).

Una red de conmutación totalmente electrónica y una unidad de control gobernada por programas software hacen que las centrales digitales tengan una potencia muy elevada, tanto en la rapidez en establecer las comunicaciones como en los servicios que puede ofrecer, tanto a los usuarios como al personal de mantenimiento, muy superior a lo que pueden dar las antiguas centrales electromecánicas (en las que por tecnología sus unidades de control son comparativamente muy lentas y limitadas).

2.1.1.2 MANEJADORES DE ANCHO DE BANDA

Un manejador de ancho de banda es un elemento típico dentro de una etapa de conmutación. Es un multiplexor de voz y datos que opera con E1 o T1, Es decir con troncales digitales para proveer mayor velocidad a los enlaces.

Un ejemplo de manejador de ancho de banda Es el Main Street 3600, que opera con E1 (20Mbits por segundo) o con T1 (1.544 Mbits por segundo)

- Soporta switches de circuitos de voz y datos en paquete (X.25 y Frame Relay) y Redes LAN para aplicaciones de mediano y largo alcance.
- Provee a 64 Mb por segundo para enlaces desde 32 T1 o E1.
- Las variedades de los Main Street 3600, 3645, 3664 poseen uno o dos compartimentos para combinar conmutación, control común y funciones de interfases.

2.1.1.2. TIPOS DE CENTRALES

Las centrales las podemos clasificar de acuerdo a:

- Los modos de operación; y,
- La distribución del tráfico

POR EL MODO DE OPERACIÓN

La división de las centrales telefónicas, por el modo de operación, se ha hecho clásica:

1) De División de Espacio (o Analógicas), en las que se establecen caminos físico directos entre la línea de un abonado y la de otro, totalmente a través de la central. Las conexiones pueden ser por contactos metálicos (conmutadores Strowger electromecánicos de paso a paso, conmutadores rotativo, conmutadores de barras cruzadas o relees de láminas) o por dispositivos analógicos de estado sólido.

2) De División de Tiempo (o Digitales), en donde algunas o todas las etapas de conmutación en la central operan desplazando señales en el tiempo. Fundamentalmente, se realiza una conexión entre canales entrantes y salientes transfiriendo cada palabra. (PCM: Codificación por Pulsos), desde el segmento de tiempo del canal entrante al del saliente. Este desplazamiento en el tiempo se lleva a cabo mediante almacenamientos en memoria. La información se escribe en una dirección de una memoria; después, durante cada exploración cíclica, se lee la información de esa dirección particular, de manera que ocupe el segmento de tiempo de salida requerido.

CLASIFICACION DE LAS CENTRALES POR LA DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO

Actualmente, con la digitalización de la red de Telefónica, las centrales se las conocen por la categoría que desempeñan: simplemente se denominan centrales locales, primarias, secundarias y terciarias.

Además de estas centrales, existen actualmente otras que están fuera de la red jerárquica, a las que se accede normalmente a través de alguna central de tránsito:

- **Centrales Internacionales:** Para acceso a las redes telefónicas nacionales de otros países.
- **Centrales "Frontera":** Centrales de interconexión con otras redes telefónicas existentes en España: Acceso a redes de telefonía móvil, acceso a redes de otras Operadoras de telefonía.

A pesar de las denominaciones anteriores, aún se usan algunas denominaciones procedentes de la estructura de la red nacional previa a la digitalización de la red. Hasta los años 90, y a efectos históricos, los tipos de centrales existentes en la red nacional eran los siguientes:

Centrales locales:

- **Centrales Urbanas:** Dan servicio a abonados de una misma localidad. Dependen de una central primaria ubicada en la misma localidad.
- **Centrales terminales:** Dan servicio a abonados pertenecientes a una o varias poblaciones próximas, generalmente pequeñas. Dependen de una central primaria ubicada en otra localidad.

Centrales primarias de tránsito:

- **Central de Sector:** Realiza tránsito entre centrales locales de la misma o distintas poblaciones, y además puede tener conectados abonados de la

misma población, por lo que también tiene un comportamiento de central local para estos.

- **Central de Subsector:** Centrales terminales habilitadas excepcionalmente para cursar tráfico de tránsito entre otras centrales de sector (cuando el volumen de tráfico entre, éstas es bajo). Dependen jerárquicamente de una central secundaria.
- **Central de tránsito sectorial, CTS:** Realiza tránsitos entre centrales locales ubicadas en distintas poblaciones.
- **Central Tándem urbana:** Realiza tránsitos entre centrales urbanas de la misma localidad.
- **Central Tándem interurbana:** Realiza tránsitos entre centrales urbanas de la misma localidad y para centrales terminales de otras poblaciones.
- **Central Interconexión:** Central Tándem urbana que realiza tránsitos entre centrales urbanas de la misma localidad que son de sistemas de conmutación que no pueden conectarse fácilmente entre sí directamente: Encaminan llamadas entre centrales rotatorias.

Centrales de tránsito secundarias:

- **Central Automática Interurbana, CAI:** Central secundaria para el establecimiento de conexiones dentro de la provincia y con otras provincias.

- **Central Automática Provincial, CAP:** Central secundaria para el establecimiento de conexiones dentro de la provincia.
- **Central Automática Nacional, CAN:** Central secundaria para el establecimiento de conexiones desde la provincia con el resto de la red nacional.

Las centrales que se posee a nivel nacional son las siguientes : Centrales Locales, Tándem y Troncales.

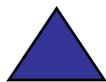
Centrales Locales

Son equipos de conmutación a los cuales los clientes se conectan directamente. Se llama Central Local (CL) ó Local Exchange (LE), Oficina Central ó Central Office.

Centrales Tandem

Funcionan como centrales de centrales pues interconectan centrales con lo que se hace un uso más eficiente de los enlaces de transporte. Existen centrales tandem tanto locales como de larga distancia.

TIPOS DE CENTRALES



CM: Central Mundial, se encarga e comunicar la red nacional o regional de un Operador con el resto de las naciones no manejadas por el CI.



CI: Centro Internacional, se encarga de comunicar la red regional o nacional del Operador con EUA, Canadá, México.



CTI: Central de Tránsito Interurbano, maneja el tráfico de larga distancia, nacional, internacional (CI) y Mundial (CM)



CTU: Central de Tránsito Zonal o Urbana, maneja el tráfico de tránsito Urbano originado y terminado en centrales CCE. Tiene el nivel funcional del CEE



CCE: Central con Capacidad de Enrutamiento, maneja tráfico originado o terminado en centrales CCA o en el mismo CCE, son centrales maestras con capacidades mayores a las 10.000 líneas. Pueden tener la función para facturación y cuentan con al menos 2 rutas lógicas.



CCA: Central de Conexión de Abonados, se utiliza para dar acceso a los clientes y cuentan con una sola ruta lógica hacia un nivel funcional CCE y dos rutas físicas cuando sobrepasen a las 4.000 líneas. Pueden ser centrales digitales de baja capacidad, Unidades Remotas de Línea (URL) u Oficinas Terminales Analógicas.

Figura 22: Simbología de Tipos de Centrales

Niveles de Conmutación

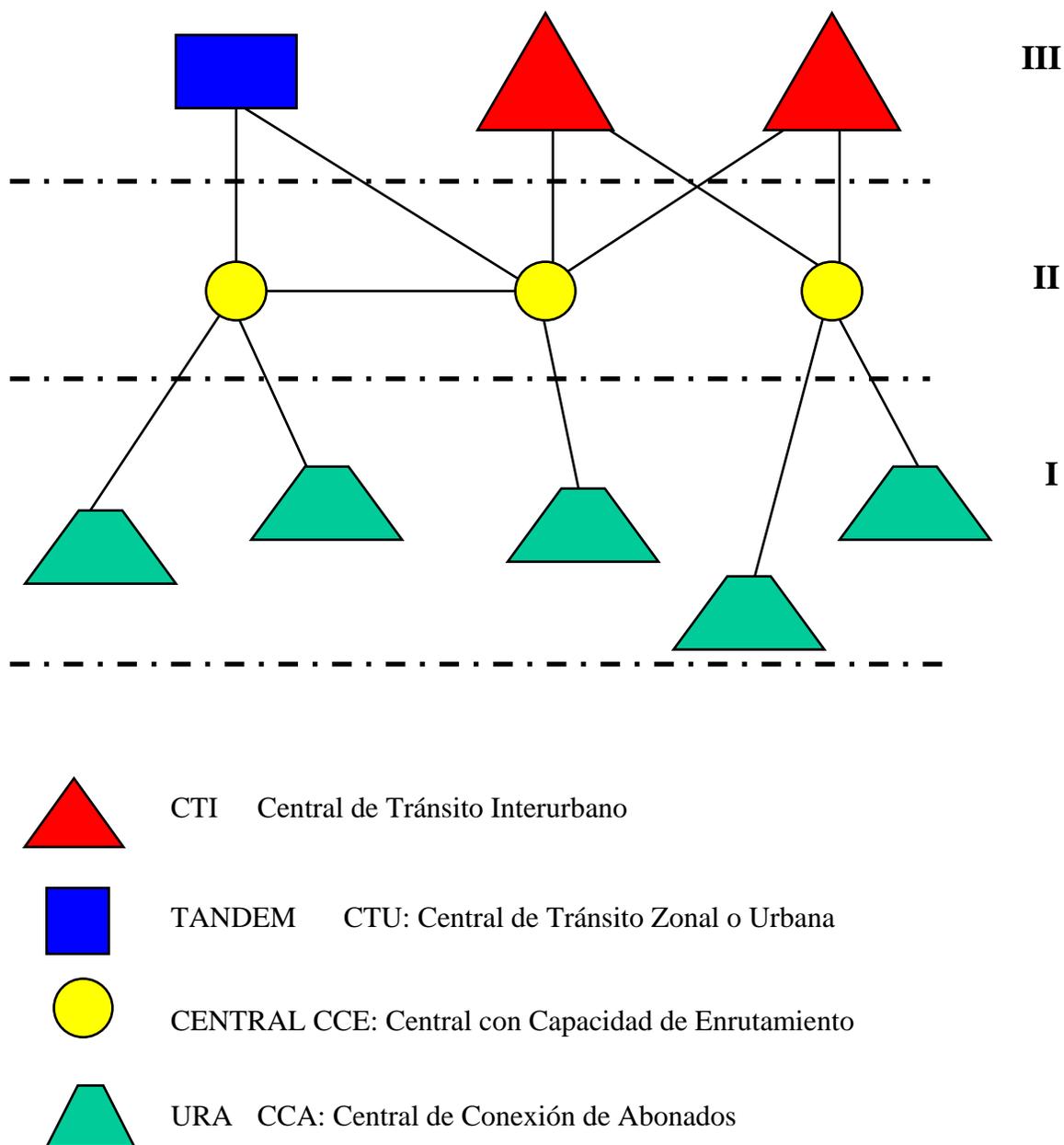


Figura 23: Niveles de Conmutación en la red telefónica.

REPARTIDOR GENERAL O MAIN DISTRIBUTION FRAME (MDF).-

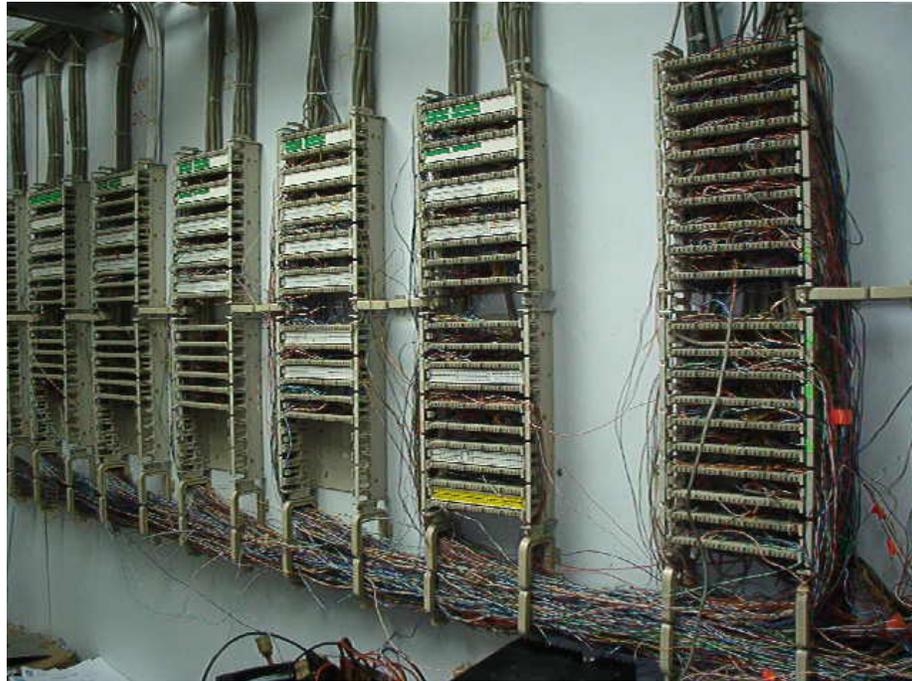


Figura 24.- Repartidor General (MDF)
Cortesía del Departamento de Comunicaciones de
La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil

El repartidor general es un puente entre la central que da el número y la parte externa que es el cable propiamente (par), si falla uno de los dos la comunicación no se da.

Es en esta parte de la red donde se realizan los cortes y bloqueos.

ETAPA DE ABONADOS.– Puede ser de 2 etapas:

1. Integrados

2. Vía Remota

En las tarjetas de abonados se realiza la conversión de Analógico a digital en el Selector de Grupo, en el cual ya se tiene señal digital.

El Control de esta parte de loa central puede ser :

1. Centrado
2. Distribuido

2.1.2. PLANTA EXTERNA

2.1.2.1. BUCLE DEL ABONADO

El Bucle del Abonado, La Red de Acceso o la Ultima Milla o constituyen la Red Primaria y la Red Secundaria. Es la parte de la red que une al usuario con la red propiamente dicha.

Red Primaria: Comprende desde el Repartidor General (MDF) hasta el armario que llega a cada localidad.

Sobre los cables:

- En la Red Primaria se usan cables canalizados de diámetro común de 10 cm.

- La capacidad es de 900 a 3000 pares.
- En la actualidad se usan ductos de PVC de 6mtrs aproximadamente de diámetro, antes eran ductos de cemento.

Sobre los armarios:

- Hay regletas donde se unen el par primario y el secundario.
- La conexión estándar es de 300/400 estándar (aunque se pueden conectar hasta 600 abonados). Ya hay sistemas en los que la conexión es uno a uno, dicha conexión aún no se usa en Guayaquil, se denominan SISTEMAS RIGIDOS.

Red Secundaria: Desde el Armario hasta el usuario pasando por la caja de dispersión que está en los postes.

De los cables:

- Se usa cable aéreo, el mismo que necesita de un mensajero para mantenerse suspendido.

De los postes

- En la actualidad de cemento, antes de madera (tubulares)
- Capacidad de 10 a 200 pares.

2.1.2.2. DISTRIBUCION LOCAL

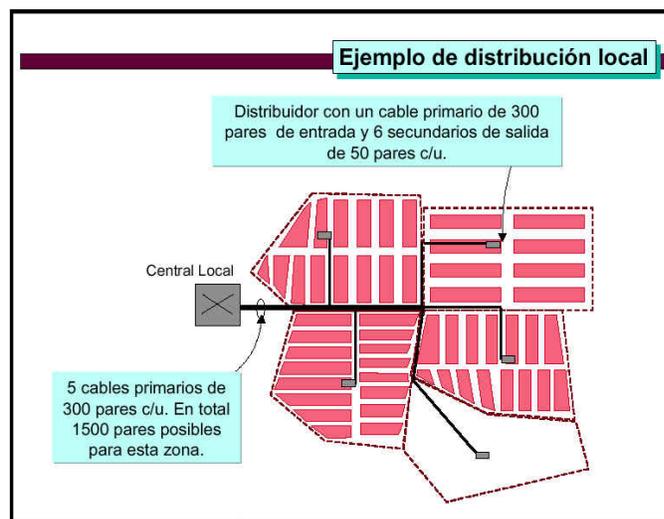


Figura 25.-

Distribución Local

La conexión entre un abonado y la central telefónica consiste en una pareja de hilos de un cable telefónico. Teniendo en cuenta que una central telefónica grande puede tener 10.000 abonados o más, la red local de líneas puede ser muy complicada, en especial porque hay que prever fluctuaciones en la demanda.

El procedimiento actual de desplegar una red local de líneas es el siguiente:

- Dentro del Repartidor (En la oficina Central) las 10000 líneas deben estar repartidas de acuerdo a una relación o proporción.
- Por cada uno en la central habrán 1.4 veces en el Repartidor.

- Por cada uno en el Repartidor habrán 1.2 en el armario.
- Los pares salientes hacia la calle serán siempre en mayor número que los pares que llegan a la central.

Esto es debido a que no se puede saber dónde van a estar los abonados en un futuro no muy lejano (la demanda) y tampoco cuánto va a crecer en su número. Si por el contrario, los pares secundarios son mayores que en la red primaria y estos mayores que los pares en el repartidor.

Ya en el armario, el siguiente es el proceso de verificación de una línea:

1. El número está físicamente en la Regleta 1, esto me designa la caja de dispersión correspondiente, la más cercana al usuario, donde halla un par libre. En ocasiones idóneamente enumeradas y en otras sin un orden predecible. A continuación una ilustración de una regleta numerada :

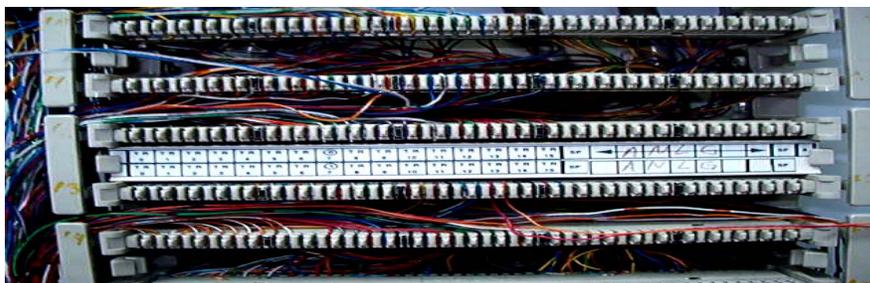


Figura 26. - Regleta Numerada
Cortesía del Departamento de Comunicaciones de
La Muy Ilustre Municipalidad de Guavaquil

2. Dicho par se refleja en la parte secundaria del armario.
3. Luego se verifica un par libre en la parte primaria del armario.
4. Se identifica en la regleta de salida si hay tono por el medio rudimentario de insertar una moneda o con los medios correctos, como son los puentes.
5. Se unen regleta de entrada con la de salida.
6. Se unen secundario y primario en el armario (tono y marcado)

Las uniones que se realizan a mano en los pasos 5 y 6 se denominan CRUZADAS, a continuación una ilustración del final de una cruzada.

Para instalar DSL se aprovecharán de estas cruzadas para la colocación de los módems ADSL.

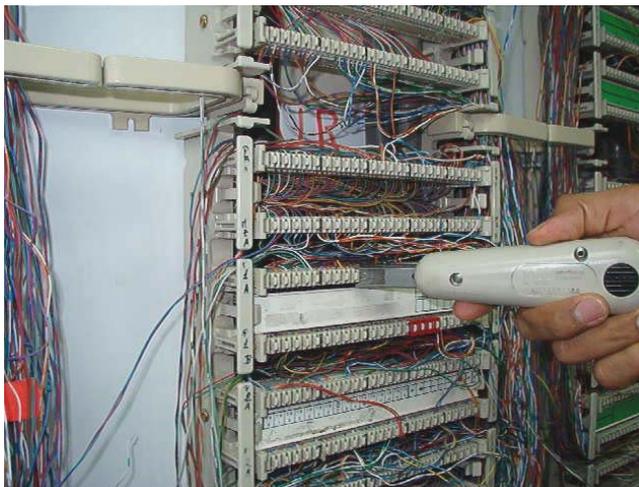


Figura 27. - Cierre final de una Cruzada dentro del Repartidor General (MDF)

Cortesía del Departamento de Comunicaciones de
La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil

2.1.2.3. ENLACES TRONCALES:

Son enlaces o circuitos que unen dos equipos de conmutación, por ejemplo:

Central telefónica - Central Telefónica

Central telefónica - PABX

Central telefónica – Multilínea

Existen dos tipos de enlaces troncales:

Troncales analógicas: (Líneas convencionales).

Troncales digitales: (E1 = 30 troncales digitales).

Troncales Analógicas

- El cliente requiere de varias líneas conmutadas y cuenta con un equipo MULTILÍNEA O KTS (Ley Telephone Sistema).
- Al momento de conectar las líneas al equipo de conmutación (multilínea) nos referimos a dichas líneas como TRONCALES.
- Las troncales pueden ser manejadas como un grupo (Multi- Line Huna) con el fin de que el cliente proporcione un solo número telefónico a sus clientes.

Troncales Digitales (El Conmutador)

Las troncales digitales se entregan en grupos de 30 y también se conoce como E1, ó el conmutador, según el Standard europeo. Es uno de los servicios ofrecidos por la RSDI Telmex.

El número de troncales depende del número de extensiones del cliente.

Se soportan servicios como:

- Número de grupo.
- Marcación DID, DOD. (Discado Directo de Entrada y el Discado Internacional de Salida)
- Troncales unidireccionales o vi direccionales.

Este principio de concentración de las líneas de los abonados, seguido de la conmutación y de un camino inverso a través del concentrador, que sale hacia el abonado que se solicita, no es exclusivo de las centrales digitales. Las centrales de paso a paso, de barras cruzadas y de relés de láminas magnéticas utilizaban también el mismo tipo de conmutación.

Sin embargo, aquí se debe resaltar que cuando una etapa de concentración sirve al abonado solicitado, se conoce a veces como etapa de expansión

mostrándose separadamente aunque a veces sea incluso la misma parte de los equipos que forman la etapa de concentración, ya que la mayoría de ellas utilizan sistemas PCM entre los concentradores y sus etapas digitales de conmutación de grupo. En algunas marcas de centrales, la etapa de concentración es diferente en diseño y tecnología de las de las etapas de conmutación.

2.2. ARQUITECTURAS CON LA RED XDSL

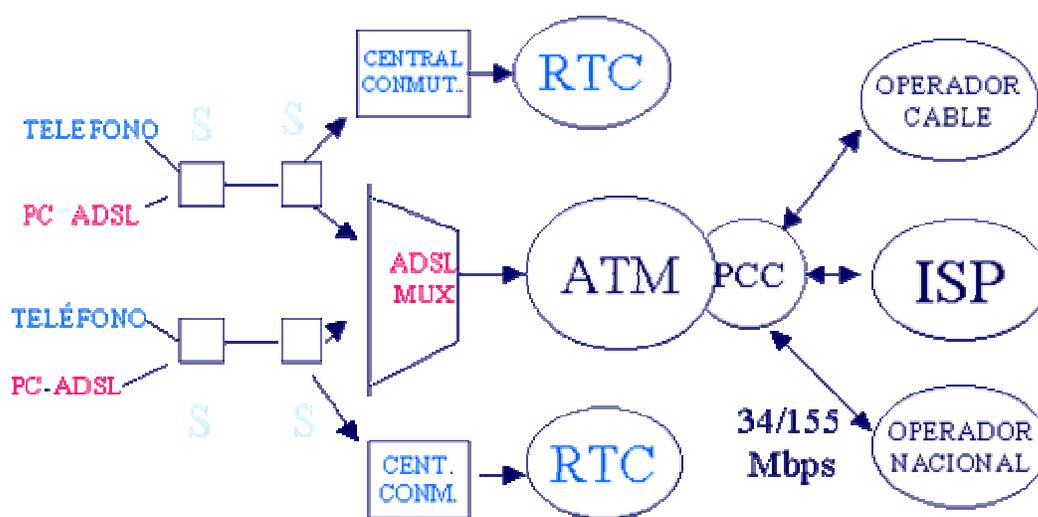


Figura 28.- Arquitectura de una red con XDSL

Entre las instalaciones de la central telefónica y el ordenador del usuario se coloca un discriminador (*"Splitter"*), **S** en el gráfico. Este aparato actúa simplemente como un filtro de frecuencias que considera como voz todo aquello

que esté por debajo de los 3400 Hz. En el enlace, se consideran independientes dos líneas de comunicación, una para voz y otra para datos; al hacer esta separación se evita el mayor problema actual en los accesos: la saturación de las centralitas de voz con tráfico de datos. La colocación del discriminador es lo que hace la diferencia de una red sin tecnología XDSL. A otra con esta tecnología.

CAPITULO 3

ANALISIS DEL MEDIO DE TRANSMISION

(EL PAR DE COBRE)

3.1 GENERALIDADES

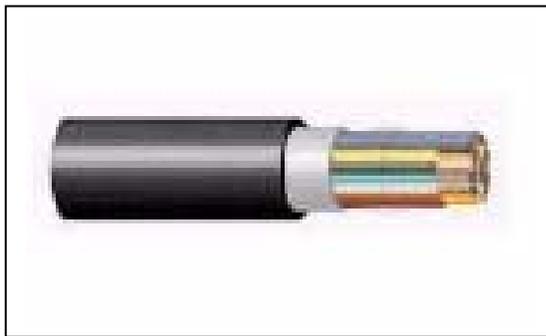


Figura 29. - Conductores de Cable Suave, 24 AWG, 0,51 mm, blindaje de aluminio y cubierto de polietileno.

Hay mucho que decir con respecto al cobre, tiene la más alta conductividad entre los metales comerciales. Es poseedor de las propiedades mecánicas tanto a temperatura baja, como temperatura ambiente y temperatura elevada, además

de tener excelente resistencia a la corrosión. Se explota en todos los continentes habitados, las reservas minerales y el desarrollo continuo de las técnicas de explotación permiten afirmar que el abastecimiento futuro está asegurado.

Las aplicaciones del cobre son diversas y variadas como las eléctricas para puestas a tierra, máquinas de servicio pesado, y la que compete a nuestro estudio la de las telecomunicaciones.

El cobre es eterno, representa la red física más grande del mundo se encuentra diseñada solo para voz, hasta la llegada del DSL.

Realiza las funciones de filtro pasabajo, es decir solo deja pasar las frecuencias bajas , aunque tiene la limitación de la distancia.

xDSL se refiere como un grupo similar de tecnologías que proveen gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores o repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo en la red. xDSL es proveída sobre circuitos locales de cobre no cargados (cables sin ningún tipo de inducción de voltaje ó señal).

Las velocidades de datos de entrada dependen de diversos factores como por ejemplo: Longitud de la línea de cobre. El calibre / diámetro del hilo (especificación AWG/ mms). La presencia de derivaciones con puentes. La interferencia de acoplamientos cruzados.

La atenuación de la línea aumenta con la frecuencia y la longitud de la línea disminuye cuando se incrementa el diámetro del hilo. Así por ejemplo, ignorando las derivaciones a manera de puentes, ADSL verifica: Velocidades de datos; calibre del hilo en AWG (American Wire Gauge, especificación de diámetro de hilos; a menor número de AWG le corresponde un mayor diámetro del hilo). Las medidas varían de una Empresa de Telecomunicaciones a otra. Los clientes pueden estar separados a mayores distancias si se utilizan sistemas de portadora de lazo digital basados en filtros.

Tabla II

| Velocidad de datos (Mbps) | Calibre de hilo (AWG) | Diámetro de hilo (mm) | Distancia (Km.) |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1.5 a 2 | 24 | 0.5 | 5.5 |
| 1.5 a 2 | 24 | 0.4 | 4.6 |
| 6.1 | 26 | 0.5 | 3.7 |
| 6.1 | 26 | 0.4 | 2.7 |

Tabla II: TABLA DE VELOCIDAD Y DISTANCIA SEGUN CALIBRE Y DIAMETRO DEL CORRE.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PAR DE COBRE

Es primordial que el proveedor de servicios DSL tenga conocimiento del estado del bucle local digital con el fin de poder proporcionar un nivel de servicio bien definido.

Cuando un abonado solicita un servicio ADSL, el proveedor debe estar en disposición de poder informarle si su bucle puede admitir el servicio o no. Ello dependerá del requerimiento mínimo del servicio (por ejemplo, el ancho de banda) y el estado del bucle.

Con el fin de maximizar la calidad del enlace xDSL, es necesario que se midan las características físicas del par de cobre y evaluar su aplicabilidad al xDSL específico.

Algunos de los parámetros importantes se mencionan a continuación:

- Continuidad, Impedancia (resistencia del loor, aislamiento y capacitancia).
- Balance longitudinal de impedancias. Desequilibrio resistivo (normalmente 2% de resistencia del loor)
- Pérdida de retorno, pérdidas por inserción.
- NEXT (Near End CrossTalk).

- Longitud del cable, detección de empalmes, bobinas de carga y presencia de agua.
- Atenuación a 40, 120 ó 150 kHz, 135Ohms, dependiendo de la aplicación.
- Voltaje AC y DC inducido en la línea.
- Corriente AC y DC en la línea.
- Background Noise, ruido impulsivo, relación señal a ruido, según la aplicación.
- Medición de la velocidad máxima de transmisión del xDSL.
- Medición de la tasa de error (BERT) del xDSL.

3.3 FACTORES QUE AFECTAN LA TRASMISION EN LA TECNOLOGIA XDSL

Las transmisiones ADSL se ven afectadas por todos estos parámetros los mismos se encuentran divididos en dos grupos claves: las condiciones externas y las propiedades de la línea.

Las condiciones externas que afectan a las transmisiones incluyen las siguientes: Ruido (por conducción), ruido (inducido/RFI), diafonía (paradiafonía/telediafonía), interoperabilidad, código de línea (CAP frente a DMT) y configuración DSLAM/ATU-C.

Entre las propiedades de la línea se incluyen las siguientes: equilibrio, bobinas / tomas de carga, Z alto/Z bajo, pares no uniformes, longitud del par y diámetro de cobre.

3.3.1 CONDICIONES EXTERNAS

ATENUACION. Es la pérdida de una señal debido a la reducción de la disponibilidad de la energía de la señal o de la potencia de la misma, esas pérdidas son mayores cuanto más subimos en frecuencia, entre otras cosas porque aumenta el nivel de radiación y la anchura efectiva de los conductores disminuye.



Figura 30.- Atenuación vs. Frecuencia

Además se producen reflexiones en los empalmes y tomas de teléfono sin terminar (sin terminar en impedancia) lo que provoca que se formen en algunas partes ondas estacionarias que aparecen en formas de rizados en la curva de atenuación con la frecuencia.

Cuando una señal analógica o digital atraviesa un medio, pierde intensidad. Si la atenuación es alta puede resultar imposible recuperar la señal en el otro extremo. A lo largo de la ruta de transmisión pueden colocarse repetidores de señal a una determinada distancia para que intensifiquen la señal.

La transmisión en la banda de base tiene muchas limitaciones debidas a la atenuación. El sistema de banda ancha presenta menos limitaciones. Además, las comunicaciones inalámbricas son mucho menos susceptibles de sufrir atenuación que las alámbricas como, por ejemplo, XDSL o los módems alámbricos.

Todo esto se puede resumir en la siguiente curva que muestra el aspecto típico de la atenuación en función de la frecuencia en un par de cobre de 5 a 6 Km.

RUIDO

Se puede definir el ruido como la combinación de fuentes de señal interferente no deseadas tanto si provienen de diafonía, interferencias de radiofrecuencia, distorsión, como de señales aleatorias creadas por energía térmica. El ruido reduce la capacidad de detección de los niveles analógicos más pequeños que

se pueden resolver en el demodulador. El nivel de ruido junto con el nivel máximo de recorte de una ruta de señal analógica configura la gama dinámica de amplitud disponible.

La velocidad máxima de datos de un módem se limita por la gama de frecuencia disponible (ancho de banda) y la relación señal/ruido (SNR) que es la gama dinámica de amplitud. Cuanto más se ofrezca de ambas gamas, más bits pueden transmitirse por segundo.

Los módems xDSL se benefician del espectro que se encuentra encima del canal de audio telefónico. Si bien operan con menos gama dinámica de amplitud, aumentan las velocidades de datos aumentando ampliamente el rango de frecuencia de la señal de comunicación (de 10 kHz a más de 1,0 MHz). Para hacer esto se requiere la instalación de un equipo especial en la oficina central y en las instalaciones del cliente.

Podemos distinguir dos tipos de ruido el interno y el externo.

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. Por ejemplo, típicamente, un receptor mete un ruido de unos -140 dBm/Hz y requiere una CNR > 10dB. Teniendo en cuenta que el emisor suele emitir una potencia de unos -40 dBm/Hz, nos queda que el conductor puede producir una atenuación de 90 dB lo que se traduce según el ejemplo anterior en que podemos disponer, en un cable de 5-6 Km., prácticamente de 600 kHz de ancho de banda.

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

- **Diafonía:** Se refiere a la interferencia entre canales. En el mundo de xDSL, las interferencias entre cables cercanos entre sí pueden tener un efecto negativo en el rendimiento de los cables afectados. Al estar hablando por teléfono y oír una conversación de fondo, que no era la suya, Pues bien, eso es el efecto de una 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. Distinguiendo la dirección en la que se produce el

acoplo podemos distinguir entre paradiafonía y telediafonía como muestra la siguiente figura.

- **Telediafonía** (FEXT) y la **Paradiafonía** (NEXT) ocurren cuando el transmisor envía una señal y un receptor que se encuentra en el extremo distante del enlace, a través de acoplamiento capacitivo e inductivo, "oye" la señal. Habrá que poner más atención en FEXT para los sistemas asimétricos como ADSL que para los simétricos como HDSL. Esto se debe a que las señales fuertes, que tienen su origen en el extremo próximo, pueden interferir con las señales más débiles que se originan en el extremo distante.



Figura 31: Paradiafonía y Telediafonía

- **Ruido** impulsivo: Es el causado por 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 la radio AM que son señales bastante intensas cuyo espectro de emisión es de 560 a 1600 Khz. Respecto a la radiación de los pares de cobre añadir que además de ser mala porque perturba a pares vecinos, supone además una fuente de pérdidas importante, y que 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.

RAMA MULTIPLE

Una rama múltiple es una conexión accidental de otro bucle local al bucle local principal. De manera general su comportamiento es como el de un circuito abierto a CC, pero se convierte en una línea de transmisión corta con efectos negativos a alta frecuencia. Resulta perjudicial para las conexiones xDSL y debe retirarse.

El cableado telefónico adicional en el hogar es una combinación de ramas múltiples cortas. Un divisor del servicio telefónico ordinario (POTS) aísla el

cableado de la casa y proporciona una ruta directa para que la señal xDSL pase sin deteriorarse al módem ATU-R.

3.3.2 PROPIEDADES DE LA LINEA

BOBINAS DE CARGA

Las bobinas de carga se utilizan para extender la gama de un bucle local para comunicaciones telefónicas. Son inductores añadidos en serie a la línea telefónica que compensan la capacitancia paralela de la línea. Mejoran las frecuencias del extremo alto del espectro vocal a expensas de las frecuencias que se encuentran por encima de 3,6 kHz. Por lo tanto, las bobinas de carga evitan las conexiones xDSL.

DESADAPTACION DE IMPEDANCIAS

Cuando el par de cobre utilizado posee tramos de distintos calibres, se producirá reflexiones de las señales transmitidas debido a las diferencias de impedancias características de cada tramo.

Este mismo fenómeno se presenta cuando en el camino de las señales existen demasiadas derivaciones o bridge taps.

DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA

La densidad espectral de la potencia es la potencia expresada en dBms por ancho de banda en Hz. Las limitaciones se otorgan al perfil espectral de PSD en un ancho de banda definido con el fin de minimizar el efecto de una diafonía y, por lo tanto, la influencia destructiva de la transmisión en otros servicios que se realizan en el mismo agrupamiento.

Las máscaras PSD varían dependiendo del tipo de servicio proporcionado. Por ejemplo, ADSL sobre POTS o RDSI ofrecerá diferentes posibilidades de interferencia al otro servicio. Asimismo, ADSL a plena velocidad, G.Lite o VDSL ocupan proporciones diferentes del ancho de banda y, por lo tanto, tendrán que cumplir con distintos límites de Máscara PSD (Densidad de Potencia Espectral)

De la misma manera, en una transmisión asíncrona, como ADSL, las transmisiones de bajada y de subida ocupan distintas zonas de la banda de transmisión y, como consecuencia de ello, las máscaras PSD diferirán para la transmisión de subida (de ATU-R a ATU-C) y de bajada (de ATU-C a ATU-R).

MEDIDAS DE POTENCIA (ITU-T G.991.2)

Las medidas de potencia miden la potencia en la banda vocal y en las regiones fuera de banda desde el puerto de la línea ADSL. Debido a que no deberían

transmitirse señales DSL en estas regiones, los dos niveles de potencia deberían ser bajos.

La potencia en la banda vocal se mide normalmente sobre la región desde 0 a 4 kHz con un valor máximo requerido que no sea superior a 15 dBm. La potencia en la región fuera de banda se mide sobre un ancho de banda de escala móvil de 1 MHz y no debe ser superior a 50 dBm.

Pérdida de retorno de puertos de línea POTS y ADSL

La pérdida de retorno es una indicación del grado de concordancia de impedancia de una conexión. Esta concordancia es imprescindible para conseguir la mejor transferencia posible de potencia de una parte del equipo a otra. La concordancia de impedancia típica de un puerto ADSL es de 100 Mohms. En el Reino Unido el puerto de POTS típico es de 600 ohm.

Un factor poco común pero que puede llegar a influir sobre el par de cobre son las variaciones en la temperatura ambiente.

La línea telefónica de par de cobre utilizado para transmitir los datos por ninguna causa debe poseer ningún elemento externo como los que se describen a continuación:

- Bobinas de Carga (esto jamás).

- Multiplicadores de Pares.
- Pares Multiplicados.
- Elementos de protección eléctrica que limiten el ancho de banda.
- Discontinuidad de masa de empalmes del multipar.
- Filtros para la interferencia de radio AM.

3.4 MEDIOS DE TRANSMISION

Cada medio de transmisión tiene sus ventajas e inconvenientes; no existe un tipo ideal. Las principales diferencias entre los distintos tipos radican en la anchura de banda permitida (y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión), su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la amortiguación de la señal y la distancia recorrida. Estos se clasifican de la siguiente manera:

- Líneas de hilo sin recubrimiento
- Par Trenzado: Cable de pares
- Cable coaxiales
- Radio enlaces
- Fibra Óptica
- Guías de onda

3.4.1 LINEAS DE HILO SIN RECUBRIMIENTO

Están constituidas por dos conductores de cobre sin recubrimiento paralelos entre sí y sujetos mediante aisladores a una cruceta y ésta a su vez sobre un poste medio más sencillo y antiguo. Tuvo una gran importancia en los comienzos de la comunicación, pero hoy en día su uso está limitado a zonas de tráfico escaso. Ha sido utilizado para transmisiones telegráficas y telefónicas, este medio presenta problemas de atenuación e interferencias externas.

3.4.2 PAR TRENZADO

Esta formado por dos conductores, normalmente de cobre electrolítico recocido y de sección circular, aislados entre si y con el exterior. Los dos hilos, que constituyen un circuito, se entrecruzan en espiral para que no se separen físicamente y para reducir las interferencias magnéticas o entre pares adyacentes (diafonía), cada par trenzado constituye solo un enlace de comunicaciones.

El grosor de los pares está normalizado por AWG (American Wire Gauge) en valores enteros (calibres), utilizados en telefonía normalizado número de pares por ITU-T.

APLICACIONES

Entre las aplicaciones del par trenzado esta: como medio de transmisión para señales analógicas y digitales, redes de telefonía y redes de comunicación entre edificios, Conexión entre el terminal del abonado y la central local (bucle del abonado), Conexión de cada teléfono a la central privada (PBX) dentro de un edificio, Redes telefónicas /diseñadas para soportar trafico de voz mediante señales analógicas con el uso de módem XDSL se pueden transmitir datos a velocidades elevadas.

En transmisiones digitales se utiliza masivamente en la conexión entre la central y el conmutador digital, las redes de área local dentro de edificios, transmisión de datos a larga distancia

COMPARACION CON OTROS MEDIOS

- Mas barato y mas sencillo de manejar que otros medio guiados (coaxial, fibra óptica.
- Mas limitado en velocidad de transmisión, ancho de banda y distancia

CARACTERISTICAS EN LA TRANSMISION

- Escasa inmunidad frente a las interferencias, ruidos producidos por campos electromagnéticos externos y pares adyacentes

- Apantallamiento con una malla metálica, trenzado de los pares y utilización de diferentes técnicas de distorsión entre pares adyacentes
- Presenta una gran atenuación para frecuencias mayores de 250 KHz y además depende de la frecuencia
- Permite transmitir señales analógicas y digitales
- La capacidad de la transmisión depende de la distancia y del tipo de enlace punto a punto o multipunto
- Hasta 250 KHz en transmisión analógica punto a punto
- Hasta unos cuantos Mbps en transmisión digital punto a punto en larga distancia
- Hasta 100 Mbps en transmisor digital punto a punto de corta distancia.
- El Par trenzado no apantallado UTP (Unshield Twisted Pair), utilizado ampliamente en edificios y telefonía , es mas barato utilizado para las redes LAN , mas fácil de manejar e instalar , pero afectado por interferencias electromagnéticas , se dividen en 2 clases dependiendo del número de pasos de distorsión
- UTP categoría 3, cable de calidad telefónica diseñado para frecuencias de hasta 16 Mhz
- UTP categoría 5, cable de mejores características para transmisiones digitales diseñado para frecuencias de hasta 100Mhz con menor atenuación y mas costoso, aumenta su utilización.

- El Par trenzado apantallado STP (Shield Twisted Pair) Se encuentra rodeado por una malla metálica, más inmune a las interferencias electromagnéticas externas y con una menor atenuación, más costoso y difícil de manejar

3.4.3 CABLE COAXIAL

Este tipo de cable esta compuesto de un hilo conductor central de cobre rodeado por una malla de hilos de cobre. El espacio entre el hilo y la malla lo ocupa un conducto de plástico que separa los dos conductores y mantiene las propiedades eléctricas. Todo el cable está cubierto por un aislamiento de protección para reducir las emisiones eléctricas. El ejemplo más común de este tipo de cables es el coaxial de televisión.

Originalmente fue el cable más utilizado en las redes locales debido a su alta capacidad y resistencia a las interferencias, pero en la actualidad su uso está en declive.

El cable coaxial se utiliza normalmente en la conexión de redes con topología en bus, como ethernet y ARCNET. El cable consta de un núcleo de hilo de cobre rodeado por un aislante. Todo esto se envuelve con hilos de cobre trenzados u

hojas metálicas, lo que sirve de señal entre las hojas externas y la radiación procedente de las señales internas.

3.4.4 FIBRA OPTICA

Este cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio. Cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.
- La luz producida por diodos o por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

Tabla III

| Características | Fibra óptica | Cable coaxial | Par trenzado |
|---------------------------|--|---|---|
| Ancho de banda | 100.000 Ghz a 400.000 Ghz | 10.8000 Mhz a 60 Mhz | |
| Susceptibilidad | Mayor susceptibilidad al ruido. Menor susceptibilidad a la interferencia electromagnética Tiene gran desventaja al dar vuelta en una esquina. | Proporciona protección contra interferencias. Distancia máxima 150 metros y 15 nodos, estándar. 300 metros y 30 nodos, extendidas | Sensibles a interferencias y diafonías producidas por la inducción electromagnética |
| Capacidad de transmisión. | 2ghz 35 Mhz a 500 HMS. | | 2mbps a 100 Mbps utilizado en la telefonía. |
| Precio | \$0.86 por metro \$0.26 por pie | | \$0.46 por metro 0.14 por pie |

Tabla III: TABLA COMPARATIVA DE LAS CARACTERISTICAS DE LA FIBRA, CABLE COAXIAL Y PAR TRENZADO

La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información debido a sus excelentes características: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración.

Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a que necesita el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costes de instalación.

- Realmente hay una reducida selección de tipos de cables, pues en su mayoría se encuentran estandarizados los más eficientes.
- Debido al material del que están hechos los diferentes cables, las velocidades de transmisión dependen de la distancia y del tipo de medio del que se este utilizando.
- El mundo de la información vota por medio transmisores más rápidos y eficientes que permitan al usuario un mejor aprovechamiento de la información para cubrir sus necesidades o servicios

3.4.5 DESCRIPCION DEL MEDIO DE TRANSMISION

TIPOS DE CONEXION

- **CONEXIÓN A CUATRO HILOS:** Se caracteriza porque en todo su recorrido se utilizan medios físicos independientes para cada sentido de la transmisión, por lo que permite el intercambio simultaneo de señales en distinto sentido
- **CONEXIÓN A DOS HILOS:** Cuando en todo o parte de su recorrido se utiliza un mismo medio físico para transmitir información en los dos sentidos. Se usa un canal para transmitir en un sentido y otro para transmitir en el contrario simultáneamente, no todos los medios de transmisión permiten llevarla a cabo. En transmisiones de larga distancia se usan dos medios de transmisión. La red telefónica es a dos hilos.

3.5 NORMAS Y ORGANIZACIONES ENCARGADAS DE LA ESTANDARIZACION DE DSL.

La serie de normas ITU-T G.99X.X proporcionan reglas de diseño para los modelos xDSL y estipulan pruebas de bucle y modelos de inyección de ruido. También contienen los requisitos eléctricos para los transceptores, incluidas las máscaras PSD para ADSL sobre POTS o RDSI y para los sistemas que proporcionan NEXT reducida. Además proporcionan las características del divisor.

ANSI (American National Standards Institute): el grupo de trabajo T1E1.4 encargado de la transmisión por la línea de abonado digital, creó la especificación T1.413 para ADSL en 1995. Este grupo está inscrito en el comité T1 de ANSI, dedicado a la interconexión de redes y a los estándares de interoperatividad.

La norma describe el interfaz entre la red de telecomunicaciones y la instalación del cliente, en los términos de su interacción y las características eléctricas. Se basa en la modulación por multitono discreto (DMT), alternativa escogida para implementar la tecnología ADSL por sus ventajas (respecto a velocidad de comunicaciones, eficiencia espectral, robustez, consumo de potencia y compatibilidad de espectro) frente a otras posibilidades técnicas, esencialmente la modulación CAP. La segunda versión de la especificación cubre transporte de ATM sobre ADSL.

ADSL Forum: es una organización sin ánimo de lucro, formada a finales de 1994 para colaborar con las compañías telefónicas y sus suministradores en la tarea de explotar el potencial mercado del ADSL. La ayuda se enfoca en dos vertientes:

- Apoyo comercial para difundir noticias y propagar el conocimiento sobre las posibilidades de la tecnología. Se trata de abrir el mercado al gran público.
- Ayuda técnica, en siete grandes áreas, manejadas por grupos de trabajo. Se tratan aspectos como: ATM sobre ADSL, paquetes sobre ADSL, gestión de red, pruebas e interoperabilidad, desarrollo de arquitecturas, protocolos...

Cuando se termina algún trabajo, se publica un informe técnico aprobado por los miembros del Forum. Su distribución es pública a todas las partes interesadas.

El ADSL Forum colabora con numerosas entidades de estandarización y grupos de trabajo con el fin de llegar a acuerdos sobre nuevos requisitos de la tecnología. Entre las organizaciones asociadas se citan: ANSI T1E1.4, ETSI, DAVIC, UAWG, ATM Forum e ITU.

Hoy en día cuenta con cerca de 300 miembros (compañías) de la industria de las comunicaciones, las redes y los ordenadores.

ATM Forum: esta organización, en su afán por definir un sistema completo sobre ATM, desde la casa a la red y viceversa, para múltiples dispositivos

domésticos (como un PC), vislumbra la tecnología ADSL como un posible interfaz entre la red de acceso a ATM y la red de acceso a casa.

En la actualidad colabora con el ADSL Forum, con el objetivo de preparar el mercado, en los siguientes aspectos técnicos:

- ATM sobre ADSL, según la norma ANSI.
- Gestión de los protocolos IP en la parte del usuario final.
- Adaptación dinámica de la tasa binaria sobre la línea dependiendo de su calidad.

La especificación europea **ETSI ETR 328** es la única norma europea en vigor para ADSL y sólo se refiere a los modelos de bucle y ruido, este representa un anexo a la especificación T1.413 de ANSI, recogiendo modificaciones para la jerarquía y los bucles europeos, pues gran parte de la norma ANSI se refiere a particularidades de la red de los Estados Unidos.

Actualmente el grupo de trabajo ETSI TM6 está desarrollando otras especificaciones como la TS 101 388 para ADSL y TS 101 270 para VDSL. En estas especificaciones se incluirán los requerimientos de las características eléctricas de los transceptores, así como los modelos de bucle y ruido.

DAVIC (Digital Audio Visual Council): organización no lucrativa, fundada en 1994, con miembros de más de 150 compañías del sector audiovisual.

Su objetivo es promover el éxito de los servicios y aplicaciones del audiovisual digital elaborando especificaciones de interfaces y protocolos abiertos, para maximizar la interoperabilidad.

La especificación publicada como DAVIC 1.2 recoge entre otros aspectos la norma de vídeo digital ATM sobre ADSL.

UAWG (Universal ADSL Working Group): es un grupo de trabajo, formado a comienzos de 1998, compuesto por la industria del PC, las redes y las telecomunicaciones. Se dedica fundamentalmente a extender la norma ANSI T1.413, orientándola a la definición de una tecnología de más baja velocidad (512 kbps hacia la red y 1.5 Mbps hacia el usuario), compatible con el estándar completo.

El objetivo principal es lograr que todos los productos y servicios basados en la tecnología ADSL funcionen interoperativamente. Además se pretende maximizar la economía, velocidad y eficiencia tanto del desarrollo a velocidad completa como del desarrollo a tasa reducida.

Esta última implementación está siendo propuesta a través de la ITU, mediante la norma G.Lite. Es compatible con el estándar ANSI T1.413 y se pretende que cumpla todos los requisitos de interoperatividad con los equipos y sistemas basados en esta. Es una de las principales tareas del UAWG.

Como ventajas de la nueva especificación:

- Reduce las necesidades de instalación en la residencia del usuario de nuevos dispositivos, como el separador de voz y datos (“splitter”).
- Elimina la necesidad de cableado adicional en la propia residencia.
- Permite un software de configuración sencillo, con posibilidad de incluirlo en los sistemas operativos sin excesivo coste adicional. Se pretende lograr un servicio “*plug & play*”.

Por estas causas se reducen los costes de desarrollo y se simplifica notablemente respecto a la tecnología de velocidad completa. Se prevé que será la solución integrada PC-modem para conectarse a Internet a alta velocidad usando las líneas telefónicas existentes.

ITU (International Telecommunications Union): ha propuesto la recomendación G.dmt, especificación de ADSL a velocidad completa, fundada en la técnica

DMT y compatible con el estándar ANSI T1.431. Así mismo se ha encargado de la adaptación a velocidad reducida, ya mencionada, mediante la norma G.Lite, también compatible con el estándar ANSI.

Enmarcados en las labores de estandarización aparecen los “**whitepapers**” en ADSL. Se trata de documentos que recogen especificaciones relacionadas con la implementación de la tecnología ADSL, o algún producto o servicio basado en la misma. Algunos títulos destacables han sido:

- Modulación discreta multitono (DMT) frente a modulación de amplitud y fase sin portadora (CAP).
- Uso de la tecnología DMT para sistemas ADSL.
- Arquitectura de servicio interoperativo extremo a extremo de banda ancha sobre sistemas ADSL.
- Arquitectura del núcleo de red para sistemas de acceso ADSL.
- DSL Lite: haciendo Internet suficientemente rápida para los usuarios.

Para resolver los problemas de velocidad y ancho de banda, cuando el siguiente cliente solicita ADSL se esta desarrollando una norma que aunque aun esta en borrador indica pautas para la gestión de espectros en los lugares de transmisión del bucle que se encuentra entre la oficina central y la interfaz entre la red y el cliente.

El documento T1/E1 propone una serie de soluciones como limitaciones de potencia de la señal para servicios DSL, métodos para determinar la compatibilidad del espectro. Recomienda clasificaciones de la gestión del espectro para sistema de transmisión DSL basados en rangos de frecuencias operativas y marca limitaciones en la longitud del bucle para determinados tipos de servicios, con el único objetivo de garantizar la compatibilidad entre los tipos de DSL y entre todos los sistemas generalmente instalados incluidos voz, ISDN, HDSL y ADSL.

3.6. IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS PARA LA INSTALACION DE XDSL

Las pruebas que en el momento se están haciendo para caracterizar un par de cobre y evaluar su aplicabilidad a xDSL son muy pobres, no solo en los países de América Latina. Una prueba común es la de prueba y error, es decir, se conecta el módem y se verifica si funciona o no. Si no, entonces hay que seleccionar otro par de cobre.

Algunos van más allá y utilizan un multímetro para medir la resistencia de la línea, continuidad y el voltaje Inducido, antes de conectar el módem. Otros utilizan los populares TIM, con los que pueden hacer un diagnóstico de la línea.

Pero, en muy pocos lugares están siendo realizadas las pruebas necesarias para calificar el par, debido a la carencia de los instrumentos necesarios.

Un problema con los sistemas de prueba y error, es que la mayoría de los sistemas xDSL tienen la capacidad de ajustarse a las condiciones de la línea, para transmitir a la mayor velocidad posible. Es decir, en la mayoría de los casos van a funcionar, pero, a qué velocidad? y cuál es la confiabilidad? Será esa una línea marginal que presentará problemas en tiempo de lluvia? La calidad del servicio que se le presta al cliente depende, en gran parte, de la velocidad efectiva del enlace instalado.

Aunque no se sugiere que todas las medidas deban ser realizadas, sin embargo, hay que conocer cual es el impacto que cada uno de estos parámetros tiene en el desempeño del xDSL. Es importante que al momento de seleccionar las herramientas para pruebas de xDSL, se consideren aquellas que cubran la mayor cantidad de parámetros importantes. Se debe tener en cuenta que en la medida en que aumenta la velocidad de transmisión de los DSLs, más crítica será la influencia de parámetros como la capacitancia y el NEXT.

CAPITULO 4

EQUIPOS E INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE LA CALIDAD RENDIMIENTO DEL COBRE

Este capítulo da a los Proveedores de Servicio de Telecomunicación las herramientas necesarias para confirmar eficazmente el aprovisionamiento y función de la línea física entre el Subscriptor y la Oficina Central. Permitiendo a los proveedores de Servicio localizar fallas en la línea, ellos pueden asegurar un nivel de servicio de acuerdo a lo que los subscriptores deseen.

También se describe una serie de equipos existentes en el mercado que realizan las mediciones necesarias para evaluar la calidad de las redes (par de cobre) sobre las cuales se va aplicar la tecnología XDSL, es importante recalcar que dichos equipos fueron seleccionados para nuestro estudio por sus características técnicas pues abarcan todas las mediciones a realizar.

Además se elabora un análisis económico de los beneficios o las desventajas de la adquisición de los mismos en nuestro medio.

Normalmente el uso del par de cobre es exclusivo para telefonía (transmisión de voz), y en nuestro medio este posee muchas deficiencias, debido que no existe mantenimiento ni control de calidad que permitan al cliente tener un servicio rescatable. Pero la pregunta obligada es cómo se aplicará una tecnología que no solamente llevará voz si no que también transmitirá datos sobre estas redes que siempre han dado problemas? ¿Qué tan productivo será el servicio?.

Para la aplicación de servicios XDSL es necesario que la capa física se encuentre libre de deterioros, por lo tanto es esencial realizar una preparación de nuestras redes y conocer que tan estables y aptas se encuentran para el uso de una tecnología que tiene como objetivo transmitir a grandes velocidades voz y datos sobre el par de cobre común.

Para ello es importante definir los siguientes términos.

MEDICIONES.- Es la lectura directa de un parámetro, como respuesta a un estímulo.

MEDICIONES PRACTICAS.- Llevan a la identificación y / o solución de un problema.

MEDICIONES ACADEMICAS.- Suelen ser netamente informativas y rara vez contribuyen a la solución de un problema. Se toman solo como referencia.

ESTIMACIONES.- Predicción del posible comportamiento o característica de un parámetro o sistema, basado en el procesamiento matemático / estadístico de mediciones reales por ejemplo estimación de la longitud de un cable, basado en la capacitancia o resistencia del lazo.

4.1 CALIFICADOR DE CABLEADO PARA APLICACIONES XDSL

4.1.1 ESPECIFICACIONES

El calificador de cableado CABLESHARK pertenece a “Consultronics”. Es usado para la calificación del par de cobre en el lazo local, analizando los servicios XDSL en el nivel donde los problemas ocurren realmente es decir en la capa física.

Consultronics se convirtió en el único calificado como un experto para el desarrollo de cable del xDSL portátil, equipo utilizado para ayudar a las

telecomunicaciones y proveedores de servicio de internet que entrega xDSL a las masas.

Innovando el mercado presenta una variedad de instrumentos y equipos utilizados para la realización de pruebas, mediciones y rendimiento de las redes para el uso de XDSL.

El uso de estos equipos es típicamente para propietarios de redes de acceso, operadores nacionales, alianzas y sociedades multinacionales con redes mixtas, ISP principales y proveedores de servicios de valor añadido con redes de acceso a DSL, corporaciones que dispongan de redes sobre DSL / ATM / IP y departamentos de operaciones, mantenimiento o servicios.

Las pruebas que ejecuta este equipo se describen en los siguientes términos:

- Realiza pruebas de respuesta en frecuencia remota de punto a punto 0-2 Mhz.
- Mide el balance longitudinal para detectar y evitar problemas de cancelación de señal por reflexiones, diafonía (crosstalk) ó ruido eléctrico inducido.
- Posee un contador de ultra alta velocidad con umbral de detección variable para medir ruido impulsivo.
- Mide los parámetros de la capa física del cable.

- Medición gráfica de la densidad espectral de potencia.
- Localiza fallas (derivaciones, pares no terminados, cambios en el calibre, cortos, circuitos abiertos y cualquier anomalía) en el lazo indicando la distancia a la falla en metros ó en tiempo de propagación.
- La función especial llamada Localizador de Posicionamiento Automático o Automatic Distance Marker Placing lo hace superior a la competencia en TDR.

El calificador de cable XDSL permite llevar a cabo los siguientes objetivos:

Confirmar el aprovisionamiento y funcionamiento (es decir la conexión eléctrica) de la línea física entre el Subscriber y la Oficina Central de servicio. (Repartidor General de Distribución).

Determinar el nivel y Calidad de Servicio (Quality of Service - QoS) anticipada del cliente y de la Oficina Central.

Localizar fallas en los grupos de los cables que causan mal, pobre o ningún servicio y que ellos pueden despear.

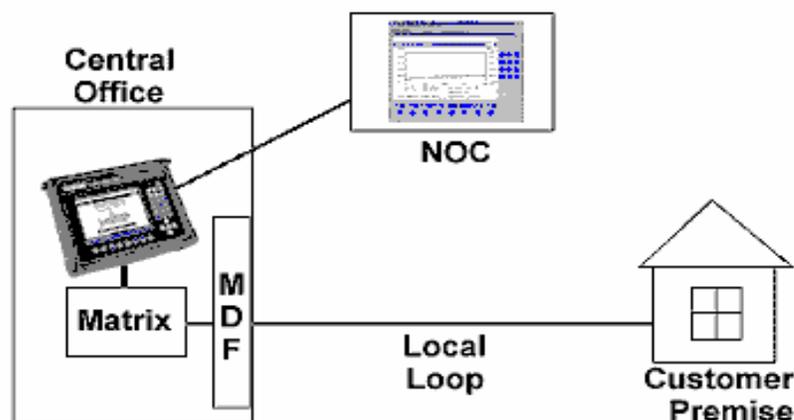


Figura 32: Localización de los equipos de Medición
Fuente: Notas Técnicas XDSL



Figura 33: CALIFICADOR DE CABLES SHARK DE CONSUTRONICS

Fuentes: Consultronics Cable shark XDSL

4.1.2 ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO

Para confirmar el desarrollo apropiado del XDSL se deben de realizar una serie de pruebas especificadas por el calificador de cables.

Estas son: Respuesta de frecuencias, Reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR), detector ruido y de ruido impulsivo, Prueba de pérdida de tono DMT y detección de bobinas de carga.

4.1.2.1 RESPUESTA DE FRECUENCIA

Una medida de respuesta de Frecuencia indica el ancho de banda disponible de la línea.

Los servicios del XDSL pueden llevar más información digital por segundo que los módems dial-up porque ellos utilizan frecuencias mayores para la transmisión. Un factor preponderante que limita la aplicación de XDSL es la incapacidad del lazo local para llevar las frecuencias altas asociadas a estas nuevas tecnologías.

La siguiente lista de las tecnologías XDSL requieren una contestación de frecuencia (es decir ancho de banda) mucho más alto que los 4 Khz que se usa actualmente en el cableado de cobre para el servicio de voz POTS.

TABLA IV

| TECNOLOGIA | ANCHO DE BANDA |
|-------------------|-----------------------|
| ISDN | 80 Khz |
| SDSL | 400 Khz |
| IDSL | 80 Khz |
| ADSL | 1.5 Mhz |
| HDSL | 400 Khz |

Tabla IV: Anchos de Bandas para cada tecnología

Este equipo puede realizar una Respuesta de Frecuencia medida de un lazo local. Normalmente se usan dos unidades para ejecutar esta prueba. (Aunque la comprobación limitada puede realizarse con una sola unidad a un extremo del par de cable).

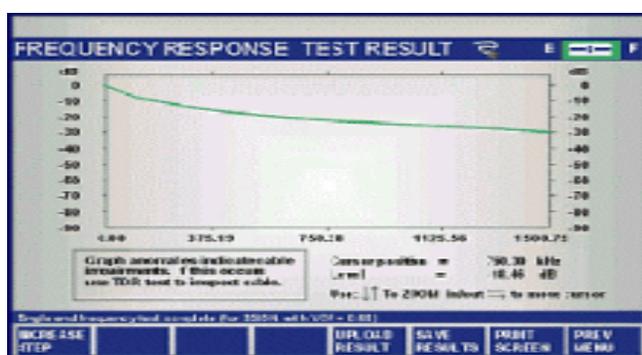


Figura 34: Respuesta de Frecuencia
Fuente: Consultronics CableSHARK XDSL

Una unidad genera una serie de tonos a un nivel constante en una forma automáticamente encaminada. La unidad ubicada en el otro extremo del circuito mide el poder recibido de los tonos entrantes y los traza en un gráfico de nivel (pérdida) contra frecuencia. Esos requerimientos de Circuitos caídos, escasos de ancho de banda prevendrán el establecimiento de una conexión del xDSL, o limitarán su velocidad de transmisión.

4.1.2.2 REFLECTOMETRO EN EL DOMINIO DEL TIEMPO (TDR)

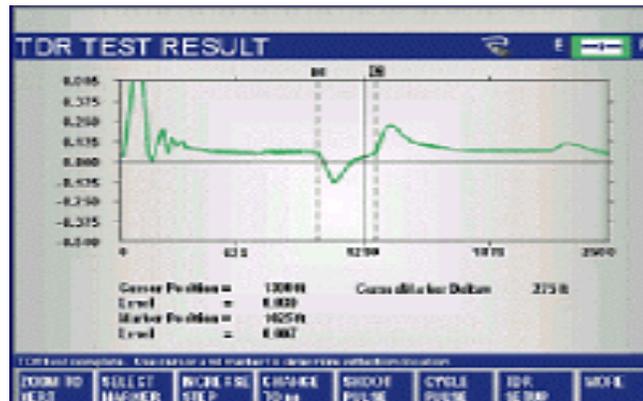


Figura 35: EL REFLECTOMETRO
Fuente: Consultronics Cable Shark XDSL

Es un cable de prueba técnica, que inicialmente fue desarrollado para descubrir imperfecciones o fallas en las líneas de transmisión de poder.

Su aplicación en los cables telefónicos se implementó hace muchos años. Sólo es ahora que las mediciones del TDR se convierten en importantes requisitos para el desarrollo de DSL. Pero cómo funciona?

Esta prueba trabaja inyectando un pulso de energía en una línea y cronometrando el retorno de cualquier reflexión causado por anomalías del cable.

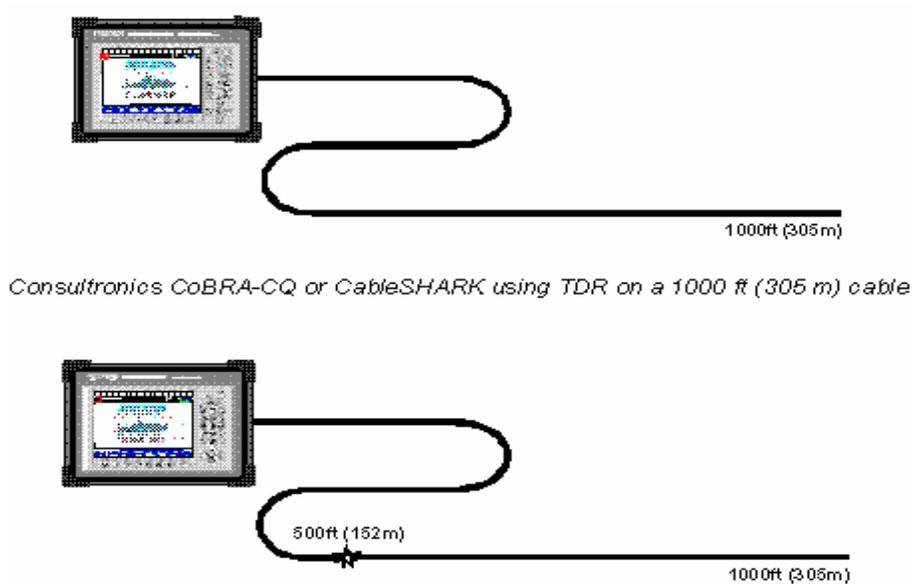
Los tiempos de reflexión de viaje redondos son moderados para determinar la distancia a la falla. Por ejemplo el extremo de un cable del par trenzado no-terminado reflejará la mayoría de la energía hacia atrás regresando a la fuente. Así es posible medir la longitud de un pedazo desconocido de cable.

El funcionamiento del TDR es similar al sonar. En el sonar un submarino envía un pulso de energía a través del agua, si existe algún objeto (roca, pez, barco, etc) dentro del alcance del pulso de energía parte, o todos los pulsos se reflejan atrás hacia el receptor del sonar.

Teniendo como dato conocido la velocidad a la que viaja el sonido a través del agua y el tiempo tomado para una reflexión puede calcularse la distancia al objeto.

En la prueba TDR para las telecomunicaciones, un pulso de energía se transmite en una longitud de prueba cable abajo. Cuando el pulso de energía encuentra el extremo del cable o cualquier otro cambio en impedancia, (por ejemplo, un corto circuito, bobina de carga o bridged tap), parte o toda la energía se reflejan atrás hacia el equipo de TDR. El equipo de TDR mide el tiempo que toma el pulso de energía para viajar cable abajo, "ve" el problema y refleja atrás. Un cálculo que usa el tiempo de viaje de pulso total se hace y la

velocidad de propagación del cable (varía por tamaño del cable, material, etc.) determina la distancia del equipo de TDR al cable problema.



Consultronics CoBRA-CQ or CableSHARK using TDR on a 1000 ft (305 m) cable

**Figura 36: Equipo Consultronics COBRA CQ O Cable Sahara usado como TDR a distancia de 1000 pies.
Fuentes: Consultronics Cable shark XDSL**

El TDR busca un cambio de impedancia que podría ser causado por una de varias anomalías: instalación impropia, daño del cable (causado por agua, etc.), extremo del cable, bobinas de carga, bridged tap y empalmes. Cuánto cambia la impedancia? Esto lo determinará la amplitud de la reflexión y por consiguiente la severidad de la anomalía.

La anchura y amplitud de un pulso transmitido determinan su energía. El pulso más pequeño, es el de menos energía y por consiguiente menor es la distancia

que puede cubrir. Por otro lado, al enviar pulsos anchos en cables cortos, la reflexión del pulso puede llegar antes de realizar el envío.

El Equipo de TDR mantiene anchuras del pulso inconstantes por esta razón. La funcionalidad de TDR es una valiosa parte de cualquier colección de calificación de cable de pruebas xDSL. Con este tipo de equipo TDR ofrece prueba Automática y Manual.

La prueba Automática permitirá a los cables del usuario, indicación eficaz de cualquiera de los deterioros de la línea dentro de la distancia especificada por el usuario.

Una prueba Manual puede ser llevada a cabo para un análisis mucho más detallado de la línea.

4.1.2.3 DETECTOR DE RUIDO Y RUIDO IMPULSIVO

Esta etapa de la prueba de la calidad de cables tiene la habilidad de medir y detectar ruido y medidas de ruido de impulso, permitiendo al proveedor de Servicio identificar interrupciones no deseadas o sostener estados de perturbaciones que podrían afectar la transmisión de datos entre la oficina de proveedores de servicios y el suscriptor.

Las perturbaciones Eléctricas pueden venir de las fuentes artificiales o naturales como la energía crosstalk de líneas T1 o E1. El ruido de impulso puede intensificarse si se expande en el estuche del cable y actúa como un conductor parcial.

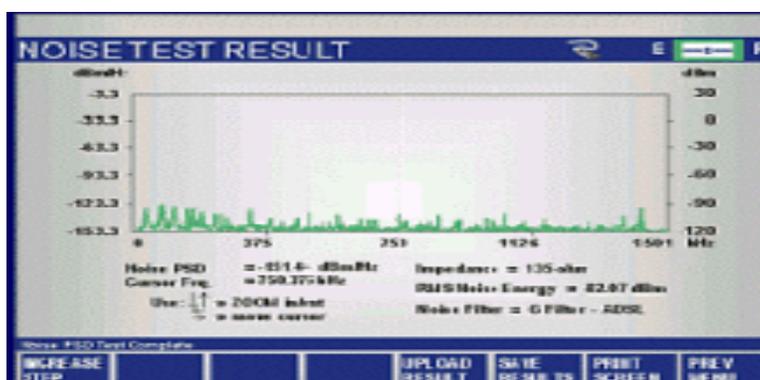


Figura 37: RESULTADO DE LA PRUEBA DE RUIDO
Fuente: Consultronics Cable Shark XDSL

Este equipo mide ruido usando varios filtros. Se usan filtros del ruido para estrechar el campo de medida al ancho de banda de interés.

IEEE-743 / 1995 definen E, F, y G filtros para calificar los lazos ISDN, HDSL, y ADSL respectivamente. Estos filtros son también usados en el mismo orden para condicionar la señal para la evaluación de ruido de impulso. El CableSHARK también incluye la medición de un rasgo llamado Densidad Espectral de Potencia.

Cuando evaluando líneas que llevarán dial up el módem señala, un valor global del ruido con el 3.4 kHz en el canal es suficiente. Módems de ADSL, sin embargo, usan el mismo DMT adaptable con técnica de codificación. Aun cuando una parte del ancho de banda operando de un MODEM ADSL es destruido completamente por ruido, los tonos de DMT pueden existir en otra parte de la banda para llevar información. Por esta razón no sólo es importante saber el nivel de ruido en una línea del xDSL, también su naturaleza hasta donde la frecuencia está implicada. Un gráfico de la medida de Densidad Espectral de potencia muestra donde el ruido existe y su amplitud.

4.1.2.4 PRUEBA DE PÉRDIDA DE TONO DMT

Los módems ADSL y Grite xDSL usan multi-tonos discretos digitalmente modulados (DMT) para llevar información digital. El par trenzado de cobre con suficiente ancho de banda y limitadas cantidades de ruido y ruido impulsivo podrá llevar una cantidad llena de tonos DMT y la magnitud llena de modulación por tono.

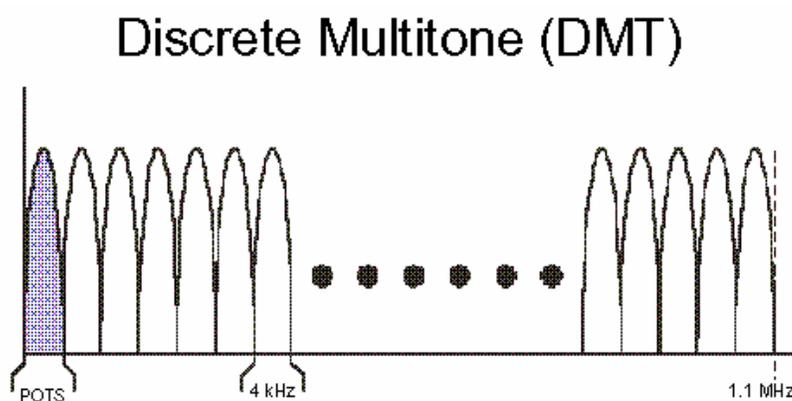


Figura 38: Modulación por Multitono Discreto
Fuente: Notas Técnicas XDSL

Una determinación cuantitativa en un particular lazo local deseada por proveedores de servicio es el throughput de los datos teóricamente. El Consultronics CableSHARK realiza una combinación de 256 Tonos DMT de pérdida y prueba del ruido para determinar la capacidad del cable para manejar Multi-tono Discreto (DMT) la línea ADSL codificado por ANSI como la especificación T1.413. Mide la pérdida de la señal de cada tono (cada 4.3 kHz) y el ruido en cada banda, el número de bits que pueden ser llevados por tono puede ser calculado. Sumando los bits disponibles por tono, el máximo teórico de bit rate alcanzado podría ser determinado. Esto les permite a los usuarios saber que nivel de servicio de suscriptores puede esperar en un lazo local particular.

Una de las ventajas importantes de este equipo sobre otro conjunto de pruebas ADSL es que es independiente de la tecnología o marca de módem que está desplegándose en el par de cobre entre la Oficina Central de Intercambio y el

subscriber. La excepción a esta declaración es la prueba de 256 tonos DMT que sólo se aplica a los módems basados en DMT.

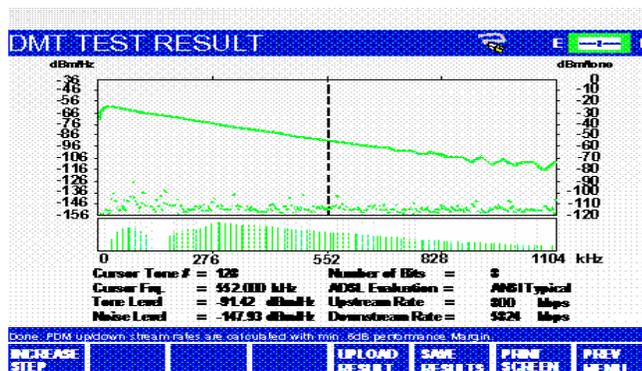
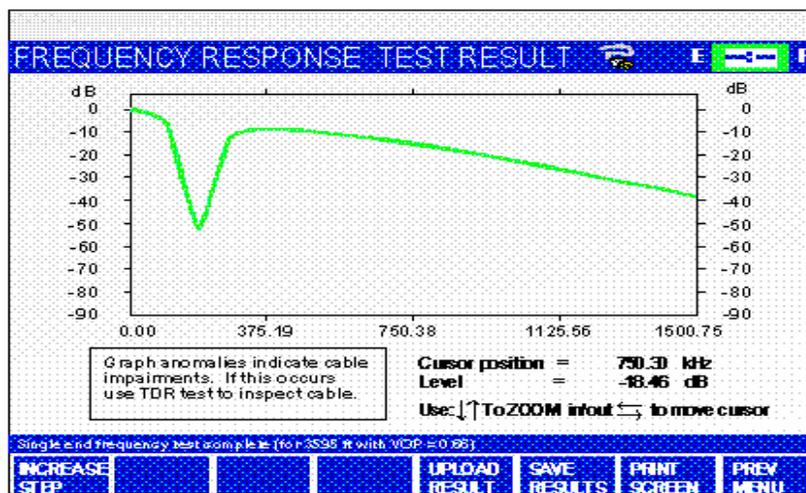


Figura 39: Pérdida de Ganancia

4.1.2.5 DETECCIÓN DE LAS BOBINAS DE CARGA

Durante muchos años era común la práctica de instalar bobinas de carga en lazos locales para compensar la atenuación de la señal analógica de POTS de los primeros 4 kHz de ancho de banda, los cables cargados habilitaban la transmisión entre 300 a 3000Hz rango de más alto poder de los cables sin carga. Sin embargo sobre los 3000Hz el nivel de poder disminuye más que un circuito descargado. El resultado son frecuencias más altas con más atenuaciones. Todos los tipos de DSL (ISDN, HDSL, HDSL2, SDSL, ADSL, G.Lite, G.SHDSL, UADSL, & VDSL) usan frecuencias buenas encima de la región de la voz, con bobinas de carga que las transmisiones usaron en tecnologías del xDSL. Esto debe estar bien documentado durante el desarrollo de ISDN y HDSL hace unos cuantos años.



A significant dip in the Frequency Response Graph may indicate one or more load coils

Figura 40: Bobinas de Carga Detectadas en la Respuesta de Frecuencia

La mayoría de Fuente: Servicio de Comprobación XDSL para el levantamiento sistemático de bobinas de cargas de las líneas.

Típicamente sólo líneas que son mayores que 18,000 pies contienen Rollos de carga. Ellos normalmente se insertan a 6000 pies de intervalos a lo largo de la línea. El CableSHARK usa acabado simple de medidas de impedancia para determinar el rollo severo fuera de frecuencia cuando las bobinas de carga existen. La función TDR de este tipo de equipos puede ser usada para localizar en su instalación actual puntos en el lazo.

4.1.2.6. PRUEBA DE SERVICIO

En la actualidad muchos instaladores han decidido utilizar conjuntos de prueba que emulan los módems reales. Éstas "pruebas de confirmación de servicios" normalmente utilizan el mismo integrado y tecnologías que se usan en los módems. Si una conexión puede hacerse, este tipo de conjunto de prueba puede indicar la presencia y nivel de servicio (es decir el upstream y la tasa de conexión del downstream) de la línea bajo prueba. Si una falla de la línea debe existir sin embargo, sólo un calificador del cable como este puede usarse para determinar el verdadero origen del problema.

Varias compañías telefónicas requieren un conjunto de pruebas que determine si la línea pasa o falla en una prueba XDSL.

Se está elaborando estrategias para lograr esta meta en colaboración con los proveedores. En el momento cada modem de cada fabricante tiene una configuración y tecnología diferente. Como un ejemplo extremo considere el modem full rate adaptive DMT. No puede conectarse en su totalidad, sólo se conecta con una porción del downstream de 512 Kbits/s, puede conectar a una velocidad de 8 Mbits/s.

Consultronics está satisfecho de trabajar con los carriers individuales para determinar, "paso", "falla" y "los diferentes niveles de actuación" para el set de pruebas de CableSHARK.

4.2. SET DE PRUEBA PORTATIL

4.2.1 ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO

Este equipo de prueba es uno de los más reconocidos y versátiles del mercado por su sencillo y bien estructurado sistema que permite a los proveedores de servicio evaluar las redes sin necesidad de montar una enorme infraestructura.

El equipo de prueba portátil está diseñado para cubrir toda la gama de mediciones desde los parámetros físicos hasta el servicio y conexión, como su nombre lo indica es de medianas dimensiones similares a una calculadora programable HP, que incluye pantalla, botones y una ranura parecida a la de los floppy en las computadoras donde se ingresa los módulos que configuran al equipo para diferentes funciones dependiendo de los requerimientos de la medición.

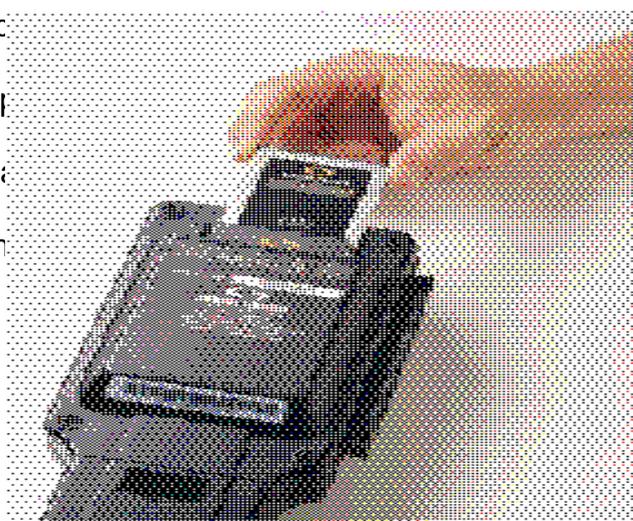
Por medio de esta flexible plataforma se reúne lo más poderoso en conjunto de pruebas para XDSL, permitiendo ejecutar trabajos que normalmente requerirían de 2 ó 3 personas aumentando productividad y eliminando pérdida de tiempo.

Las pruebas realizadas son elaboradas a través de módulos como : Detector de bobinas de carga, control de resistencia y capacitancia, verifica voltaje de POTS, calibración del par de cobre, entre otros :



Figura 41: Equipo Completo de Pruebas de Calidad
Fuente: SUNRISE TELECOMUNICACIONES XDSL

Cada módulo se ap
al sistema de una p
técnico podrá medid
resultados en la par



a tarjeta provee
el módulo 1, el
mostrando los

**Figura 42: Introducción del Módulo 1,
Detección de las Bobinas de Carga**
Fuente: SUNRISE TELECOMUNICACIONES XDSL

Además contiene el primer analizador de espectro para aplicaciones del par de cobre, incorpora la prueba de transmisión de ancho de banda, Reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR), detector de bobinas de carga, medición de la densidad espectral de potencia y multímetro digital.

Incluye la primera prueba con módulos plug en software, plug en tarjeta de expansión de memoria y plug en hardware. Para mejorar el software lo que se debe hacer es ordenar una nueva opción de software que viene en una tarjeta autodireccionada. Para intensivas aplicaciones de memoria, se puede ordenar un módulo de memoria.

Lo más interesante de todo es que esta plataforma extiende la vida de su equipo de prueba , ayudando a añadir nuevas tecnologías sin tener que comprar un equipo de prueba completo.

4.2.1.1 MODULO DETECTOR DE BOBINAS DE CARGA

Como se lo ha mencionado en el transcurso de este documento, las bobinas de carga fueron colocadas hace mucho tiempo por las compañías de teléfono a lo largo del lazo local sobre los 18.000 pies para compensar la atenuación de la señal analógica de los POTS. Es decir filtros pasabajos usados en algunos países para extender el rango de la voz análoga, fueron colocadas en intervalos regulares del par de cobre, con la aparición de la primera sobre los 3.000 pies de la oficina central y así sucesivamente, otra sobre los 6.000 y luego sobre los 9.000pies.

Pero fue inútil ya que a frecuencias mayores de 3Khz, incrementaba la atenuación, por esto señales de alta frecuencia como ADSL no pueden pasar a través de las bobinas de carga.

Tradicionalmente la prueba de las bobinas de carga era ejecutada con el par de cobre abierto en la Oficina Central, por lo que se tenía un técnico en la OC o un

dispositivo tipo MLT en el par abierto en el MDF, así la prueba podía ejecutarse exactamente desde el campo.

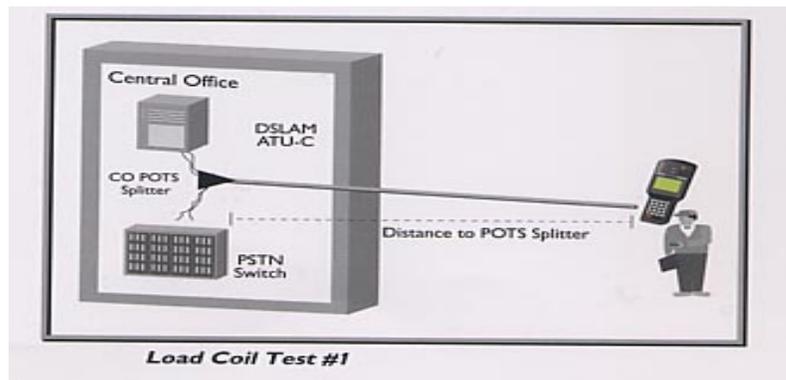


Figura 43: Distancia de la Central hasta el discriminador
Fuente: Servicio de Comprobación XDSL

En la actualidad esta prueba debe ser ejecutada con el equipo de la OC (DSLAM, Pots Splitter Switch) conectados todavía al par, lo que causa ciertas dificultades al correr esta prueba.

El dispositivo principal que causa un significativo cambio en la espera de resultados para detectar bobinas de carga es la presencia del POTS Splitter de la OC en el par de cobre. Este dispositivo en muchos casos se muestra como una bobina de carga. Pero la impedancia cambia al tener una señal diferente en el desplazamiento del Tes. que una típica bobina de carga, haciendo favorablemente simple determinar la diferencia entre la señal observada de una bobina de carga y el POTS Splitter.

4.2.1.2. MODULO MULTIMETRO DIGITAL (DMM)

Un multímetro digital es una herramienta de gran valor para el servicio técnico. La misma técnica usada con DMM es también aplicada para DSL.

Hay 5 diferentes pruebas DMM usadas para precalificar y prevenir DSL: Medida de capacitancia, medida de resistencia de lazo, medida de resistencia de aislamiento, medida ACV y medida DCV.

Esta prueba se divide en 4 categorías: Comprobación de criterio metálico, detección de longitud de lazo, verifica voltaje POTS y control de energía.

4.2.1.2.1 COMPROBACION DE CRITERIO METALICO

Durante la precalificación, la medida DMM puede verificar que el par de cobre conoce los requerimientos para los servicios DSL. Por ejemplo, ANSI T1.413 (ADSL) especifica que el tip -ground / ring-ground y la medida de resistencia de aislamiento debe ser mínimo de 5 Mohm para servicios ADSL. Esta prueba permite verificar estas propiedades antes de instalar el equipo DSL.

MEDIDA DE RESISTENCIA

Se comprueba la resistencia de aislamiento del tip-ground y ring-ground con una abertura al final. Ambos deben de ser mínimo de 5 Mohm por ANSI T1.413

(ADSL standard). Si el tip-ring es menor que 5 Mohm, esto indica un corto. Si se corre la prueba de resistencia del lazo para el tip ring, la distancia encontrada aquí es el lugar del corto. Si requiere un doble control entonces corra un TDR para encontrar el corto.

CONTROL DEL BALANCE DEL PAR

Para realizar un control del balance del par se debe de correr la prueba de capacitancia. Un par balanceado significa que ambos tanto el tip como el ring y ground tienen igual longitud. Las medidas del tip-ground y del ring-ground deben ser aproximadamente iguales, si sus longitudes son diferentes, indica que uno de los pares está partido, un par hendido es un error de la instalación eléctrica cuando un alambre de un par se empalma a otro alambre en un par adyacente, las grietas son conectadas a menudo reconectando el par más lejano bajo la línea (conocido como un resplit). Las grietas y los resplits son molestos para las señales DSL.

4.2.1.2.2 CONTROL DE LA LONGITUD DEL LAZO

Gran importancia tiene la distancia existente entre el usuario y la oficina central. La distancia puede influenciar en la máxima cantidad de datos transmitidos.

Esto puede determinar si los servicios DSL pueden soportarlo todo. Por esta razón, es imprescindible conocer la longitud exacta del lazo durante la prueba de precalificación o la parte de la instalación. Además la medida de la distancia puede ser una buena indicación de la falla de un circuito.

Si la lectura en el equipo es relativamente corta, tal vez más de lo que se esperaba, esto significa que la línea se cortó o esta abierta. Si la lectura es larga significa que la línea puede tener **bifurcaciones de puentes o pares hendidos.**

Hay 2 métodos básicos para determinar la distancia del lazo: capacitancia y resistencia del lazo. El método de capacitancia puede ser menos confiable, pero no requiere un corto al otro extremo. El método de resistencia del lazo es más confiable pero requiere un corto al otro extremo.

La mejor estrategia para correr el modulo TDR es si usted observa un conflicto con los resultados obtenidos entre la distancia medida por la capacitancia y la distancia medida por la resistencia del lazo. Un TDR puede localizar bridges tap o pares abiertos. Usando una combinación de capacitancia, TDR, y medida de resistencia del lazo puede proveer valores dentro de las condiciones del cable.

MEDIDA DE LA DISTANCIA CON CAPACITANCIA

Este método provee una medida aproximada de la distancia entre usuario y OC, es solo un estimado, desde la falla de una resistencia como las bifurcaciones de puentes hasta los cables húmedos serán incluidos en este cálculo. El técnico debe ser cauteloso, si los cables tienen alguna falla, esta medición dará una distancia mayor que la real.

La prueba con la capacitancia tiene la ventaja de ser ejecutada abierto en el extremo. La distancia es calculada usando la siguiente conversión de radio por medida de tip-ring:

$$83\text{nF} = 1 \text{ milla (5.280pies)}$$

$$51\text{nF} = 1\text{Km}$$

Si el valor de la distancia es más corto o más largo de lo que se esperaba, podría indicar un corto en el cable, por ejemplo si los resultados muestran que el par supuestamente debe ser de 10000 pies de longitud, pero encontraron la lectura de capacitancia de 8000 pies, indica que estaría abierto a 8000 pies de distancia.

Así mismo si la medida de MLT ejecutada de la oficina central indica el valor de la distancia de 2000 pies, pero la medida de la capacitancia de campo muestra 8000 pies pudiendo tener una abertura a 2000 pies de la oficina central.

Otro factor a considerar es que la medida de la capacitancia agrega en la longitud de unas cuantas bifurcaciones de puentes en el cálculo de la distancia. Por ejemplo, si el par de cables tiene una longitud de 8.000 pies y también tiene una bifurcación de puente con una longitud lateral de 2.000 pies, la lectura de la capacitancia será de 10.000 pies (y no 8.000).

Si la lectura de la capacitancia es mayor que $2\mu\text{F}$, hay un corto en el par, se debería de usar la medida del OHM para verificar (tip-ring mayor que 5 MOHM). Entonces use un TDR para localizar el corto.

Si la lectura de la capacitancia es mayor a $2\mu\text{F}$, hay un corto en el par.)

MEDIDA DE LA DISTANCIA CON LA RESISTENCIA DEL LAZO

Puede verificar que los circuitos mostrados aceptan valores de resistencia de lazo (tip ring con un corto al otro extremo) :

Requerimiento de HDSL: 900 ohm máximo

Requerimiento de ADSL: 300 ohm máximo

POSIBLE IDENTIFICACION DE BIFURCACIONES DE PUENTE CON MEDIDAS DE DISTANCIA.

Para esta identificación existen dos métodos: Resistencia del lazo y capacitancia. Si la longitud dada por la medida de capacitancia es más larga que la longitud de la resistencia del lazo, podría indicar un bridge tap. Esto es porque las medidas de la capacitancia incluyen alguna falla resistiva, como bridge taps. La diferencia entre estas dos mediciones puede ser indicada por la longitud del lateral.

Si la medida de la capacitancia es larga, podría realizar la medición con un TDR o con la prueba de respuesta de frecuencia para confirmar la presencia de bridge tap.

4.2.1.2.3 VERIFICACION DE VOLTAJE POTS

El lazo de POTS esta alimentado por -48 VDC de la oficina central. El voltaje se pone en el anillo principal con el tip como una tierra aislada.

Con esta prueba se verifica que el par de cobre esta conectado al Switch del POTS y que sea apropiadamente alimentado.

Durante la instalación, un voltímetro DC puede ser usado para verificar los voltajes propios del POTS.

4.2.1.2.4 ARREGLO DE INTERFERENCIA AC

Al medir voltaje AC puede encontrarse fuentes no deseadas. Esta influencia de fuentes es causada por inducción entre el tip-ground y ring-ground de líneas de poder corriendo cerca del par de cable.

Todos los valores deben ser mínimos (menos que 5 ACV recomendado)

MODULO TDR

Este módulo es similar al que se describe en los equipos de CableSHARK, realiza las mismas mediciones como: detección de bobinas de carga, bridge taps y cortos.

4.2.1.3.1 DETECCION DE BOBINAS DE CARGA USANDO TDR

Los registros de los circuitos no siempre son confiables y es mejor verificar que no existan bobinas de carga. Las bobinas de carga son básicamente filtros pasa bajos usados en algunas ciudades para extender el rango de voz analógica. Por lo tanto es crítico remover todas las bobinas de

carga antes de tratar de implementar DSL o algún otro servicio de alta frecuencia.

Esta prueba muestra la gráfica de las bobinas de carga y la cantidad existentes en el par. Con respecto a la figura. Si alguna bobina de carga se muestra, usted necesitará correr un TDR para localizarlas si la prueba muestra en la pantalla múltiples bobinas, necesitará correr un TDR para encontrar y remover la primera bobina. Luego correrá el TDR nuevamente para encontrar la siguiente bobina de carga en el par. Deberá realizar este procedimiento hasta que todas las bobinas de carga sean eliminadas.

4.2.1.3.2 DETECCION DE BRIDGE TAPS USANDO TDR

Los bridge taps o bifurcaciones de puente son elementos comunes en el lazo local usados por años para añadir o eliminar líneas adicionales del par de distribución principal. Un bridge tap es una sección de cable que no tiene una ruta directa entre la oficina central y el usuario.

Pueden ser extremadamente dañinos para las señales digitales, creando una segunda ruta para la señal digital. Cuando las señales viajan bajo el lateral, esta es reflejada por la abertura en el final creando un ruido de regreso en el cable principal.

La cercanía de un bridge tap a un modem, tiene efectos perjudiciales, es recomendable que exista una distancia entre ellos de 1000 pies. La eficiencia del TDR para detectar bridge taps se muestra en la figura, pues se encuentran 3 de estos presentados en el gráfico como pico de caída seguido por un choque ascendente.

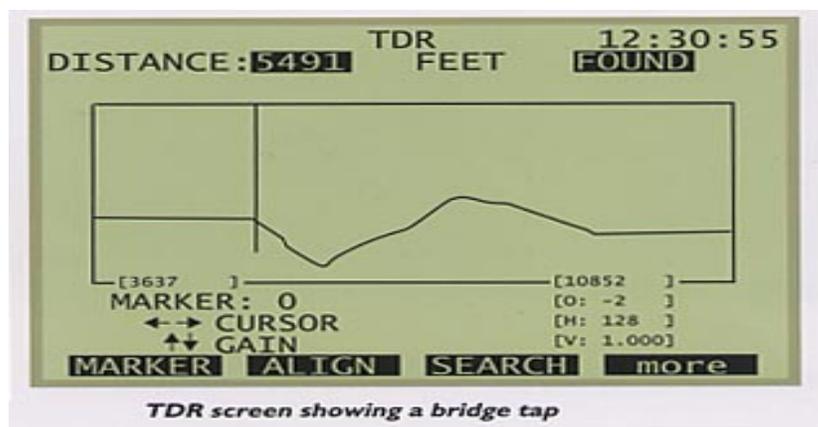


Figura 44: Una bifurcación de puente en pantalla del TDR
Fuente :Sunrise Telecomunicaciones X DSL

Este módulo puede detectar automáticamente un bridge tap en el par, por lo que es sumamente útil, para detectar fallas en los cables en los que en pruebas anteriores fueron un fracaso. También provee una lectura de la distancia desde la abertura hasta el final del cable. Esta información puede ser comparada con la lectura de otras pruebas como la de resistencia de lazo y medida de capacitancia.

4.2.1.3.3 COMPATIBILIDAD ESPECTRAL

Otro aspecto de la precalificación incluye la compatibilidad espectral de todos los servicios en grupos unidos. Estos servicios pueden crosstalk en frecuencias comunes. Desde que ADSL usa un amplio espectro de frecuencia (140 a 1100 Khz para DMT), esto es particularmente susceptible para interferencias de origen externo. La medida de Densidad Espectral de Potencia es una herramienta efectiva para identificar los potenciales orígenes de interferencias. La medición del PSD del XDSL prueba el espectro completo de ADSL de 22 Khz a 1.6 Mhz. Dependiendo del poder de interferencia pudiendo limitar el margen de ruido o prevenir el servicio completamente.

En si este módulo permite identificar qué tipo de servicio esta causando la interferencia. En la figura los picos del ruido reensamblen el template por 24 T1 señales en un

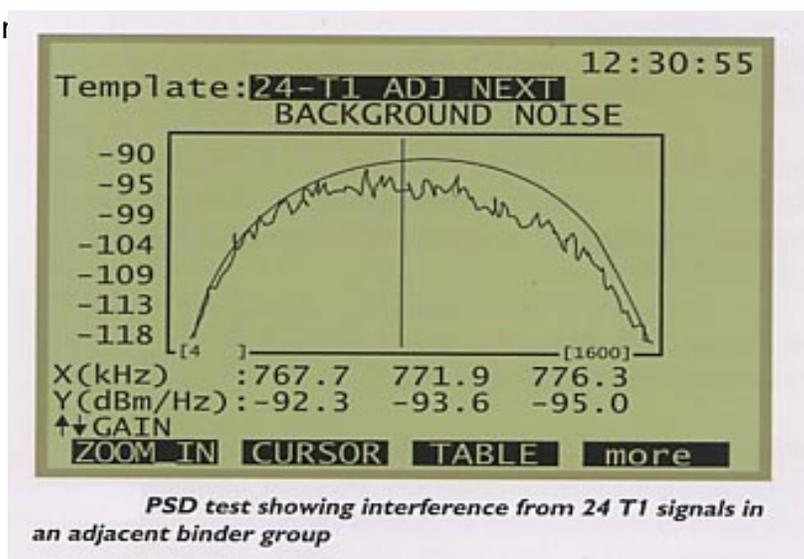


Figura 45: La prueba de Densidad Espectral de Potencia muestra la interferencia de señales T1 en un grupo adyacente

Fuente :Sunrise Telecomunicaciones X DSL

4.2.1.4. MODULO RESPUESTA DE FRECUENCIA O PERDIDA DE INSERCIÓN

La respuesta de frecuencia o inserción del lazo es una verdadera prueba técnica usada para calibrar la calidad de la transmisión. Esta medida se basa en el simple hecho de que la señal se atenuará más si viaja a lo largo de la línea. La pérdida de la frecuencia en particular se incrementa con la distancia y señales de alta frecuencia tienen mayor atenuación que señales de menor frecuencia.

La prueba de pérdida de inserción o respuesta de frecuencia ha sido usada para precalificar líneas para transmisión de POTS (varias frecuencias arriba de los 4 KHz).

Esta técnica es fácilmente aplicable en la actualidad transmisiones de alta frecuencia como ISDN Basic Rate (40KHz) y HDSL-t1 (196KHz). Estas pruebas se centran en simples frecuencias. Aunque son simples portadores de tecnologías, su energía no está concentrada en una sola frecuencia; modulación y codificación de causas del espectro extendido. Por lo tanto si se usa una señal senoidal pura para medir la inserción del lazo puede no ser exacto.

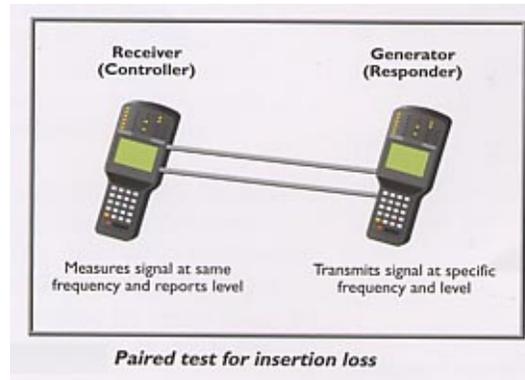


Figura 46: Prueba de pérdida de inserción en el par

Fuente :Sunrise Telecomunicaciones X DSL

Múltiples transmisiones de portadoras, como ADSL-DMT requieren un barrido de frecuencia completo. La transmisión DMT usa 256 portadores discretos cada uno con un ancho de banda de 4.315Khz. por consiguiente, la comprobación apropiada consiste en un barrido de frecuencias al centro de cada DMT portador.

Esta tecnología ofrece una rápida y exacta prueba de inserción de lazo para DMT. Una respuesta automática del barrido a 1600 Khz es alcanzable en 30 segundos.

Las frecuencias son separadas 4.315Khz, lo que representan 371 diferentes medidas de atenuación en menos de un minuto. Los resultados son mostrados automáticamente en la pantalla. La tabla de resultados está disponible con una

simple pulsación y puede ser exportada vía puerto serial RS232 al terminal VT100, como Windows Hyper Terminal para el análisis completo.

ANSI T1.413 la cual es aplicable a ITU G.992.1 (GMT) y G.996.1 (G.test) tiene características específicas de cables telefónicos típicos, incluyendo la respuesta de frecuencia de datos para varias configuraciones del lazo. Un ejemplo de pérdidas de inserción de datos de la prueba del lazo es mostrado en la figura 47.

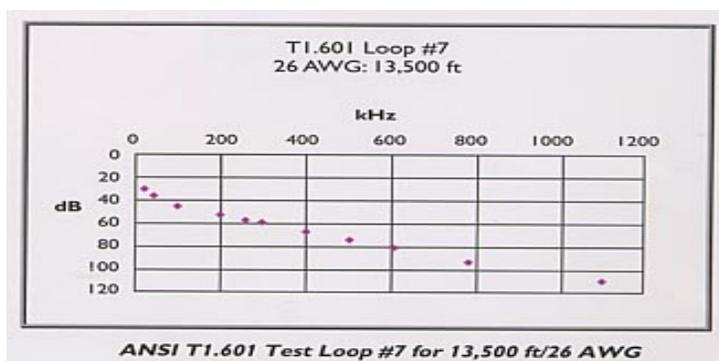


Figura 47: Prueba de Lazo a 13,500 pies/ 26AWG
Fuente :Sunrise Telecomunicaciones X DSL

Esto nos indica que una consideración típica para un lazo de 26AWG (0.4mm) es de 13.500 pies de largo. Asumimos la prueba de un lazo similar, es decir un cable 26 AWG con un largo de aproximadamente 14.000 pies se recogió datos mostrados en la figura 48.

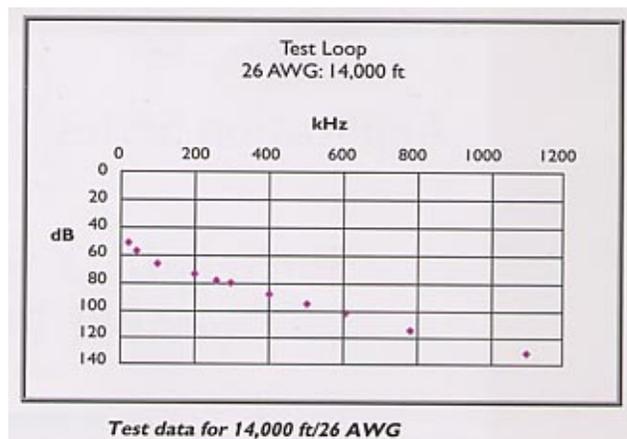


Figura 48: Prueba de Lazo a 14,000 pies/ 26AWG
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Podemos comparar nuestra pérdida de inserción de lazo con los datos publicados por T1.601 lazo # 7. Analizando nuestros resultados, observamos que para 40 KHz, hay una pérdida de 56 dB. El ANSI T1.601 especificación de estados dice que la pérdida de inserción debe ser menor que 42 dB por 40 KHz. Nuestro resultado muestra al menos 20 dB de mayor atenuación a los 40 KHz que el ANSI medida de la prueba del lazo.

Un análisis profundo muestra que nuestra prueba del lazo tiene una atenuación global mayor para el espectro de frecuencia entero que el ANSI lazo de referencia. Es razonable asumir que la ejecución en este lazo será marginal para algunas transmisiones de alta frecuencia.

4.2.1.4.1 DETECCIÓN DE BIFURCACIONES DE PUENTE USANDO LA PRUEBA DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN

Sunrise Telecom ha desarrollado una propiedad, técnica patentada, llamada el “DETAPTOR” para detectar la presencia de bifurcaciones de puente (bridge taps) usando un barrido de frecuencia, midiendo la pérdida de inserción.

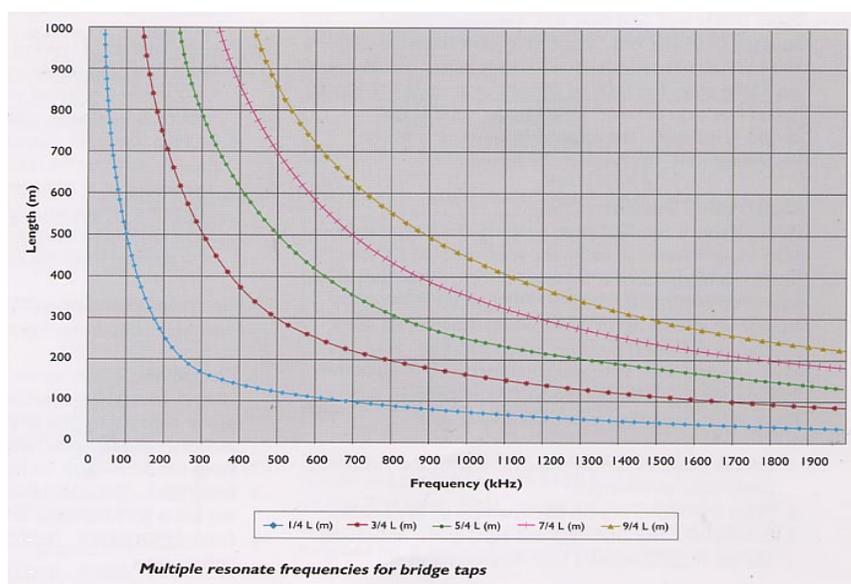


Figura 49: Resonancia Múltiple en las Desviaciones de puente
Fuentes: Sunrise Telecommunications

El equipo automáticamente empezará a buscar bridge taps. Si detecta uno, mueve el cursor como una caída y reporta la longitud del bridge tap con el botón de la pantalla (Bt Ln). Observe que esta es la longitud de los lados y no del lugar. Para determinar la localización exacta del bridge tap se debe de usar un TDR . En muchos casos un TDR puede ser usado en tándem con el detector

para localizar bridge taps. El método del Detaptor es usado para casos donde la longitud y posiciones del bridge tap es indetectable con el TDR .

Se debe de tomar ciertas precauciones ya que un bridge tap, especialmente uno largo puede resonar a diferentes frecuencias. Esto causa dos lecturas separadas de un mismo bridge tap. Usted debe de estar consciente que múltiples lecturas del Detaptor pueden representar el mismo bridge tap. Esta situación es fácilmente identificable porque ellos serán múltiplos del valor correcto.

4.2.1.5 MODULO PRUEBA DE LA DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA

La medida de la densidad espectral de potencia es una efectiva herramienta para identificar potencia que interfiere en los servicios. Verifica ruido intrínseco y extrínseco incluyendo RFI de transmisión AM, crosstalk de servicios digitales adyacentes en cables (diafonía), así como origen de ruido de impulso y comprueba si es que el espectro es adecuado para la transmisión por módem.

Este módulo es un simple analizador de espectro de campo con una resolución de ancho de banda de 4.3125 Khz. y un rango de 13 a 1600Khz. El equipo

puede identificar interferencias de fuentes de ruidos potenciales. Esta prueba puede ser valiosa para arreglar circuitos marginales o para precalificar un par de cable para DSL.

La interferencia de máscara puede ser impuesta en su medida para ayudar a determinar que tipo de servicio esta creando interferencia. Por ejemplo puede comparar los resultados con una plantilla de la muestra de ruido de señal 10 HDSL en el mismo grupo de la carpeta. Otras pruebas ubican filtros para detectar ruidos a frecuencias usadas por ISDN BRI o HDSL.

4.2.1.6 EMULACION DE XTUC Y XTUR

Este módulo se lo utiliza específicamente luego de la instalación de la tecnología XDSL, es decir cuando ya todas las pruebas para la preparación de redes han sido realizadas, por lo tanto este módulo es de mayor utilidad para aquellos instaladores que requieren realizar un monitoreo constante de la señal.

Una vez explicado esto se lo revisará de una manera muy superficial, pero describiendo cada prueba que sea elaborada.

El equipo disponible ahora emula al modem ATU-R y presenta tasa de bits cruciales y datos marginales de ruido. La limitación de esta emulación es que

requiere trabajar con un DSLAM. La emulación del ATU-R es un método ideal para instalar circuitos ADSL pero no hace direcciones de miles de circuitos existentes ahora cuya oficina central local todavía no está equipada con DSLAM's.

Pero afortunadamente la solución para el dilema de la precalificación ha llegado. La emulación del modem ATU-C es la llave para predecir un servicio ejecutado por miles de circuitos no probados. Habilita proveedores para calificar y predecir la ejecución de ADSL para cada circuito antes de instalar y correr el DSLAM en la oficina central.

Por lo tanto la emulación de modem para XTU-C y XTU-R, no requiere instalación temporal de DSLAM acelerando el proceso de evaluación.

La emulación de módems se encuentra clasificada como prueba de factibilidad, pues provee un margen a la velocidad requerida, monitorea errores y alarmas y una velocidad máxima al margen especificado, lo más interesante de todo es que no requiere invertir en un DSLAM para pruebas.

Es pertinente indicar al usuario que una vez instalado el servicio XDSL se realizarán pruebas de conectividad IP (PING), IP local, destino y gateway,

autenticación y verificación después del mantenimiento, pruebas a los módems y las pruebas de interoperabilidad, evidentemente estas pruebas competen mayormente al área de instalación más no al de preparación de las redes pero es indispensable conocerla como cultura general.

Los módems DMT tiene dos modos primarios de operación, que son configurados solo en el MODEM ATU-C en el DSLAM: Fixed (modo 1) y tasa adaptativa a iniciar (modo 2). El primario del modo 1 propone descargar el uso específico de tasas de bits. Aquí el margen del ruido tendrá un amplio rango dependiendo de la atenuación de la línea y condiciones de ruido. En contraste el modo 2 trata de descargar la máxima cantidad posible mientras alcanza el objetivo de margen de ruido. En el modo 2 el margen de ruido siempre será a menor o igual que el margen del ruido previsto.

Un modem de oro ó modem gold (ATU-R) es usado para comprobar las velocidades de carga y descarga, aunque este proceso generalmente no resuelve problemas que se producen cuando el siguiente cliente del bucle solicita un servicio ADSL.

MODO 1 : Cantidad Estable o Fija

Es usado por los proveedores que determinan una cantidad fija para servicios comerciales. Por ejemplo un proveedor esta ofreciendo un servicio de 1504 Kbps downstream y 384 Kbps upstream. Al usar la prueba ATU-C el usuario simplemente ingresará en estos datos y a la cola del modem.

MODO 2 : Tasa Proporcionada

Este modo es usado para fijar la capacidad total del circuito, es muy apreciado por los proveedores considerando varias combinaciones de velocidades.

4.3. ANALISIS ECONOMICO DE LOS EQUIPOS DESCRITOS EN NUESTRO ESTUDIO PARA LA MEDICION E INSTALACION DE LA TECNOLOGIA XDSL.

Un factor preponderante para la realización exitosa de cualquier proyecto es la cantidad de dinero que se deberá de invertir en el mismo, y la ganancia que se prevé obtener a corto o largo plazo, en nuestro caso la mayoría de la inversión se centra en la compra de los equipos que se utilizarán para la medición del par de cobre y la infraestructura que se debe de montar para ello, es decir lo que concierne a cables, personal, movilización entre otros.

Este análisis se lo realizará específicamente al costo de los equipos. Sin ningún tipo de reservas cualquier empresa que aprecie los dividendos que requiere obtener monetariamente, debe de estar conciente que en el medio de las telecomunicaciones cualquier servicio que se de al usuario debe de ser de calidad no solo por que se respete al individuo como un consumidor absoluto sino también por el hecho de que una relación exitosa con sus usuarios ampliaría el campo de acción de lo que está comercializando, al menos en un medio tan competitivo y con una gran demanda como es el de las transmisiones de datos y más aun si se está dando un servicio alternativo de los mismos por medio del par de cobre que al menos en nuestro país no tiene un gran desarrollo.

Es así como se pensó en los equipos inicialmente expuestos en nuestro estudio porque ellos además de cumplir con todas las expectativas técnicas, también lo hacen con las económicas, empezando porque son módulos, fáciles de manejar y de trasladar y si en algún momento se necesita añadir una medición más avanzada el equipo tiene la disponibilidad para agregarlo.

A continuación se presenta una tabla con los precios de los equipos, estos son relativamente módicos y al alcance de las economías de las empresas de telecomunicación, es importante recalcar que no se debe de limitar en cuanto a

otorgar servicios de calidad y con estos equipos no sólo se brindará calidad de servicio sino que se monitoreará constantemente el funcionamiento de las líneas.

TABLA V
COTIZACION DE EQUIPOS DE MEDICION XDSL

164

| Part | CANT | MODELO | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO USD | PRECIO TOTAL USD |
|------|------|------------|--|---------------------|------------------|
| 1 | 1 | SSXDSL-W | SUNRISE SUNSET XDSL CON CHASIS PARA MEDICIONES DE TDR, RUIDO DE FONDO, PERDIDA DE INSERCIÓN, RELACION SEÑAL A RUIDO, RUIDO IMPULSIVO, MULTIMETRO, DETECTOR DE BOBINAS DE CARGA ,MEDIDOR DE NIVEL, GENERADOR DE FRECUENCIAS Y PRUEBAS DE RESISTENCIA EN EL LAZO. INCLUYE BATERIA INTERNA DE NIMH, ADAPTADOR/ ELIMINADOR DE BATERIAS, CABLE DE ALIMENTACION Y CERTIFICADO DE CALIBRACION | \$5,489.00 | \$5,489.00 |
| 1.1 | 1 | SS101 | ESTUCHE DE TRANSPORTE | \$91.00 | \$91.00 |
| 1.2 | 1 | SSXDSL-3 | MODULO ALCATEL ATU-R | \$1,650.00 | \$1.650.00 |
| 1.3 | 1 | SSXDSL-7 | MODULO SDSL | \$1,837.00 | \$1,837.00 |
| 1.4 | 1 | SSXDSL-9 | MODULO DATACOM PARA PRUEBAS SOBRE INTERFACES V.35, RS530, RS449, RS232 Y X.21 | \$2,057.00 | \$2,057.00 |
| 1.5 | 1 | SSXDSL-12 | MODULO IP PARA PRUEBAS SOBRE ENLACES DE 10/100 BASE T | \$792.00 | \$792.00 |
| 1.6 | 2 | SS168 | CABLE RJ-45 A RJ-11 PARA CONEXIÓN DEL MODULO ATU-R Y SDSL A LA LINEA | \$22.00 | \$44.00 |
| 1.7 | 1 | SSDCOM-DCC | PAQUETE DE ADAPTADORES PARA DATACOM QUE INCLUYE ADAPTADOR PARA INTERFACES X.21. RS232, RS449, RS530 Y V.35 | \$385.00 | \$385.00 |
| 1.8 | 1 | SS167 | CABLE DE RJ-45 A RJ-45 | \$22.00 | \$22.00 |
| | | | TOTAL | | \$12.367.00 |

CAPITULO 5

PARAMETROS TECNICOS DEL MEDIO

5.1. PRUEBAS EN XDSL

Los expertos están comenzando a lanzar mensajes de alarma, el par de cobre, conocido como ultima milla, podría ser insuficiente para todo lo que se le está exigiendo.

A partir de la liberación del bucle local lo que se ha optado por hacer es una prueba piloto para la última milla. Es que las dudas están en el aire, ¿Hay garantía de viabilidad para todas las ofertas comerciales que se basan en él?

¿Qué pasará cuando todos los operadores comiencen a ofrecer servicios de voz y datos a través del veterano par de cobre?

Previsiblemente, se saturarán las líneas y habrá cortes. Conforme se aumente el número de clientes y de servicios avanzados se producirán interferencias y problemas. Para evitarlos en la medida de lo posible, vamos a realizar estas pruebas”. Con ellas se pretende evitar obstrucciones y garantizar la calidad, tanto de los servicios existentes como de los que se prevé que se incorporarán. Por otra parte, tampoco debemos olvidar el papel que desempeñarán a corto plazo los servicios de banda ancha. Nuevas tecnologías que permitirán altas velocidades de acceso a la Red pero que, a su vez, sobrecargarán las obsoletas líneas tradicionales.

Es importante realizar pruebas al bucle local, no sólo para otorgar un excelente servicio a los usuarios si no también para conocimiento de los dueños de las redes que de una forma u otra son los garantes del bucle por lo tanto ellos son los primeros interesados en conocer sus límites.

Para diagnosticar las deficiencias y posibilidades del lazo local que transportará y aplicará la tecnología XDSL se debe de simular una planta de operaciones que recomendablemente debe de ubicarse en la central telefónica del medio, donde

serán instalados los equipos que realizaran la medición aunque los mismos no ocupan mucho espacio.

Pero este tipo de prueba no sólo será útil para la tecnología XDSL, será la primera de su clase pues en nuestro medio no se lleva un control de calidad ni siquiera para el par de cobre que lleva sólo voz, tal vez no se le ha prestado la verdadera atención que se merece. Con el tiempo y las diversas exigencias que requiera el medio de transmisión (cobre), esta prueba se convertirá en pionera, pues cada par de hilo puede transportar como hilo musical ADSL y XDSL, sin embargo la combinación de ellos puede originar interrupciones o deficiencias.

Con el tiempo y las diversas tecnologías que se implementaran estas pruebas deberán ser realizadas en dos fases, obviamente dependiendo de las necesidades, donde la primera fase será combinada con señales más simples y, posteriormente, se mezclarán distintas tecnologías de transmisión.

Las ventajas de las tecnologías XDSL son manifiestas, sin embargo debemos considerar los posibles problemas.

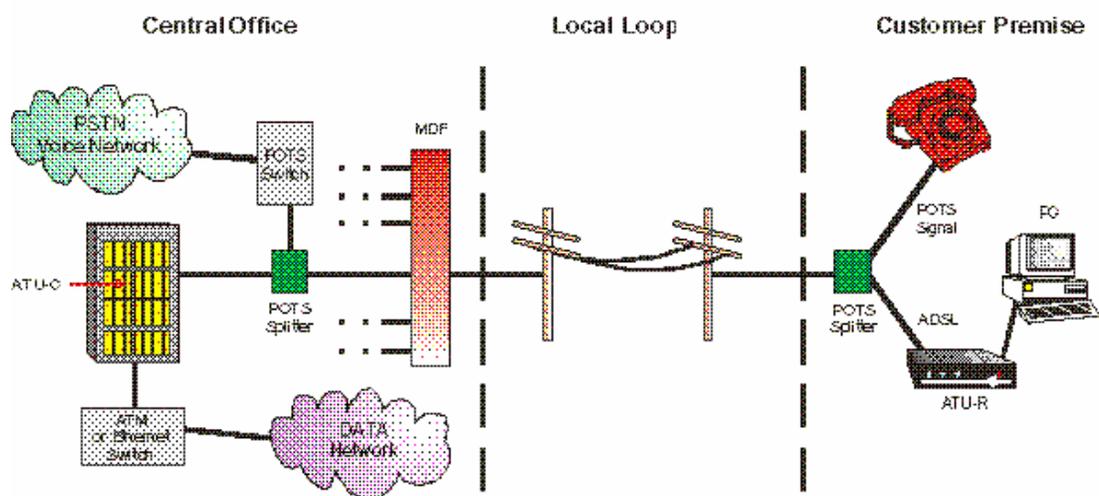
En la mayoría de los casos estamos tratando con una infraestructura y topología ya existentes que, debido a las ramas múltiples, la desigualdad y la degradación

general de las características eléctricas de la línea, puede no ser capaz de admitir los servicios DSL de manera eficaz. El primer paso consiste en comprobar si la línea es capaz de admitir la tecnología DSL y el segundo, una vez que se encuentre en funcionamiento, determinar el fallo en caso de que se presente algún problema.

Los procedimientos a seguir entran en dos categorías: por un lado, la realización de pruebas analógicas con el fin de determinar si la línea es apropiada y de calidad y, por otro, la realización de pruebas digitales para determinar la calidad del servicio y asegurar su correcto funcionamiento. En ocasiones, los problemas asociados con la calidad del servicio pueden deberse a cuestiones de configuración o a las características físicas de la línea; si la causa es esta última, es necesario realizar más pruebas analógicas para determinar el problema. Entre las características físicas que determinan si la tecnología DSL es apropiada se incluyen las siguientes: longitud de la línea, cableado, disponibilidad de ancho de banda, ruido ambiental, efectos térmicos o mecánicos, diafonía, impedancia, terminaciones, ramas múltiples, aislamiento y pares de separación. Para realizar una prueba digital se requiere un comprobador con capacidad para simular un módem DSL o reemplazarlo. A este proceso se lo denomina operación "Módem de oro".

Lo que se pretende con este capítulo es especificar técnicamente la medición de ciertos parámetros.

Vale la pena indicar que el funcionamiento y la teoría de estos módulos o equipos fueron descritos en el anterior capítulo, lo que se referirá aquí de una forma básica son los pasos para realizar a través de ciertos equipos la medición de los parámetros técnicos del medio similar a las indicaciones de un manual, estas mediciones son: detección de bobinas de carga, longitud del cable y derivaciones, pérdidas de inserción, densidad espectral de potencia, entre otros.



The CableSHARK is able to perform cable qualification measurements of the local loop

FIGURA 50: MEDICIONES DE CALIDAD CON CABLE SHARK
Fuente: Notas Técnicas XDSL

5.2 DETECCION DE BOBINAS DE CARGA

Como se lo explicó anteriormente el dispositivo principal que causa un significativo cambio en la espera de resultados para detectar bobinas de carga es el separador de la OC en el par de cobre. Este dispositivo en muchos casos se muestra como una bobina de carga lo que puede crear conflicto y confusión para el técnico que realizará la medición.

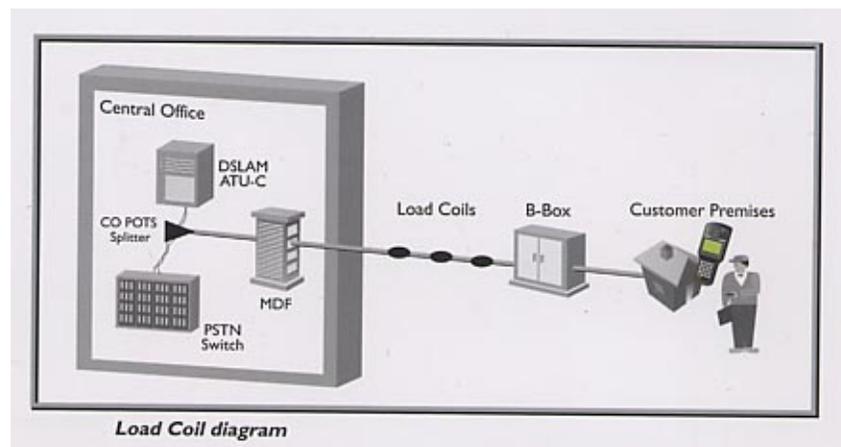


FIGURA 51: DIAGRAMA DE LA UBICACIÓN DE LAS BOBINAS DE CARGA
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Pero la impedancia cambia al tener una señal diferente en la pantalla del reflectómetro que una típica bobina de carga, haciendo favorablemente simple determinar la diferencia entre la señal observada de una bobina de carga y el discriminador de la oficina central.

Para ingresar a la prueba de bobinas de carga, primero debe de presionar el botón Menú, luego el cursor selecciona el módulo detector de bobinas de carga y el usuario presionará la tecla enter. En la pantalla se presenta un gráfico de impedancia (en el eje de las Y) versus frecuencia (en el eje de las X). Las bobinas de carga causan un cambio en la impedancia y es representado en la gráfica por una caída.

Esta prueba trabaja de la misma forma que una aguja analógica, donde un salto de la aguja indica una bobina de carga.

La cantidad de bobinas de carga en cada par puede ser develada a través de uno de los botones ubicados en la pantalla, cabe recalcar que este valor será solo un estimado, que está basado en el numero de caídas en el gráfico detectadas por el conjunto de pruebas, pero algunas de estas caídas pueden no ser tan obvias y podrían no ser contadas como bobinas de carga.

Las bobinas de carga son muy pronunciadas en el gráfico. Y ellas empiezan su caída típicamente cerca del lado izquierdo de la pantalla. El Separador de la OC se presentará como una caída pronunciada en la gráfica cuando se encuentra a 9000 pies de la oficina central. Pero más alejada de la OC se elabore la medición, más pequeño se verá la caída en la pantalla. En muchos casos, el

número de las bobinas contadas en la pantalla estarán como una bobina de carga.

En estas figuras se muestra como los separadores afectan en la detección de bobinas de carga y cómo se los presenta en la pantalla.

Los siguientes gráficos presenta el comportamiento del separador:

La figura 52 muestra la prueba de la detección de bobina de carga a una distancia de sólo 25 pies del conjunto de prueba al Separador de la OC.

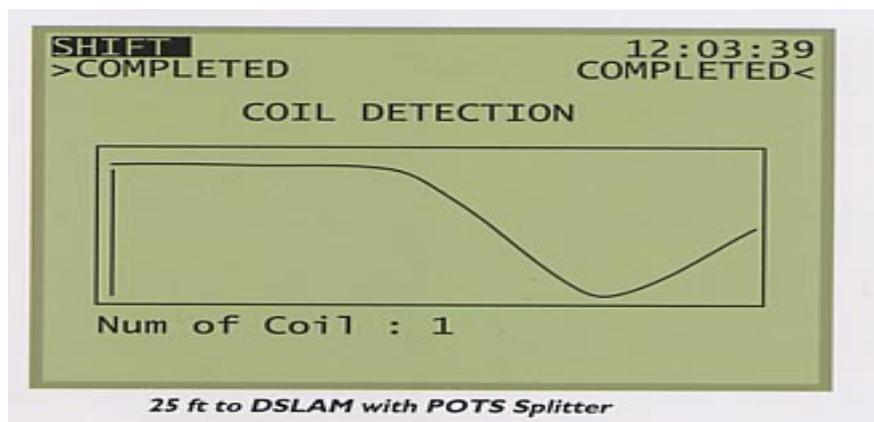


FIGURA 52: DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 25 PIES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Note la repentina y profunda caída en el gráfico y el número de bobinas de cargas detectadas es 1. La caída hacia la derecha de la pantalla es causada por el cambio de la impedancia del separador de la OC. Es evidente que hay

una profunda caída en la gráfica, pero no es producida por una bobina de carga, sino por el separador de la OC.

La figura 53 muestra la prueba de detección de bobinas de carga a 6000 pies de la oficina central. Observe que es mucho menos pronunciada la caída en el gráfico, pero el número de bobinas de cargas contadas aún es de 1. La caída nuevamente es desplegada hacia la derecha de la pantalla y es causada por el cambio de impedancia del splitter de la OC y no por una bobina de carga.

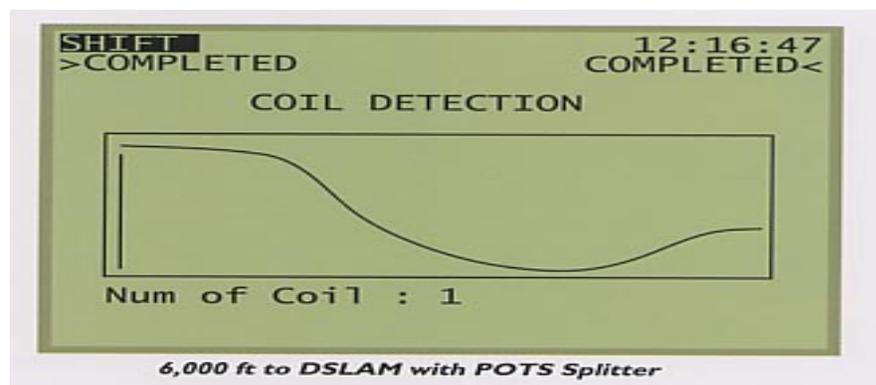


FIGURA 53: DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 6 PIES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

La figura 54 muestra la prueba de detección de bobinas de carga a 9500 pies del separador de la oficina central. Note que la caída en el gráfico es menos profunda, pero el número de bobinas de carga contadas sigue marcando 1. La caída en este caso es una cuesta uniforme, pero nuevamente es desplegada

hacia la derecha de la pantalla y es causada por el cambio de impedancia del separador de la OC.

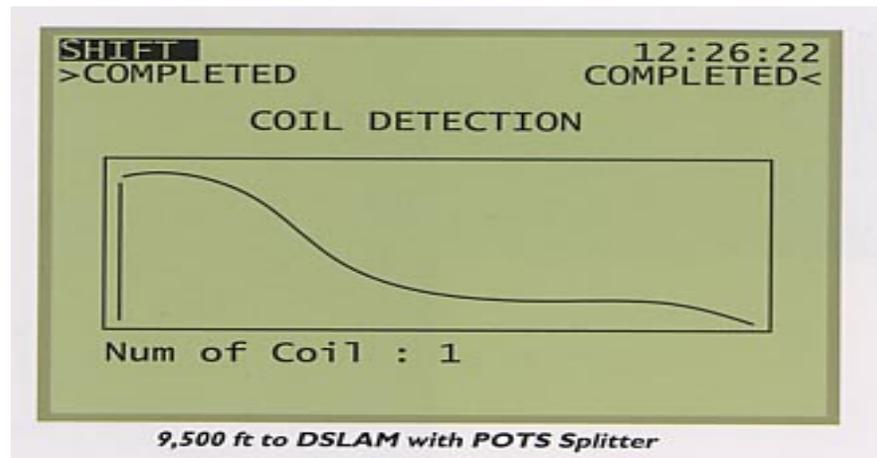


FIGURA 54: DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 9,500 PIES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

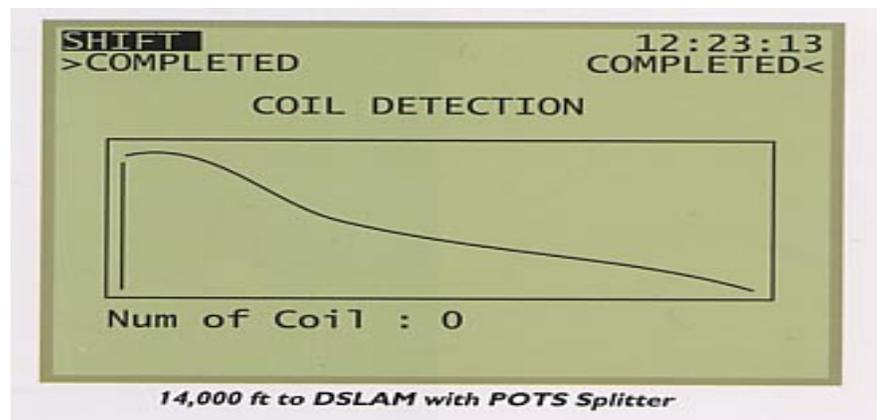


FIGURA 55: DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 14000 PIES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

La figura 55 muestra la prueba de detección de bobinas de carga a 14000 pies del separador de la oficina central. Observe que la caída es débil y el número

de bobinas de carga contadas es 0. La caída en este caso es una cuesta muy uniforme y podría ser difícil de identificar como bobina de carga. Pues la medición fue tan lejana del DSLAM que el cambio de impedancia obtenido del separador es menos importante. La figura 56 muestra la prueba de detección de bobinas de carga sobre el mismo par de la figura 55. Note esta vez que el número de bobinas de carga contadas es 2. Esto ocurre debido a que había pequeñas caídas en la pantalla que captaba el contador. Obviamente observando el gráfico no hay bobinas de carga en este par de cobre.

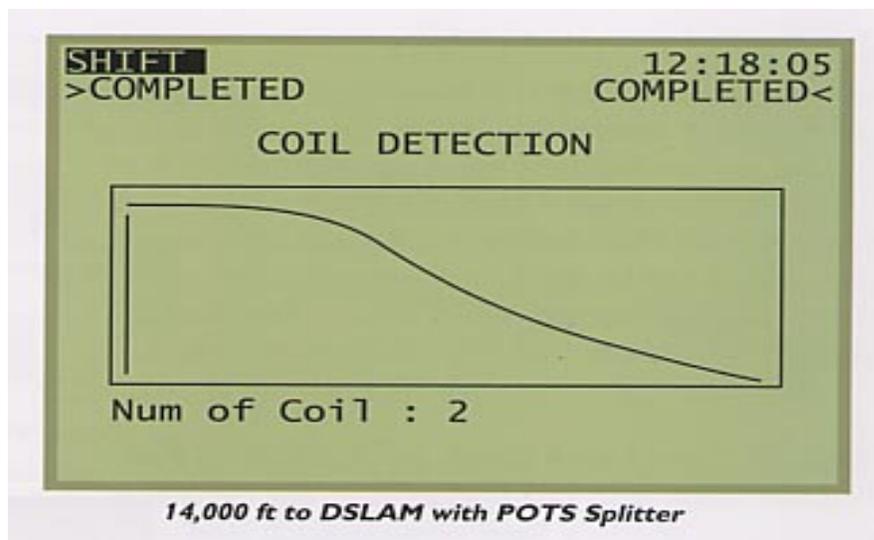


FIGURA 56: DETECCION DE DOS BOBINAS DE CARGA A 14000 PIES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Las siguientes gráficas muestran la detección de bobinas de carga en el par de cobre.

Esta prueba corre con una bobina de carga ubicada a diferentes distancias de la OC. El separador de la OC todavía está conectado al circuito, cuando las bobinas de carga están ubicadas en diferentes lugares del par de cable.

La figura 57 muestra la prueba de detección de bobinas de carga a una distancia de 6000 pies de la prueba a la bobina de carga y a 6000 pies de la OC. Note la dramática caída en el gráfico y el número de bobinas de carga contadas es 1. La caída es desplegada hacia la izquierda de la pantalla y es causada por el cambio de impedancia de la bobina de carga.

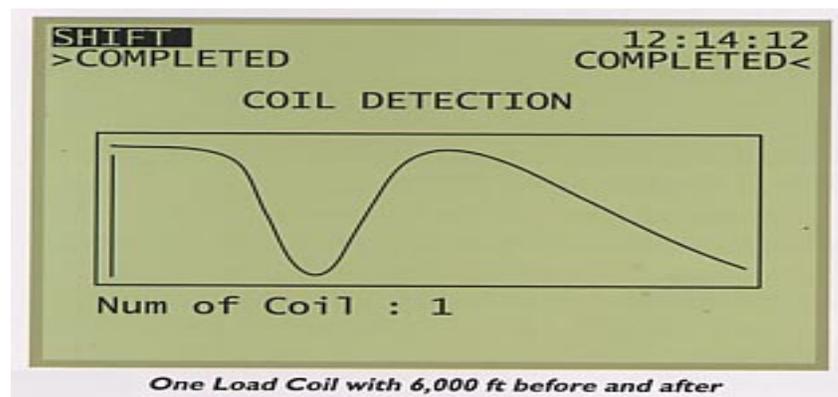


FIGURA 57: DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 6000 PIES ANTES Y DESPUES

Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

La figura 56 y 57 muestra un cable con bobina de carga y otro sin bobina de carga. La figura 59 presenta la prueba de detección de bobina de carga a una distancia de 10000 pies a la prueba y a 2000 pies de la bobina a la OC. Observe

la dramática caída en el gráfico y el número de bobinas de cargas contadas es uno.

La caída es desplegada hacia la izquierda de la pantalla y es causada por el cambio de impedancia de la bobina de carga.

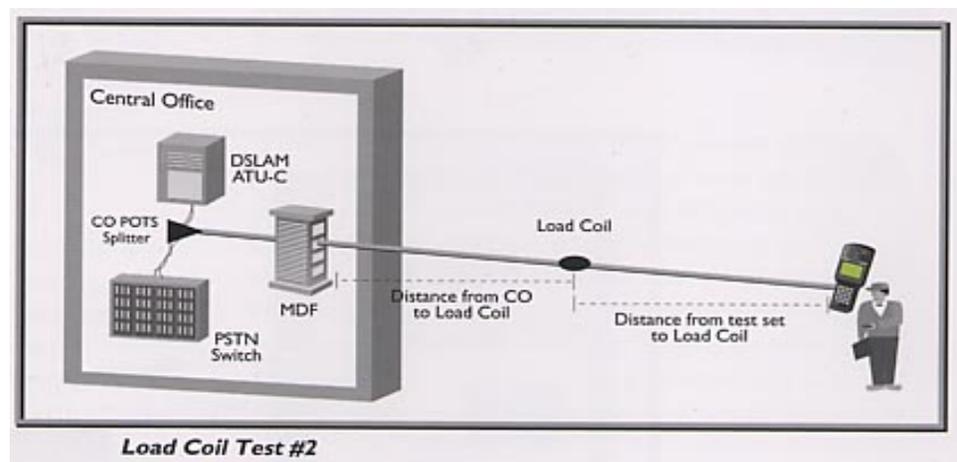


FIGURA 58 : DETECCION DE UN SEGUNDA BOBINA DE CARGA EN EL MISMO LAZO
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

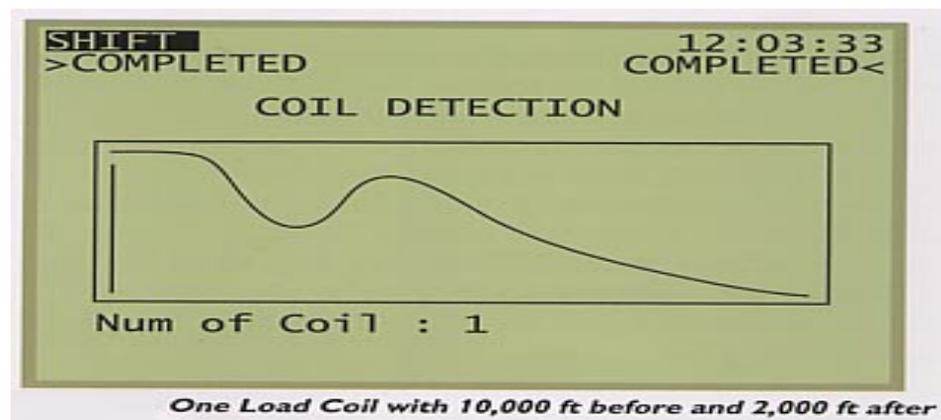


FIGURA 59 : DETECCION DE UNA BOBINA DE CARGA A 10,000 PIES ANTES Y 2,000 DESPUES
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

La figura 60 presenta la prueba de detección de bobina de carga a una distancia de 12000 de la prueba al separador de la OC. Note la inclinación profunda similar a la de la figura 58. El número de bobinas de carga contadas es 1, pero es similar al cambio de impedancia del separador y no al de una bobina de carga., pues una bobina de carga causa una dramática caída.

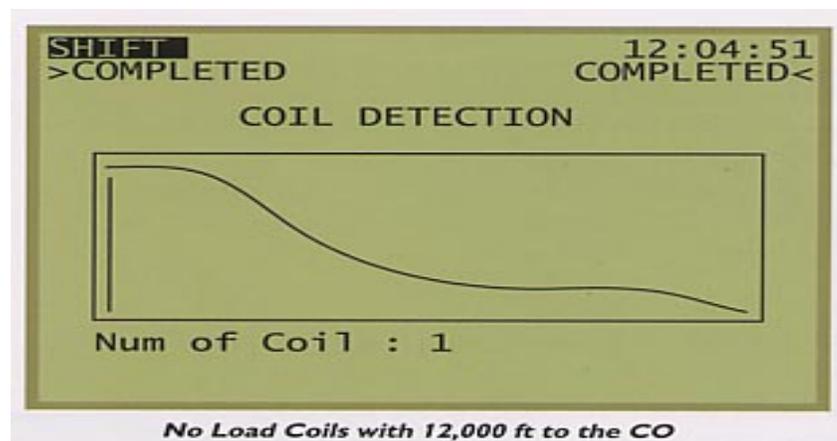


FIGURA 60 : DETECCION DE LA IMPEDANCIA PROVOCADA POR UN SEPARADOR A 12.000 PIES Y NO POR UNA BOBINA DE CARGA..

Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Esta gráfica es típica debido a lo distante que se realiza la medición de la OC y se observa claramente que esto no es una bobina de carga.

En esta parte de la prueba se corre con 2 bobinas de carga en el par de cable con una distancia arreglada entre cada bobina. Esto muestra como las múltiples

bobinas de carga afectan al despliegue de la gráfica, igualmente el separador del OC está conectado al circuito.

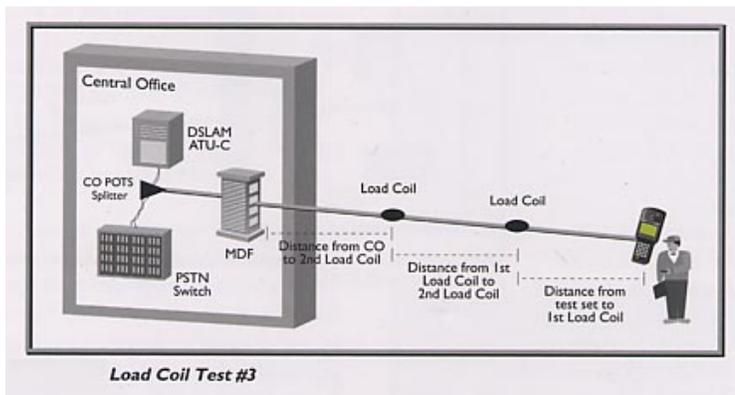


FIGURA 61 : LA OFICINA CENTRAL Y LA DETECCIÓN DE DOS BOBINAS DE CARGA EN UN MISMO LAZO
 Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

La distancia de la medición a la primera bobina de carga es de 6000 pies, la distancia entre las bobinas es de 6000 pies y de la ultima bobina a la OC es de 6000 pies. Se observa la caída en el gráfico y el número de bobinas de cargas contadas es 2.

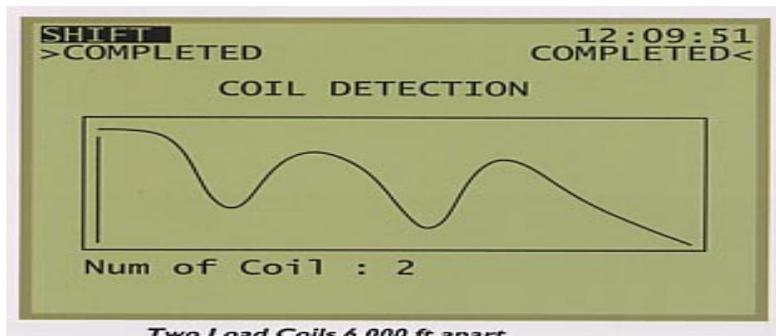


FIGURA 62 : DETECCIÓN DE DOS BOBINAS DE CARGA DISTANCIADAS 6.000 PIES

La primera caída es desplegada hacia la izquierda de la pantalla y es causada por el cambio de impedancia de la primera bobina y la segunda caída

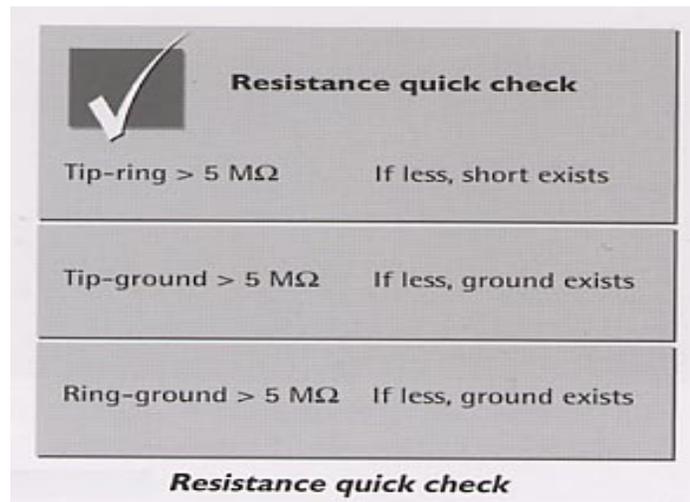


FIGURA 63 : CHEQUEO DE RESISTENCIA

Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Siguiendo a la primera es causada por el cambio de impedancia de la segunda bobina. Estas dos caídas empiezan del lado izquierdo de la pantalla y son muy pronunciadas, esto determina que existen dos bobinas presentes en este par de cable.

5.3 RESISTENCIA DEL LAZO (ESTIMACION DE DISTANCIA)

Se comprueba la resistencia de aislamiento del tip-ground y ring-ground con una abertura al final. Ambos deben de ser **mínimo de 5 Mohm** por ANSI 1.413 (ADSL standard). Si el tip-ring es menor que 5 Mohm, esto indica un corto.

Esta medición se la realiza usando el equipo Sunset mediante los siguientes pasos:

1. Conecte al circuito, necesitara conectar los 3 factores a medir: tip, ring y ground.

Asegúrese de utilizar el conector DMM / TDR / LINE en el lado derecho del Sunset

2. Presione la tecla menú

3. Introduzca DMM

4. Lleve la señal del cursor al OHM y presione enter

5. Use la tecla F-deis para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de

Los tres tipos. Asegúrese de que las lecturas mostradas del tip-ground y ring Ground sean mayores que 5 Mohm.

5.4 BALANCE LONGITUDINAL DEL PAR

Para realizar un control del balance del par se debe de correr la prueba de capacitancia. Un par balanceado significa que ambos tanto el tip como el ring y ground tienen igual longitud. El valor típico de este parámetro debe ser mayor a 60 dB.

Para esta detección se utiliza el equipo Sunset con las siguientes indicaciones.

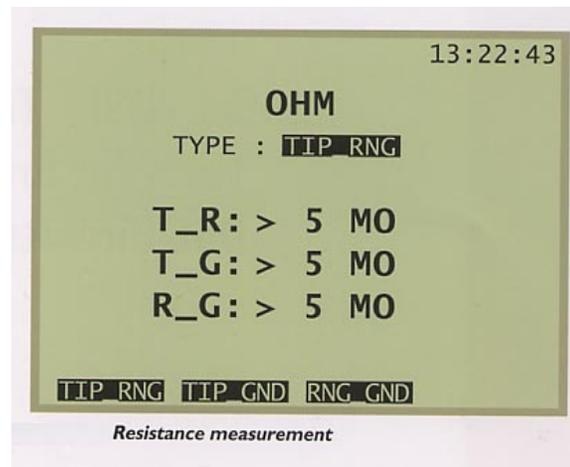


FIGURA 64: CONTROL DEL BALANCE DEL PAR
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

1. Conectar al circuito los 3 factores a medir: tip, ring y ground
Asegúrese de utilizar el conector DMM / TDR / LINE en el lado derecho del Sunset
2. Presione la tecla menú
3. Introduzca DMM
4. Lleve la señal del cursor al CAP y presione enter
5. Use la tecla F-keys para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de los tres tipos
6. Las medidas del tip-ground y del ring-ground deben ser **aproximadamente iguales**

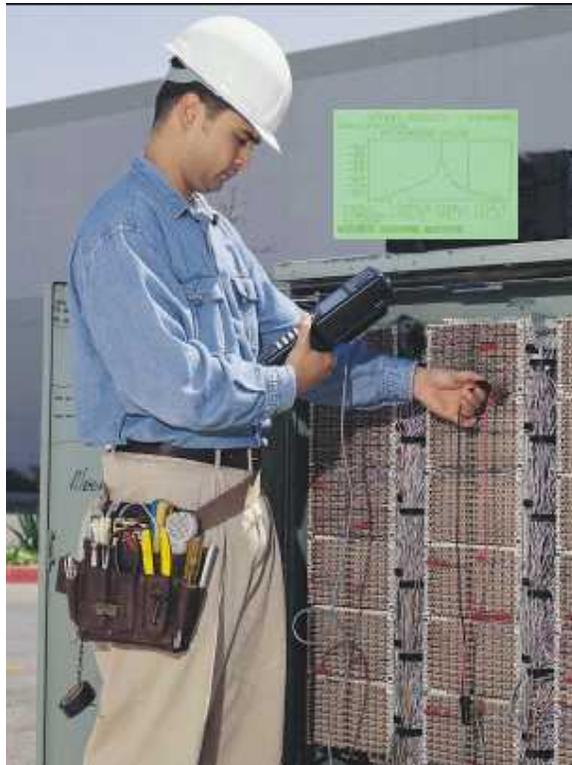


FIGURA 65: MEDICION EN UNA REGLETA DEL ARMARIO
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

5.5 CAPACITANCIA DEL CABLE (ESTIMACION DE LA DISTANCIA)

Si la lectura de la capacitancia es mayor que $2\mu\text{F}$, hay un corto en el par, se debería de usar la medida del OHM para verificar (tip-ring mayor que 5 MOHM). Entonces use un TDR para localizar el corto.

1. Conecte al tip / ring el par de cable. Asegúrese de usar el conector DMM / TDR / LINE en el lado derecho del Sunset
2. Presione el botón Menú

3. Ingrese al modo DMM
4. Lleve la señal del cursor al CAP y presione enter
5. Use la tecla F-keys para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de los tres tipos
6. Se mostrará en la pantalla la distancia leída.

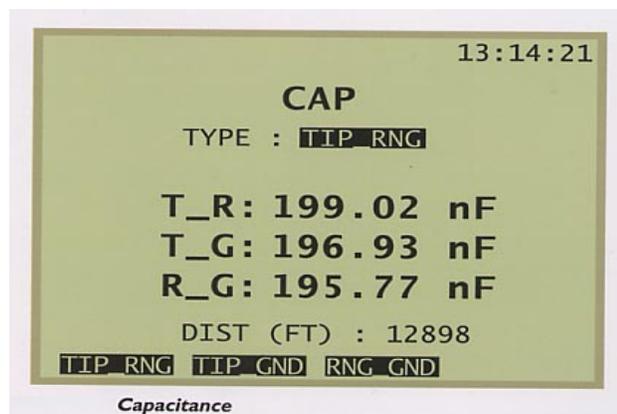


FIGURA 66: PRUEBAS DE TIP RING DE CAPACITANCIA
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

5.6 MEDIDA DE LA DISTANCIA CON LA RESISTENCIA DEL LAZO

Esta prueba debe ser ejecutada con un corto al extremo:

1. Conecte al tip / ring el par de cable. Asegúrese de usar el conector DMM / TDR / LINE en el lado derecho del Sunset.
2. Presione el botón Menú
3. Ingrese a LINE y luego a CONTROLLER
4. Ingrese a LOOP RESISTANCE

5. Use la tecla F-keys para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de los tres tipos.
6. Se mostrará en la pantalla la distancia leída. El equipo provee el cálculo para el usuario, basado en **ANSI T1.601** Anexo G. Este factor de conversión está

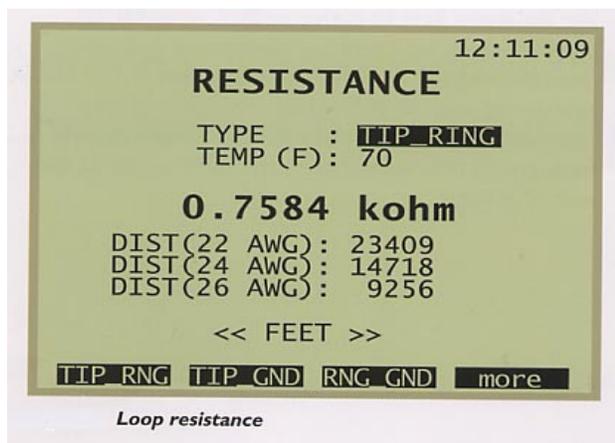


FIGURA 67: PRUEBAS DE TIP RING DE RESISTENCIA
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Basado en el tipo de cable y temperatura. La pantalla provee de tres diferentes lecturas basadas 22, 24, y 26 AWG o 0.6, 0.5, 0.4 mm de cable. Si posee una prueba de calibre de cable, trate de hacer un estimado basado en el porcentaje de cada tipo.

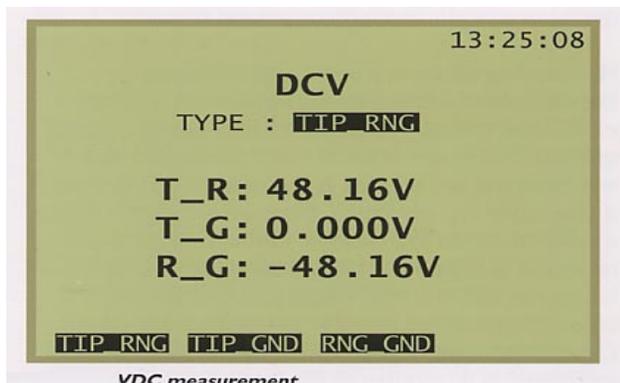


FIGURA 68: PRUEBAS DE TIP RING DE VOLTAJE DC
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Por ejemplo si la mitad de su cable es 22 AWG y la mitad es 24 AWG, debería de agregar la mitad de la distancia de 22 AWG y la mitad de la distancia de 24 AWG.

Nota: puede verificar que los circuitos mostrados aceptan valores de resistencia de lazo (tip ring con un corto al otro extremo):

- requerimiento de HDSL: 900 ohm máximo
- requerimiento de ADSL: 300 ohm máximo)

5.7 VERIFICACION DE VOLTAJE POTS

Esta prueba puede indicar un par cruzado, por ejemplo si usted esta probando un par abierto al final y observa los siguientes valores, tip-ring = -48V, ring-ground = +48V, y tip ground = 0V, lo que indica que el ring principal es cruzado con otro ring. El valor típico de este parámetro se encuentra en el rango de 48 a 52 VDC, sí el técnico detecta un par cruzado, corra el modulo TDR para localizarlo.

1. Conecte al tip / ring el par de cable. Asegúrese de usar el conector DMM / TDR / LINE en el lado derecho del Sunset.
2. Presione el botón Menú
3. Ingrese al modo DMM

4. Lleve la señal del cursor al DCV y presione enter
5. Use la tecla F-keys para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de los tres tipos.
6. Se observara -48VDC para la medida del ring-ground y $+48\text{VDC}$ para el tip-ring, por otra parte el par de cable no esta conectado al interruptor de la OC.

5.8 ARREGLO DE INTERFERENCIA AC

Al medir voltaje AC puede encontrarse fuentes no deseadas. Esta influencia de fuentes es causada por inducción entre el tip-ground y ring-ground de líneas de poder corriendo cerca del par de cable.

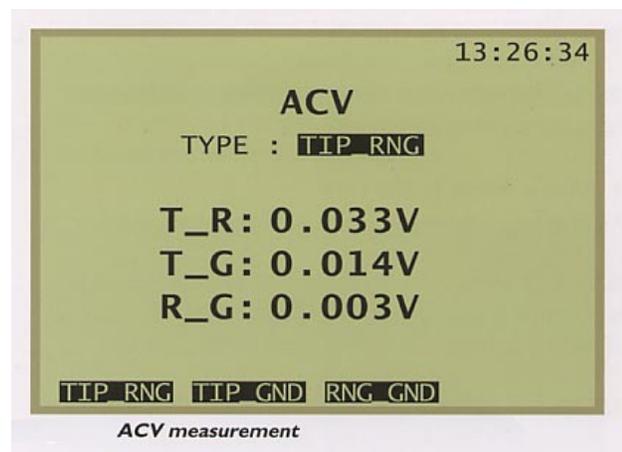


FIGURA 69: PRUEBAS DE TIP RING DE VOLTAJE AC
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Todos los valores deben ser mínimos (**menos que 5 ACV** recomendado)

1. Conecte al tip / ring el par de cable. Asegúrese de usar el conector DMM / TDR / LINE j en el lado derecho del Sunset.
2. Presione el botón Menú
3. Ingrese al modo DMM
4. Lleve la señal del cursor al ACV y presione enter
5. Use la tecla F-keys para tip-ring, ring-ground y tip ground para ver las lecturas de los tres tipos.
6. Se observara **mínimos valores, es decir 0**, para las tres medidas. Un valor grande
Indica influencia de alguna fuente de poder.

5.9 PRUEBA DE RESPUESTA DE FRECUENCIA PARA DSL

Para esta prueba es necesario 2 equipos al final de cada línea. Esta aplicación envuelve una unidad de respuesta en un extremo para enviar los tonos y la unidad controladora en el otro extremo para hacer las mediciones. Los cables que no están bajo prueba se los aísla. La prueba es ejecutada entre el MDF y el punto de acceso intermedio. Los cables restantes del MDF al DSLAM o del B-box al suscriptor pueden comportarse como bridge tap si no son aislados apropiadamente. La cercanía de un bridge tap a la unidad de respuesta produce una gran atenuación.

Los parámetros técnicos para la respuesta de frecuencia varían con el tipo de servicio.

UNIDAD CONTROLADORA PORTATIL

Antes de realizar la primera medición, se debe de calibrar esta unidad. Debe de estar seguro de que el Sunset este desconectado de el circuito. Presione menú e ingrese a LINE; CALIBRATION, INSERTION. La calibración puede tomar 20 segundos. Debe de observarse un mensaje final “La calibración está hecha”.

Puede proceder con le prueba de pérdida de inserción. Si la calibración falla, simplemente repita el procedimiento.

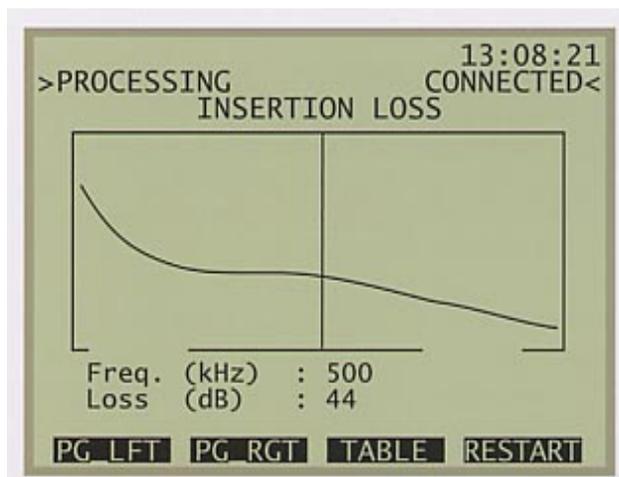


FIGURA 70: Resultado de Pérdida de Inserción de la Potencia espectral ADSL.
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

Para configurar la unidad de control siga estos pasos:

1. Conecte el Sunset al circuito con conector TDR / LINE / DMM a la derecha
2. Presione menú en la segunda columna del teclado pequeño
3. Ingrese a LINE. El Led de LINE encenderá una luz verde indicando el conjunto de medidas de líneas ejecutadas
4. Ingrese a CONTROLLER
5. Ingrese a INSERTION LOSS
6. Lleve la señal del cursor a ADSL PSD ambas incluyen anchos de banda de DMT y CAP. Presione enter
7. Observe las líneas para ver el estado de la unidad de respuesta
 - Lado derecho: Despliega el estado de la conexión una contestación apropiada mostrara “conectada”
 - Lado izquierdo: Despliega el estado de la prueba una respuesta apropiada mostrara “completada”, puede también mostrar “procesando” (significa que la unidad de respuesta ha recibido la orden y esta en proceso de enviar el tono), “Recibiendo” (significa que la unidad de respuesta ha recibido los comandos del controlador, pero todavía no tienen respuesta) o inactivo (significa que la unidad de respuesta no ha recibido ningún comando).

Después de que la prueba es completada, el estado de la línea regresa a inactivo.

8. Los resultados presentan una gráfica de nivel vs. frecuencia, vea la figura arriba.

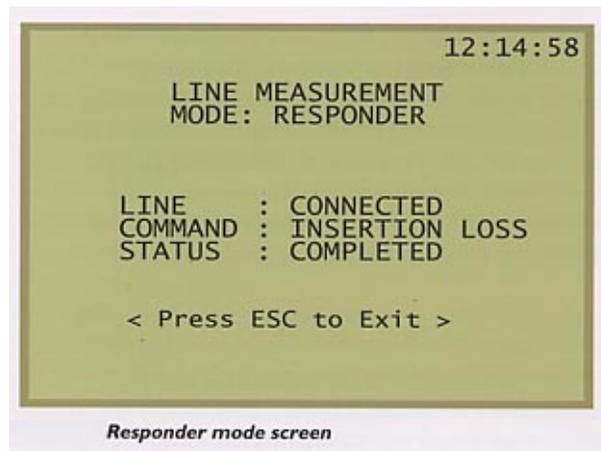


FIGURA 71: PANTALLA A MODO DE RESPUESTA
Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

- ANSI T1.413 especifica los resultados de la pérdida de inserción para varios lazos y líneas deterioradas. Las variables incluyen medida del alambre, deterioros, y temperatura.
- Para encontrar la pérdida de inserción exacta para una frecuencia particular, referidos a los resultados del gráfico. Use las teclas derechas e izquierda para mover el cursor. Muestre la lectura de la frecuencia hasta que el cursor alcance la frecuencia deseada. Entonces referido a la pérdida de lectura (Pérdida de DB) para la frecuencia particular.

UNIDAD DE RESPUESTA PORTATIL

A continuación se presentan los pasos para configurar la unidad de respuesta portátil.

1. Conecte el Sunset al palmo con el TDR /LINE / DMM, una forma común es usar un RJ45 para probar la grapa del cable. Sujete directamente hacia el par de cobre con los clips tipo lagarto; el plug RJ 45 en el Sunset
2. Presione el botón menú en la segunda columna del teclado
3. Ingrese a LINE. El Led de LINE encenderá una luz verde indicando el conjunto de medidas de líneas ejecutadas
4. Ingrese en Respuesta. Observe que la luz verde del led de Respuesta indica el conjunto esta en modo respuesta
5. Ahora el Sunset responderá automáticamente al comando de la unidad de control. El usuario debe de permanecer en esta pantalla para responder a los comandos. Estos comandos y el estado de las unidades son mostradas en la pantalla. Observe la figura
 - LINE: Muestra la conexión con la unidad controladora. LINE se presenta INACTIVO (cuando no recibe nada del controlador) o CONECTADO (cuando reciben mensajes del controlador)
 - COMMAND: Indica el tipo de comando recibido de la unidad de control. Aquí la unidad controladora está corriendo con la prueba de perdida de inserción.
 - STATUS: Presenta el estado de la unidad de respuesta

- RECIBIR: El conjunto recibe el comando de la unidad control.
- PROCESANDO: El conjunto está en proceso de responder a los comandos del controlador
- COMPLETO: El conjunto responde al comando controlador

5.10 PRUEBA DE LA DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA

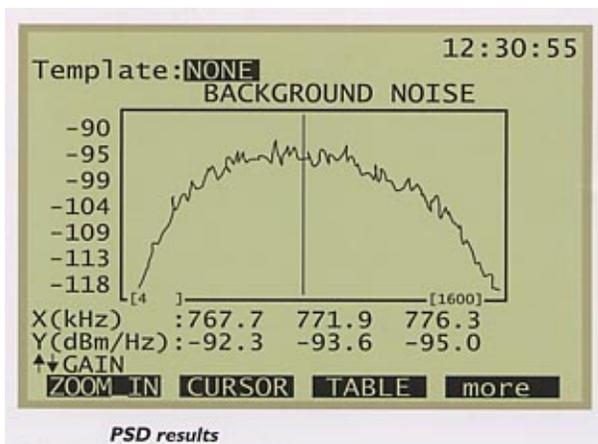


FIGURA 72: RESULTADOS DE PDS

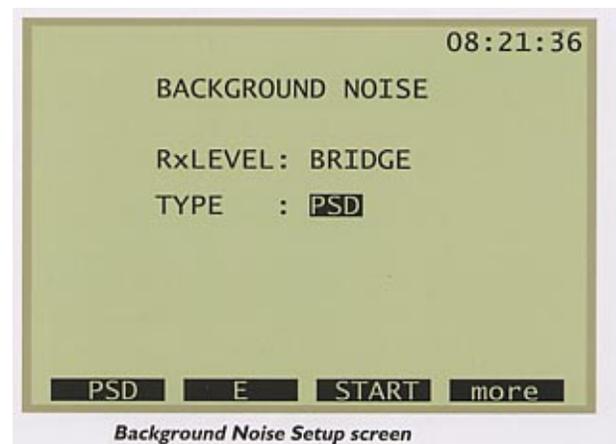


FIGURA 73: CONFIGURACIÓN PARA RUIDO

Fuente: SunriseTelecomunicaciones

Para calibrar esta unidad lo primero que se debe de hacer: estar seguro de que el equipo esta desconectado del circuito. Presione el botón MENU, luego entre a LINE, CALIBRATION, BACKGROUND NOISE. La calibración puede tomar cerca de 20 segundos. Cuando la calibración resulto satisfactoria, se presentará un mensaje en pantalla similar al siguiente La calibración está hecha. Si la calibración falló, tratará de corrérsele nuevamente. Luego de

realizar una calibración satisfactoria ya no será necesario volver a calibrar a menos que se ejecute la opción Erase NV RAM.

Los siguientes son los pasos para correr el PSD DMT Test:

1. Conecte el equipo de medición al par para ser probado con el conector TDR/LINE/DMM.
2. Presione la opción Menú en la segunda columna del teclado
3. Entre a Line. El led line se pondrá verde indicando que la prueba se está ejecutando en la medición de la línea
4. Ingrese a background noise
5. Necesitará configurar el Setup. Referido en la figura 73
 - a. Conjunto de nivel de recepción (nivel Rx) para este conjunto de pruebas
 - Term (F1) ubica a 100Ω la terminación en la señal recibida. Esto debe ser usado solo para prueba fuera de servicio
 - Bridge (F2) es un modo de alta impedancia que protegen la vida de las señales. Puede usar este modo pruebas en servicio.
 - b. selección del tipo de prueba (TYPE) para presionar el correspondiente botón F
 - PSD (F1): Medida de ruido espectro completo en el ADSL DMT/CAP, 22 Khz a 1.6 Mhz.

- E (F2): Medida de ruido en el espectro para ISDN BRI a la impedancia de 135 Ω para el modo Term. Se recomienda un cable de conversor de 100 Ω a 135 Ω para la medida del filtro E
- F (more, F1): Medida de ruido en el espectro para HDSL a la impedancia de 135 Ω para el modo Term. Se recomienda un cable de conversor de 100 Ω a 135 Ω para la medida del filtro F.
- G (more F2): Medida de ruido en el espectro para ADSL a la impedancia de 100 Ω para el modo Term

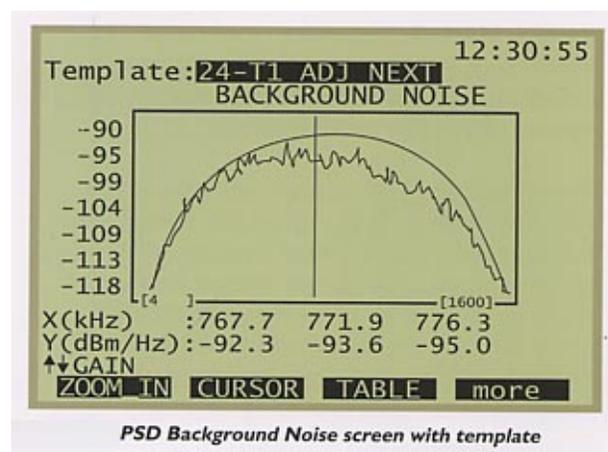


FIGURA 74: PRUEBAS DE TIP RING DE VOLTAJE AC

Fuente: Sunrise Telecomunicaciones

6. Después de la configuración del Setup de la pantalla, presione start (F3) para comenzar la medición.
7. Si no ve una señal fuerte al entrar, trate de incrementar la ganancia vertical. Mantenga presionada la flecha hasta que aparezca la señal

8. El ruido aparece como una púa ascendente en la pantalla. La figura 3 muestra un ejemplo del ruido en pantalla. Interferencia radiada a través de múltiples frecuencias. Otra interferencia puede aparecer como una púa afilada en la simple frecuencia como radio AM.
9. Se puede determinar la frecuencia exacta del disturbio. Presionando el botón F para controlar en cursor en el display. Después de presionar el cursor use las teclas derecha e izquierda para mover el cursor. Se vera la frecuencia leída al botón para ver la frecuencia exacta. La frecuencia leída puede darle ideas de la interferencia. Por ejemplo: Si el centro de la interferencia es alrededor de 772 Khz (Frecuencia de Nyquist para T1) las oportunidades son buenas para que los servicios adyacentes estén causando interferencia.
10. La frecuencia puede también darle una indicación de interferencia de radio AM. Si ve una púa de la interferencia que no empareja una frecuencia central de una señal digital común, simplemente encienda una radio y verifique para una estación AM. Una estación AM puede ser transmitida en el mismo rango de frecuencia que el ADSL. La interferencia del radio AM es causada típicamente por un cable pobre. El botón de resultados muestra el nivel de poder para el ruido. Se puede leer medidas entre dBm y dBm/Hz, siendo dBm/Hz medidas usando una referencia de una cierta frecuencia de

ancho de banda (4,3125 KHz) para la lectura y dBm es una lectura de puro poder con referencia a 1 miliwatt.

11. Otra forma de determinar el tipo de interferencia de servicio por medio de MASK (F2), representa disturbios comunes asociados con circuitos ADSL. Si ve un incremento en el gráfico en el nivel de ruido.

En el modo Term se revisa las pantallas hasta encontrar la señal mala, esto indica el tipo de interferencia de servicio en su circuito.

El modo Bridge difiere del anterior ya que las plantillas transfiere la máscara e indica y determina si ha pasado o fallado, y si el transmisor se encuentra en el umbral PSD aceptable.

Las siguientes tablas resumen los parámetros específicos para la instalación y funcionamiento eficiente de la tecnología XDSL.

TABLA VI

| PARAMETROS | VALORES TIPICOS |
|----------------------|---|
| Volts de DC | 48 – 52 VDC |
| Corriente de Bucle | > 23 mA |
| Bobinas de Carga | Varía con la longitud del lazo y esquema de carga |
| Balance Longitudinal | >60 dB |
| Resistencia de Bucle | < 1300 Ω |
| Longitud de Bucle | < 1800 pies |
| Perdida | < - 8 dBm |
| Ruido | < 20 dBrrnC |

TABLA DE VALORES STANDARIZADOS PARA CADA TIPO DE TECNOLOGIA

TABLA VII

| | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|--------------|-------------|-------------------------|
| # de pares | 1 par | 2 pares | 1 par | 1 par | 1 par |
| Velocidad de bits | 9 Mbps (variable) | 1.544 Mbps | 160 Kbps | 784 Kbps | 52.8 Mbps (variable) |
| Longitud del bucle | < 18,000' | <12,000' | < 18,000' | <12,000' | < 4,500' |
| Bobinas de carga | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Resistencia de bucle (Ω) | < 1,300 | < 900 | < 1,300 | < 900 | |
| Perdida de enlace (dB) | Variable | < - 35 | < - 39 | < - 35 | variable |
| Frecuencia de Nyquist | | 196 khz | 40 khz | 196 khz | |

PROBLEMAS FRECUENTES EN EL LAZO LOCAL

De acuerdo a la ilustración demostraremos los problemas mas frecuentes en el lazo local:

A) En esta casa, el módem trabaja bien, pero el cliente se queja de que el circuito no le permite a uno de sus teléfonos marcar. El modulo TMS da el tono de marcado y permite una llamada. Una comprobación adicional con el modulo DMM muestra el tip/ring invertidos. Reversando el cable interno en el NID se soluciona el inconveniente.

B) Este circuito trabaja bien por voz, pero no puede conectarse el módem conector de datos o el NID. El modulo TDR muestra el problema, a 120m existe un bridge tap, este fue colocado a 60 m de la casa.

C) El servicio no conecta a ninguna de estas casas. Primero había falla en el módem. Un chequeo con el modulo DMM muestra que no existe voltaje en la batería. Indicando un posible circuito abierto. El diagnostico es confirmado por el TDR y se encuentra que la distancia a la abertura fue mas corta que la distancia a la oficina central.

D) El tip y el ring fueron cortados accidentalmente del b-box. Después ningún módem falla. El DMM mostró que no hay batería y el TDR indico un corto sobre la misma distancia lejana a la B-BOX. En minutos el corto fue solucionado, el circuito de prueba completamente limpio y el servicio levantado.

E) Este técnico quiere determinar la longitud del lazo de la casa del cliente. El llama a la Oficina Central ubicando un fuerte corto metálico en la línea y usa la medida de resistencia de lazo para automáticamente calcular la longitud del lazo.

F) Este lugar fue cerrado a la oficina central y este circuito portador marco el tono, pero el módem no podía sincronizarlo. El DMM muestra un corto en tierra en el tip lead. El cual ha creado un circuito no balanceado que elimina los tonos de alta frecuencia del módem. Una medición de ruido de impulso alto también parece indicar un mal empalme.

G) Que un grupo ruidoso alimente los cables de la oficina central. Observando la B-Box muestra disturbios de t1 y HDSL en el par de cobre.

H) Otro módem falla en el hogar. Pero el técnico recuerda haber escuchado que algunas bobinas de carga pudieron ser cargadas en la planta en esta área.

CAPITULO 6

PROCOLOS DE MEDICION

Para realizar una exitosa preparación de las redes en la instalación de los servicios DSL debe de elaborarse o tener un plan de pruebas bien diseñado, para de esta manera no solo darle una excelente impresión al usuario y mantener con este una relación duradera sino ofrecerle un impecable servicio como se espera.

Pero un buen conjunto de pruebas DSL representa más que una herramienta de servicio al cliente, constituye el centro del proceso que afecta la eficiencia y la capacidad del proveedor para otorgar DSL con rentabilidad.

Como en todo negocio para obtener ganancias estas deben de ser precedidas por un objetivo, el objetivo principal de este es de asegurar que se provea el mayor número de líneas en el menor tiempo y con el mínimo de personal.

Pero si se desea incursionar como proveedor de la tecnología DSL, entonces es importante que comprenda, diseñe y ponga en práctica un plan de pruebas para la preparación de redes XDSL, que satisfaga las necesidades únicas de la evolución de la red.

En el transcurso de este documento se enfoca los principales puntos a tomar en consideración, pues muchos imaginan que las pruebas de las redes terminan con la instalación del servicio que esté por ofrecerse, pero no es así, ya que luego de la instalación es importante un monitoreo de las redes, aislamiento y reparación de problemas.

6.1 ESTRATEGIA PARA LA REALIZACION DE PRUEBAS EN XDSL

Para llevar a cabo un plan de pruebas inicialmente se debe conocer el campo de acción a medir, en el caso de XDSL es todo aquello que abarca la red de cobre que comprende desde la central telefónica hasta el equipo del usuario, todo esto fue especificado en capítulos anteriores por lo tanto los términos que se apliquen a continuación serán ya conocidos.

El primer objetivo técnico es **probar remotamente el bucle del abonado desde una Central** o Centro de Operaciones de Red (NOC). Esta capacidad denominada comúnmente **pruebas de un solo extremo**, permite a los proveedores hacer lo siguiente:

- Precalificación del bucle del abonado para servicios DSL
- Identificación de fallas en los grupos de los cables
- Verificación de los criterios de aceptación para nuevas instalaciones
- Resolución de asuntos de pos instalación

Todas estas capacidades deberían de ser logradas sin necesidad de enviar un técnico a la oficina central o al sitio del cliente. Los resultados son alentadores en lo que concierne a costos actuales de instalación del servicio, siendo en realidad más importantes los ahorros realizados en tiempo y esfuerzo, permitiendo al proveedor obtener y asegurar mayores ganancias basados en la rapidez y a satisfacer las necesidades del usuario.

6.2 ELEMENTOS ESCENCIALES DE UN SISTEMA DE PRUEBAS XDSL

Para consolidar una administración eficiente del bucle DSL y el sistema de prueba se debe de contar con tres componentes básicos.

1. Acceso a las pruebas
2. Dispositivos inteligentes de pruebas (Instrumentos de prueba)
3. Automatización de pruebas

Estos componentes deben trabajar en conjunto en la instalación de XDSL, para establecer un proceso ordenado en las pruebas, estos pueden ser comprados individualmente o como un solo paquete. Es importante aclarar que con el tiempo cada componente probablemente tendrá que desarrollarse independientemente de los otros para atender nuevos retos, cambio de requerimientos y mejores tecnologías.

6.2.1 ACCESO A LAS PRUEBAS

El acceso a las pruebas en una red POTS tradicional se provee a través del conmutador de voz de clase 4 o clase 5. Desafortunadamente este punto de acceso no es adecuado para la mayoría de las pruebas del bucle DSL, pues sólo proporciona ingreso a la parte del circuito de la banda de voz. Para una prueba completa, se requiere el acceso a las pruebas del ancho de banda completo.

Con pocas excepciones, la mayoría de los vendedores de Multiplexor de Acceso DSL (DSLAM) no permiten acceso a las pruebas como parte de su oferta.

Para realizar una administración efectiva del bucle del abonado se debe de contar con los siguientes elementos claves:

6.2.1.1 ACCESO AL BUCLE DEL VENDEDOR

Este punto a tratar evidentemente esta ocurriendo poco a poco en nuestro medio, debido al pobre o casi ningún desarrollo que tiene la tecnología DSL, pero es necesario agregarlo, pues en países que cuentan con esta tecnología eficientemente, los proveedores tienen una gran necesidad de acceder a las pruebas independientes y no lograrlo, estos han optado por buscar a vendedores neutros de sistemas de acceso al bucle para proveer acceso a las pruebas.

Muchos vendedores amplían el acceso a las pruebas con la función adicional de conmutación de bucle con el objetivo de realizar cambios remotos en el servicio o conmutación de protección.

Además es indispensable que los proveedores comprendan y pongan en práctica un sistema de pruebas que satisfaga las necesidades únicas de la evolución de la red.

6.2.1.2 FUNCION DE CONMUTACIÓN

La función de un conmutador de acceso recorre dos ejes y varía con respecto a la función de conmutación y el costo.

Inicialmente un sistema de prueba debe de evaluar los tipos de funciones requeridas de conmutación y de acceso a las pruebas, para seleccionar entonces el sistema de acceso correcto para sus requerimientos.

Con una estricta evaluación de los requerimientos, los planificadores de pruebas pueden determinar el dimensionamiento óptimo para sus sistemas de acceso a las pruebas.

6.2.1.3 INTEGRACION DEL CONTROL

Un sistema de administración del bucle (LMS) debe de llevar un control y determinar de esta forma cuan fácil puede ser desarrollada una solución integrada. Gran parte de los sistemas LMS proporcionan varios métodos para conectarse a la central, incluyendo puertos de comunicación para: Protocolo de Internet (IP), modo de transferencia asíncrona (ATM) y módem de discado.

Los protocolos de control normalizados de la industria, tales como: El Protocolo de Administración de Red Simple (SNMP), TL1, y Telnet, así como interfaces de

línea de mando simples, proporcionan interfaces de control bien definidos para administrar vía una red común (por ejemplo, IP)

Dentro de las funciones de un sistema LMS externo se incluyen todas o algunas de las siguientes:

- Prueba remota y administración del bucle
- Acceso a pruebas hacia el bucle
- Acceso a pruebas hacia el DSLAM
- Modo dividido para pruebas vi direccionales
- Puenteo del bucle
- Reserva del equipo
- Interconexiones cruzadas
- Generación de tonos (independiente de la terminal de pruebas)

6.2.2 DISPOSITIVO INTELIGENTE DE PRUEBA

Un dispositivo de pruebas DSL diseñado para la oficina central (la terminal de prueba), permite a un técnico de la red realizar remotamente una variedad de pruebas durante el ciclo de vida de un servicio DSL. Las siguientes pruebas caen dentro de varias categorías. A continuación una descripción breve de cada una de ellas.

6.2.2.1 PRUEBAS DE PRECALIFICACIÓN

Con esta prueba se predice la capacidad de un bucle para soportar XDSL, es decir da un diagnóstico más exacto del funcionamiento de la línea.

6.2.2.2 PRUEBAS DE PREINSTALACIÓN

Generalmente son realizadas cuando el Operador Dominante de la Central Local (ILEC) ha liberado los pares y los ha terminado en el equipo del operador competitivo de la central local (CLEC) y antes de que la línea sea aceptada.

Un técnico deberá probar el bucle para verificar la ausencia de los elementos que podrían impedir o limitar la capacidad de soportar el servicio DSL ordenado.

Estas pruebas de preinstalación incluyen: pruebas tradicionales POTS, así como también una variedad de pruebas de banda ancha.

Las pruebas POTS son útiles por tres motivos:

1. El funcionamiento de DSL puede ser deducido de **pruebas tradicionales metálicas.**

2. Los resultados de las pruebas tradicionales de banda estrecha son entendidos y aceptados más comúnmente.
3. Los técnicos de la oficina central están mejor preparados para resolver problemas tradicionales de banda estrecha.

Las pruebas de banda ancha desde un solo extremo (como las mediciones de reflexión en el dominio del tiempo [TDR]) son también importantes porque permiten a los técnicos del centro NOC predecir con exactitud las velocidades de línea, determinar la longitud del bucle, identificar extensiones de línea y detectar bobinas pupinizadoras para determinar si la línea funcionará de acuerdo a lo solicitado.

6.2.2.3 SUPERVISION DE INTERFERENCIA ESPECTRAL

También el servicio DSL puede ser comprometido seriamente por fallas en el empalme, en realidad las fallas pueden presentarse en cualquier momento, por eso es importante realizar un análisis espectral en la línea primaria y supervisar periódicamente la línea durante la vida del servicio.

6.2.2.4 PRUEBAS DE POS INSTALACIÓN

Además de un constante monitoreo del análisis espectral, las pruebas para el servicio DSL requerirán resolver continuamente reclamos por el servicio

y problemas por fallas en los equipos. Por lo tanto es importante una serie de pruebas de banda ancha para tipificar la línea, compararla con mediciones de referencia e identificar cuestiones de interferencia.

También podrían requerirse pruebas hacia el multiplexor DSLAM usando un módem de oro para verificar el funcionamiento de la tarjeta de línea. Como se observó en capítulos anteriores un módem de oro ó módem gold (ATU-R) es usado para comprobar las velocidades de carga y descarga, aunque este proceso generalmente no resuelve problemas que se producen cuando el siguiente cliente del bucle solicita un servicio ADSL.

Los terminales de prueba DSL eficientes pueden proveer alguna de las siguientes capacidades (o todas).

- Pruebas tradicionales POTS
- Mediciones TDR
- Medida de ruido de fondo
- Detección de bobinas de carga y extensiones de línea
- Mediciones de la densidad espectral de potencia
- Identificación de fuentes de interferencias y disturbios
- ATUC o ATUR(unidad de transmisión ADSL, de oficina central o remota)

- Balance longitudinal

6.2.3 AUTOMATIZACION DE LAS PRUEBAS

El sistema de apoyo a las operaciones (OSS) para pruebas es el punto principal por la que el técnico del centro NOC visualiza y maneja las pruebas remotas al bucle y también el motivo más importante para invertir en una solución para pruebas DSL.

La información que obtiene el técnico de pruebas vía el OSS es un punto importante para tomar decisiones cruciales en cuanto a la aceptación de la línea y la disponibilidad del servicio. La recopilación de esta información influirá en la eficiencia total de la instalación del servicio DSL.

Las funciones claves de la administración de la automatización de las pruebas son:

6.2.3.1 ACCESO Y ADMINISTRACION DEL BUCLE

Mediante el interfaz para pruebas del sistema OSS, los técnicos de prueba seleccionan cualquier bucle para probar y el tipo de conexión de prueba a realizar (Por ejemplo, abierto hacia el bucle, abierto hacia el equipo, modo dividido o punteado). Para los sistemas de acceso a las pruebas que ofrecen

capacidades adicionales de administración de bucles, estas funciones también son manejadas a través de las pruebas del sistema OSS, permitiendo a los técnicos de pruebas realizar cambios en el servicio o reemplazos de tarjetas de línea defectuosas.

6.2.3.2. REPORTES DE RESULTADOS EN TIEMPO REAL

Para ayudar al técnico de pruebas en la toma de decisiones, las pruebas del OSS permitirán predefinir los resultados aceptables para las pruebas y presentará los resultados en un formato simple (por ejemplo, "resultado: bueno") o con un símbolo gráfico (por ejemplo, pulgares hacia arriba). Están también disponibles reportes detallados que son útiles al negociar un acuerdo con los técnicos del operador ILEC.

6.2.3.3 COMPARTIENDO RESULTADOS

Las pruebas del sistema OSS pueden formar parte del flujo de un proceso automatizado de abastecimiento. En ese escenario, los resultados de las pruebas (típicamente un resumen de resultados) es compartido con otros elementos del OSS. Las Interfaces de Programación de Aplicación (APIs) basadas en normas abiertas (Por ejemplo: SNMP, Arquitectura Abierta de Petición de Objeto Común [CORBA], Lenguaje de Etiquetado Extensible [XML]) permiten a las pruebas OSS compartir datos con una asociación más grande de

Sistemas de Administración de Red (NMSs) y Sistemas de Administración de Elementos (EMSs).

6.3 OPTIMIZACION DE UNA SOLUCION DE ACCESO A LAS PRUEBAS DE DSL

Cuando se tiene que diseñar un sistema de pruebas de DSL, es importante entender las exigencias únicas de la instalación del servicio. Las áreas claves a considerar incluyen lo siguiente:

- La relación con el operador **ILEC** (Operador Dominante de la Central Local) según los acuerdos de interconexión y de operación
- Estrategia del proceso de suministro y del sistema **OSS** (El sistema de apoyo a las operaciones)
- Los Acuerdos a Nivel de Servicio (**SLA**) con el usuario final y sus expectativas

Es importante definir que aspectos influyen o son preponderantes para optimizar cada una de estas áreas. Es imprescindible saber cuáles son las necesidades de conexión del usuario y más aún cuando se encuentra precedido por un sistema de prueba y como ciertos servicios influyen en la selección de un vendedor de equipo de prueba, que normalmente debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- La clase de información de precalificación del operador ILEC disponible
- Los criterios de aceptación acordados
- Los resultados de pruebas que aceptará o entenderá ILEC
- La rapidez de la resolución de los problemas
- Que estrategia seguir para resolver asuntos más complicados, como los disturbios espectrales, en ambos escenarios: pre y posventa.

El cumplimiento de todos o ciertos literales influyen en la selección de un dispositivo de pruebas, aunque las normas de funcionamiento aún no han sido adoptadas por la industria, pero la aceptación de los resultados de las prueba conducirá a una solución más rápida de los problemas y a menos señalamientos.

Los proveedores de servicios en este mercado naciente podrían preferir una solución de operación independiente "fuera de caja", que pueda proporcionar una solución inmediata para calificar y probar bucles de abonado y ganar así penetración en el mercado. Los proveedores de servicio ya establecidos podrían desarrollar la estrategia de un OSS que incorpore una mayor eficiencia en la operación y nuevas iniciativas de negocios y por lo tanto, requerir una solución

más personalizada. Para esto es importante tomar en cuenta los siguientes requisitos:

- La información de prueba debe de ser compartida con otros componentes del OSS en el proceso de aprovisionamiento
- El tiempo que deben de ser guardados los resultados
- Acceso a los resultados
- Estrategia del OSS a corto y largo plazo
- Cuales sistemas OSS están ya instalados

Acuerdos a Nivel de Servicio (SLA) con el usuario final y sus expectativas:

Con estos acuerdos las compañías determinarán que grado de funcionalidad se requiere en la administración del bucle, por ejemplo, si se requiere conmutación de líneas. Los sitios que requieren pruebas periódicas de bucle pueden ser satisfechos con una plataforma de acceso a las pruebas de bajo costo. Los grandes clientes quienes están interesados con la aplicabilidad de la DSL para asuntos críticos podrían beneficiarse de una plataforma de administración de bucle que proporcione protección automática de tarjetas de línea.

Para crear una infraestructura sólida se debe establecer y seguir un plan de pruebas como el que se ha descrito en el transcurso de este documento sin

descuidar los objetivos de calidad de servicio que los administradores de red y de pruebas presenta a continuación.

- Minimizar el tiempo de puesta en servicio
- Enfocarse en las pruebas del servicio
- Margen a la velocidad requerida
- Velocidad máxima al margen especificado
- No estimar el desempeño del XDSL, medirlo
- Calidad del servicio
- Enfoque técnico y no académico
- Enfocarse en efectos reales y no en causas de posibles problemas (teóricos)
- Información accesible al departamento comercial

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. En estos tiempos en que las todas las empresas se aprietan el cinturón, para los proveedores de servicios los costos de las pruebas son muy difíciles de justificar, a pesar que desempeñan un papel significativo a la hora de paliar los gastos de soporte de red.
2. Los problemas comunes de planta externa a veces dificultan el acceso de alta velocidad; por ello es que se ha notado mejores rendimientos al separar las redes XDSL con el uso del par trenzado de las mismas.
3. Debe quedar claro que las pruebas se realizan con la red en funcionamiento y también fuera de servicio, los tipos de instrumentos que empleamos pueden incluir cualquier elemento (**CAP 4**), desde los equipos de

pruebas de transmisión a través de los diversos anchos de banda hasta los equipos de prueba de servicios finales, además de los equipos de prueba para la protección y el mantenimiento de la planta externa.

4. Muchos afirman que las pruebas no se pueden valorar, es decir dar cifras específicas en dólares, o cualquier tipo de moneda, pero lo que sí se puede decir es que sin un equipo de prueba preciso los pedidos de servicios, aprovisionamiento y solución de problemas se aplazarían significativamente. Si no se puede localizar rápidamente el problema, aumenta el tiempo de dedicación del técnico. Los técnicos no pueden limitarse a ver los problemas que ocurren en la red, también necesitan de un sistema que les indique la dirección correcta y aumente su eficacia. Por ello si no dispone de un buen equipo de pruebas, no solo saldrán perjudicados los clientes, sino que también aumentarían los costes de dedicación de nuestros técnicos.

5. Sabemos que la calidad de reparación, no solo es la carta de presentación de la empresa sino que al evitar que el técnico tenga que volver, localizar el problema y corregirlo de nuevo, estamos ahorrando costos de repetir el proceso. Por ende es necesario llevar un registro o historial de los problemas presentados en ese sector y analizar las causas o los causantes de los mismos y que tan constantes son o por que?

RECOMENDACIONES

1. Durante la fase inicial de la implantación del servicio DSL la operadora dueña de la red debería utilizar las líneas “más limpias” . Se denomina **redes limpias** en nuestro medio, a aquellas redes instaladas recientemente, pues se asume que no tendrán los problemas comunes de capacidad e interferencia que las antiguas, aunque no hay cien por ciento de garantía.
2. Colocar los circuitos DSL en grupos enlazados (grupos de pares trenzados) separados de los demás servicios por ejemplo de las líneas T1 o E1 amplificadas, evita esos comunes imprevistos de la planta externa que ocasionan interferencia, por lo que es importante realizar un análisis exhaustivo de las mismas, es ahí donde entra en funcionamiento el proceso de medición y preparación de las redes.
3. Por supuesto cuanto mas fácil sea utilizar un equipo de pruebas, mejor. Si un equipo de pruebas es demasiado complicado y difícil de manejar, disminuirá su valor para la empresa.
4. A la hora de escoger el equipo de prueba adecuado es importante discernir que es lo más conveniente, precio o utilidad. Para esto es primordial

ejercer un riguroso control en la compra de equipos de pruebas, es decir cerciorarse de que se dispone de instrumentos capaces de adaptarse a nuevas tecnologías y a proyectos especiales. Por lo demás la idea es ahorrar lo más posible dentro de nuestro presupuesto de gastos a la hora de adquirir nuevos equipos de pruebas.

5. Los ahorros pueden obtenerse de varias formas y todas ellas exigen un uso mínimo de recursos. Una manera de obtener ahorros radica en ofrecer excelente calidad de servicio, es decir reducir la necesidad de mantener la red una vez instalada ésta.

BIBLIOGRAFIA:

1. Telecomunicación Básica de G. Langley, Editorial Paraninfo, Madrid 1993
2. Catálogo de Equipos para prueba SUNRISE TELECOMUNICACIONES
3. <http://www.ai ldc.usb.ve/~figueira/Cursos/redes2/EXPO-em01/ADSL/>
4. <http://www.trendcomms.com/trendweb/test/internationalspanishpages.nsf/nt>
5. <http://dns.uncor.edu/extras/19980819/nstl.htm>
6. http://www.sunrisetelecom.com/espanol/xdsl_nota_tecnica.PDF
7. http://www.sunrisetelecom.com/espanol/presentacion_pruebas_en_xdsl.pdf
8. <http://www.google.com/search?hl=es&q=caracter%EDsticas+f%EDsicas+del+par+de+cobre+para+dsl&lr=>

