

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE SERVICIOS BASADOS EN EQUIPOS CPE CON TECNOLOGIA G.SHDSL

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero Especialista
Por el Ingeniero Ocariz, Edwin

Caracas, febrero de 2006

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE SERVICIOS BASADOS EN EQUIPOS CPE CON TECNOLOGIA G.SHDSL

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Luís Fernández

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero Especialista
Por el Ingeniero Ocariz, Edwin

Caracas, febrero de 2006

© Edwin Oliver Ocariz, 2006

Hecho el Depósito de Ley
Depósito Legal Ift487200662046

Ocariz, Edwin O.

ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE SERVICIOS BASADOS EN EQUIPOS CPE CON TECNOLOGIA G.SHDSL

Tutor Académico: Prof. Luís Fernández. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Año 2006, 169 p.

Palabras Claves: G.SHDSL, plataforma de acceso, calidad de servicio, DSLAM

Resumen. CANTV como empresa líder en el sector de las telecomunicaciones de Venezuela debe mantenerse en la búsqueda de alternativas tecnológicas que le permitan optimizar y ampliar su oferta de servicios. Es por esto que la empresa decide aprovechar su infraestructura de cobre y su plataforma de equipos DSLAM concebida inicialmente para ofrecer el servicio de Internet banda ancha ABA, para brindar nuevas soluciones de acceso de datos y servicios corporativos a clientes de la pequeña y mediana industria utilizando para ello la tecnología G.SHDSL. Esta nueva tecnología es descrita en sus características y componentes funcionales más importantes, uno de los cuales lo constituyen los equipos CPE. En el presente trabajo se emprende la labor de estudiar los distintos equipos CPE ofrecidos a CANTV para la implementación inicial de esta plataforma así como la elaboración y ejecución de un estricto protocolo de pruebas que permite comprobar la adaptación de estos equipos a los servicios actuales y futuros que se puedan ofrecer mediante esta plataforma. En base a los resultados de estas pruebas y de las propuestas económicas y de soporte de los distintos proveedores, se escoge el CPE a instalar en la primera etapa de este proyecto. Finalmente, y en base al CPE seleccionado, se hace un estudio de los distintos servicios a ofrecer sobre esta nueva plataforma, describiendo las configuraciones básicas requeridas para cada uno de estos servicios.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	1
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABLAS	5
INTRODUCCION	7
CAPITULO I EL PROBLEMA	9
Planteamiento del Problema.....	9
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos	12
Alcance	12
Limitaciones.....	13
Justificación	13
CAPITULO II MARCO TEORICO	15
Familia de Tecnologías xDSL.....	15
Características Básicas de la Tecnología G.SHDSL	19
Compatibilidad Espectral de G.SHDSL	21
Negociación de línea o Handshake	23
Funcionalidad de la Tecnología G.SHDSL	24
La Trama G.SHDSL.....	25
Principales Componentes de la Tecnología G.SHDSL	28
Protocolos de Transmisión de Datos	29
Modo de Transferencia Asíncrono (ATM)	29
Conexiones Virtuales.....	30
Parámetros de QoS.....	31
Descriptores del Tráfico.....	31
Categorías de Servicios ATM.....	32
Capas de Adaptación ATM.....	33
Frame Relay	34
Parámetros de Clase de Servicio	35
Interoperabilidad entre ATM y Frame Relay.....	36
CAPITULO III ESTUDIO DE LA RED DE ACCESO DE DATOS DE CANTV	38
Antecedentes y evolución de la red de acceso actual.....	38
Esquema general de la red de acceso	39
Descripción general de los equipos de acceso G.SHDSL.....	41

ALCATEL 7350 ASAM.....	41
ALCATEL 7300 ASAM.....	44
CAPITULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO	48
DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS EVALUADOS.	48
PATTON 3086FR.	48
TELINDUS 1431.	50
MODEMS ADTRAN.....	51
PRUEBAS DE LOS EQUIPOS CPE EVALUADOS.....	53
Listado de pruebas realizadas.....	54
Descripción y resultados de las pruebas.....	55
1- Pruebas de Distancias y Potencias (PCPE-01).	55
2- Prueba de distancias y transferencia de datos (PCPE-02).....	56
3- Prueba de Interconexión en Modo Bridging (PCPE-03)	57
4- Prueba de Interconexión en Modo Routing (PCPE-04).....	58
5- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (PCPE-05).....	59
6- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) (PCPE-06)	60
7- Prueba de Network Interworking CPE-CPE (PCPE-07)	61
8- Prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE (PCPE-08)	62
9- Pruebas Emulación de Circuito Estructurado (PCPE-09).....	63
10- Pruebas Emulación de Circuito No-Estructurado (PCPE-10).....	64
11- Pruebas de Administración (PCPE-11).	64
SELECCIÓN DEL EQUIPO CPE.....	65
DEFINICION DE LOS SERVICIOS A OFRECER.	68
Esquema de conexión básico del CPE G.SHDSL.	68
Servicio Frame Relay.	69
Servicio de Emulación de Circuitos	72
Servicios de Interconexión de Redes LAN.....	76
GESTION DE LOS CPE TELINDUS 1431.	80
CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFIA	85
GLOSARIO	86
ACRÓNIMOS.....	92
ANEXO A	96
ANEXO B.....	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Evolución de los estándares DSL simétricos. [1]	20
Figura 2.2. Compatibilidad espectral de potencia. [1]	22
Figura 2.3. Comparación de las tecnologías DSL simétricas. [1].....	23
Figura 2.4. Bloques funcionales de un MODEM G.SHDSL. [1].....	24
Figura 2.5. Estructura de la trama G.SHDSL. [1].....	25
Figura 2.6. Camino Virtual y Canal Virtual en una conexión ATM.	30
Figura 2.7. Esquema de conexión Network Interworking.[2]	36
Figura 2.8. Esquema de conexión Service Interworking.[2]	37
Figura 3.1. Esquema de la red de acceso de datos de CANTV.....	39
Figura 3.2. Vista frontal del equipo 7350 ASAM.[3]	42
Figura 3.3. Vista frontal del equipo 7300 ASAM.[4]	45
Figura 4.1. Vista frontal y trasera del equipo PATTON 3086.	49
Figura 4.2. Vista frontal y trasera del equipo Telindus 1431.	50
Figura 4.3. Vista frontal y trasera de los equipos Adtran Express 6503 y TA 544R.....	52
Figura 4.4. Montaje para las pruebas de distancias y potencias.....	55
Figura 4.5. Montaje para las pruebas de distancias y transferencia de datos.	56
Figura 4.6. Montaje para las pruebas de interconexión en Modo Bridging.	57
Figura 4.7. Montaje para las pruebas de interconexión en Modo Routing.	58
Figura 4.8. Montaje para las pruebas de Service Interworking con Router FR.....	59
Figura 4.9. Montaje para las pruebas de Service Interworking con Router FR/TDM.	60
Figura 4.10. Montaje para las pruebas de Network Interworking CPE-CPE.	61
Figura 4.11. Montaje para las pruebas de Network Interworking NTU 591-CPE.	62
Figura 4.12. Montaje para las pruebas de Emulación de Circuito Estructurado.....	63
Figura 4.13. Montaje para las pruebas de Administración.	65
Figura 4.14. Esquema general de conexión de los CPE G.SHDSL.....	68
Figura 4.15. Conexión Frame Relay-Frame Relay con Network Interworking.	70
Figura 4.16. Conexión Frame Relay-ATM con Service Interworking.	70
Figura 4.17. Servicio de Emulación de Circuitos para conexión de PABX.....	73
Figura 4.18. Servicio de Emulación de Circuitos para conexión de circuitos TDM.	74
Figura 4.19. Servicio de interconexión de redes LAN.	77
Figura 4.20. Definición de grupos de Bridge en el Telindus 1431[2].....	78
Figura 4.21. Vista general de la interfaz de gestión TMA para el Telindus 1431.	80
Figura A.1. Montaje para pruebas de distancias y potencias del PATTON 3086FR.....	96
Figura A.2. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de información del PATTON 3086FR.....	101
Figura A.3. Montaje para pruebas de interconexión en modo bridging del PATTON 3086FR.....	102
Figura A.4. Montaje para pruebas de interconexión en modo routing del PATTON 3086FR.....	104
Figura A.5. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del PATTON 3086FR.....	105

Figura A.6. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del PATTON 3086FR.	106
Figura A.7. Montaje para pruebas de Network Interworking CPE-CPE del PATTON 3086FR.	107
Figura A.8. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del PATTON 3086FR.....	108
Figura A.9. Montaje para pruebas de administración del PATTON 3086FR.....	109
Figura A.10. Montaje para pruebas de distancias y potencias del Telindus 1431.....	111
Figura A.11. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de datos del Telindus 1431.	116
Figura A.12. Montaje para pruebas de interconexión en modo Bridging del Telindus 1431.	118
Figura A.13. Montaje para pruebas de interconexión en modo Routing del Telindus 1431.	119
Figura A.14. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del Telindus 1431.....	120
Figura A.15. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del Telindus 1431.....	122
Figura A.16. Montaje para pruebas de Network Interworking CPE-CPE del Telindus 1431.	123
Figura A.17. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del Telindus 1431.	124
Figura A.18. Montaje para pruebas de Emulación de Circuito Estructurado del Telindus 1431.	126
Figura A.19. Montaje para pruebas de Emulación de Circuito No-Estructurado del Telindus 1431.....	127
Figura A.20. Montaje para pruebas de administracion del Telindus 1431.	128
Figura A.21. Montaje para pruebas de distancias y potencias del Express 6503.	130
Figura A.22. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de datos del Express 6503.	133
Figura A.23. Montaje para pruebas de interconexión en modo Bridging del TA 544R.....	135
Figura A.24. Montaje para pruebas de interconexión en modo Routing del TA 544R.	136
Figura A.25. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del Express 6503 y el TA 544R.	137
Figura A.26. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del TA 544R y Express 6503.....	138
Figura A.27. Montaje para pruebas de Network Interworking CPE-CPE del Express 6503.....	139
Figura A.28. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del Express 6503.	141
Figura A.29. Montaje para pruebas de administracion del Express 6503 y el TA 544R.	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1. Listado del Protocolo de Pruebas de los MODEM G.SHDSL	54
Tabla 4.2. Matriz de comparación de las características de los CPE evaluados.	66
Tabla A.1. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 3086 (Valores recopilados desde el DSLAM).	97
Tabla A.2. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el CPE 3086).	98
Tabla A.3. Alcance y potencia del 7350 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el DSLAM).	99
Tabla A.4. Alcance y potencia del 7350 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el CPE 3086).	100
Tabla A.5. Distancia y transferencia de datos del PATTON 3086FR colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.....	101
Tabla A.6. Distancia y transferencia de datos del PATTON 3086FR colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.....	102
Tabla A.7. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el PATTON 3086FR.	103
Tabla A.8. Resultados de la prueba de interconexión en modo routing con el PATTON 3086FR.	104
Tabla A.9. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el PATTON 3086FR.....	106
Tabla A.10. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el PATTON 3086FR.	107
Tabla A.11. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el PATTON 3086FR.....	108
Tabla A.12. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el PATTON 3086FR.	109
Tabla A.13. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el DSLAM).	112
Tabla A.14. Alcance y Potencia del 7300 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el CPE 1431).	113
Tabla A.15. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el DSLAM).	114
Tabla A.16. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el CPE 1431).	115
Tabla A.17. Distancia y transferencia de datos del Telindus 1431 colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.....	116
Tabla A.18. Distancia y transferencia de datos del Telindus 1431 colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.....	117
Tabla A.19. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el Telindus 1431.	118
Tabla A.20. Resultados de la prueba de interconexión en modo Routing con el Telindus 1431.	119
Tabla A.21. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el Telindus 1431.	121
Tabla A.22. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el Telindus 1431.	122
Tabla A.23. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el Telindus 1431.	123
Tabla A.24. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el Telindus 1431.....	125
Tabla A.25. Resultados de la prueba de Emulación de Circuito Estructurado con el Telindus 1431.	126
Tabla A.26. Resultados de la prueba de Emulación de Circuito No-Estructurado con el Telindus 1431.	127
Tabla A.27. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE Express 6503 (Valores recopilados desde el DSLAM).	131
Tabla A.28. Alcance y Potencia del 7300 ASAM y el CPE Express 6503 (Valores recopilados desde el CPE). .	132

Tabla A.29. Distancia y Transferencia de Datos del Express 6503 colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.....	134
Tabla A.30. Distancia y Transferencia de Datos del Express 6503 colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.....	134
Tabla A.31. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el TA 544R.	135
Tabla A.32. Resultados de la prueba de interconexión en modo Routing con el TA 544R.....	136
Tabla A.33. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el Express 6503 y el TA 544R.	137
Tabla A.34. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el Express 6503.....	139
Tabla A.35. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el TA 544R.	139
Tabla A.36. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el Express 6503.	140
Tabla A.37. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el Express 6503.	141

INTRODUCCION

G.SHDSL es la tecnología DSL más reciente que existe para ofrecer servicios de voz, datos y video a los clientes corporativos de las grandes, medianas y pequeñas empresas. Esta tecnología combina los principales beneficios tanto de los estándares ANSI como ETSI y aporta la interoperabilidad, la compatibilidad espectral y el alcance necesarios para satisfacer las demandas actuales en el área de telecomunicaciones.

Mediante el aprovechamiento de la red de acceso de CANTV, en conjunto con los nuevos equipos CPE con tecnología G.SHDSL, se puede conformar una plataforma de telecomunicaciones que permita satisfacer las necesidades actuales y futuras de los clientes, procurando para ello que estos equipos cumplan con todas las especificaciones técnicas y comerciales que satisfagan eficientemente estos requerimientos.

Para poder implementar el uso de los nuevos CPE G.SHDSL se requiere por parte de CANTV de un amplio conocimiento de sus características y funcionalidades, por lo que se hace necesario realizar un estudio de estos equipos que abarque estos aspectos, así como la gestión y la interoperatividad entre ellos.

A partir de este estudio se persigue además establecer los requerimientos para las configuraciones tanto de los CPE como de los nodos de acceso en base a las aplicaciones y niveles de servicios que son exigidos por el cliente, llegando así al planteamiento de escenarios típicos de conexión según el tipo de aplicación o servicio.

A manera de familiarizar al lector con el tema aquí expuesto, en el primer capítulo se realiza de manera clara y precisa el planteamiento del problema; además se enuncian la justificación, los objetivos (generales y específicos), el alcance y las limitaciones de este trabajo.

En el capítulo dos se presenta un breve marco teórico. En este capítulo se describen en general las tecnologías xDSL, y en particular las características y fundamentos básicos de G.SHDSL. También se da una breve descripción de las tecnologías ATM y Frame Relay. Principalmente se mencionan los términos y características que deben considerarse para el manejo de los capítulos posteriores.

Posteriormente, en el tercer capítulo se realiza una descripción de la red de acceso de datos de CANTV, haciendo énfasis en los equipos que proveen el acceso G.SHDSL; los 7350 y los 7300 de Alcatel.

En el cuarto capítulo se desarrollan los estudios y actividades realizadas para la conformación de la nueva plataforma de equipos CPE G.SHDSL. Se describen detalladamente las características de los tres equipos CPE evaluados, así como cada una de las pruebas ejecutadas en las maquetas elaboradas en CANTV para tal fin, lo que finalmente permitió realizar la escogencia del CPE a instalar para la implantación del proyecto. También se hace la definición de los servicios a ofrecer sobre esta nueva plataforma así como las especificaciones y configuración de estos servicios tanto en el CPE como en el resto de la red de acceso de CANTV.

Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas como resultado del proyecto presentado.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En la actualidad CANTV posee una amplia red de datos con cobertura nacional destinada a satisfacer las necesidades del mercado empresarial, en donde se incluyen pequeñas, medianas y grandes empresas. Esta red de datos brinda una variedad de servicios que comprenden entre otros: líneas dedicadas a través de tecnología TDM, circuitos de acceso Frame Relay, acceso a Internet, tanto por discado (Dial-up), como a través de tecnologías de Banda Ancha como ADSL, circuitos VPN (Virtual Private Network), enlaces de CPA (Centrales Privadas Automáticas) empleando tecnología HDSL y circuitos de acceso de baja velocidad (X.25), esta última en proceso de sustitución.

Esta red de datos está compuesta por múltiples plataformas diferenciadas según su función dentro de la red. Básicamente podemos distinguir tres plataformas: Acceso, Backbone IP y Backbone ATM.

La plataforma de acceso esta conformada por equipamiento con tecnología DSL, Frame Relay y TDM que le permite al cliente acceder a la red de datos. Esta plataforma se sostiene sobre una planta física de cobre en su gran mayoría, aunque también se cuenta con una importante infraestructura de enlaces de radio.

El Backbone IP esta conformado por routers de grandes prestaciones cuya principal función es hacer labores de enrutamiento de todo el trafico IP de la red.

Finalmente el Backbone ATM esta compuesto por conmutadores ATM Carrier Class sobre los cuales recae toda la responsabilidad de transporte de datos.

Dentro de la red de acceso, hasta hace pocos años se contaba exclusivamente con el tradicional acceso dedicado o TDM, el cual ha estado constituido básicamente por enlaces de radio digitales y por las soluciones basadas en cobre donde se destacan los E1 HDSL y el más difundido 2B1Q para servicios hasta 128 Kbps. Posteriormente se fueron agregando otros equipamientos que permiten un acceso a más altas velocidades llegando hasta los 1024 Kbps por un par de cobre usando HDSL. Esta heterogeneidad de equipos y tipos de modulación en los accesos trae como consecuencia altos costos operativos para una empresa como CANTV, reflejados en un manejo de inventarios poco eficiente dada la diversidad de tecnologías, así como en la gestión y mantenimiento de estos equipos. Por el lado del cliente, este sufre también de un incremento en sus costos de capital, ya que normalmente debe invertir en un equipo de acceso o CPE al que debe agregar un router que le permita concentrar sus servicios hacia el acceso TDM o Frame Relay tradicional.

Como una alternativa a esta situación, en la actualidad se están difundiendo ampliamente las tecnologías basadas en DSL (*Digital Subscriber Line* - Línea de Suscriptor Digital). Dentro de estas tecnologías, se está explotando el acceso ADSL para servicio básicamente de Internet y el acceso G.SHDSL para servicio Frame Relay, CPA y Emulación de Circuitos TDM. Básicamente con estas tecnologías se trata de aprovechar al máximo la planta externa de cobre de la cual se dispone. En este sentido, la operadora de servicio de telecomunicaciones CANTV, a partir del año 2000, desarrolla e implanta una red de Acceso de Banda Ancha (ABA) mediante tecnología ADSL, por lo cual se le llama comúnmente Red ADSL o Red ABA.

Esta red de acceso tiene como elemento concentrador del lado de la red a los DSLAM (DSL Access Multiplexer). Estos equipos disponen de la capacidad de manejar tanto las interfaces de puertos ADSL para el servicio de Internet de banda ancha, como interfaces de puertos G.SHDSL para servicios de datos empresariales

De esta manera, se abre la posibilidad de poder aprovechar la tremenda expansión que ha ocurrido en esta plataforma concebida originalmente para los clientes residenciales del servicio ABA para brindar también servicios corporativos con niveles de calidad similares a las soluciones tradicionales, permitiendo concentrar en una sola plataforma todos estos servicios, lo cual redundará en una reducción importante en los costos operativos.

La interfaz G.SHDSL, también conocida como G.991.2, es un estándar internacional para DSL simétrico desarrollado por la ITU. G.SHDSL brinda datos a velocidades entre 192 kbps y 2.3 Mbps a través de un solo par de cables. La G.SHDSL fue desarrollada para incorporar la mayoría de las características de otras tecnologías DSL como SDSL y ADSL, por lo cual usa un espectro de potencia que le permite coexistir con el ADSL en el mismo manojó de cables. Esta tecnología es capaz de transportar servicios T1, E1, ISDN, ATM e IP. Los equipos de acceso con la interfaz G.SHDSL permiten más interoperabilidad entre los vendedores de equipos CPE finales, mejor resistencia al ruido y permite lograr 30% más distancias que con el SDSL 2B1Q.

Básicamente se plantea estudiar las opciones de servicio a ofrecer mediante interfaces G.SHDSL a través de la nueva plataforma de acceso DSLAM que ha adquirido CANTV con la cual se está creciendo en gran medida en base a servicios de banda ancha ADSL.

Objetivo General

Realizar un análisis técnico de la tecnología G.SHDSL y de las alternativas de servicios a ofrecer sobre una red de acceso basada en esta tecnología, así como el estudio y selección de los equipos a utilizar para implementar esta red.

Objetivos Específicos

- Descripción de la situación actual de la Red de Acceso mediante equipos 7300/7350. Arquitectura. Topología. Elementos de red que la componen. Servicios que se prestan actualmente.
- Análisis detallado de las características técnicas de la tecnología G.SHDSL.
- Estudio de los equipos CPE para G.SHDSL ofrecidos por los principales proveedores de CANTV.
- Elaboración de un protocolo de pruebas para la validación de las funcionalidades y servicios de los módem G.SHDSL de los principales proveedores de CANTV, y su compatibilidad con los equipos de la red Alcatel 7300 y 7350.
- Selección, a partir de los resultados de los protocolos de pruebas, y de las propuestas comerciales y de servicios de los proveedores, del CPE a utilizar en la primera etapa de implementación del proyecto.
- Estudio y descripción de los opciones y modelos de servicios que se pueden implementar bajo la nueva red de acceso.

Alcance

Este proyecto se propone el estudio de las opciones de servicio a prestar a través de la plataforma de acceso DSLAM de CANTV mediante interfaces G.SHDSL. Así mismo, determinar las capacidades de los nuevos equipos CPE a introducir en la red de CANTV e identificar cuáles son las condiciones necesarias en la plataforma de acceso para soportar estos nuevos servicios.

Limitaciones

Una de las principales limitaciones técnicas la constituyen los recursos físicos de la red; y específicamente, la capacidad de los enlaces de acceso. Estos deben soportar la cantidad de puertos físicos, así como también las facilidades y prestaciones que deben garantizarse para cada uno de los nuevos servicios. Por tal motivo, se debe identificar cuál será la capacidad que se adapte a estos requerimientos.

Los resultados obtenidos del estudio de crecimiento de la tendencia, puede orientarnos a que no todas las zonas o regiones potenciales serán aptas para implementar en su totalidad los nuevos productos.

Una variable que es recomendable tomar en cuenta, porque puede afectar el cumplimiento de los objetivos planteados, es la posibilidad de que en el mercado ingresen otros productos de nueva generación que afecten la demanda de CANTV, así como también el tráfico de la red

Justificación

La propuesta es realizar un análisis de las alternativas de servicios que se pueden ofrecer actualmente con la tecnología de equipos CPE basados en G.SHDSL y como garantizar un eficiente uso de los recursos de la red para asegurar un funcionamiento aceptable de estos servicios fundamentándose no solo en el ancho de banda ofrecido, sino en la adecuación de los parámetros y categorías de servicio que la red puede ofrecer.

La determinación de la capacidad de la infraestructura para soportar la demanda de los nuevos servicios, permitirá una planificación de los recursos adecuada para poder sustentar una gama de productos acorde con los nuevos avances tecnológicos, prestando una optima calidad de servicio, cumpliendo los

tiempos estimados de respuesta y generando de esta manera un alto nivel de competitividad en el mercado. Todo esto aunado a las ventajas de consolidar una plataforma de acceso uniforme, centrada en la tecnología G.SHDSL, redundaran en una reducción de costos tanto al proveedor de servicios como al cliente final.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Familia de Tecnologías xDSL

Bajo las siglas xDSL (*x-type Digital Subscriber Line – Línea de Abonado Digital tipo x*), se engloba a un conjunto de tecnologías que, utilizando códigos de línea adecuados, permiten transmitir tasas de datos de alta velocidad sobre el par de cobre telefónico. La familia xDSL es entonces un conjunto de soluciones basadas en el cobre.

La "x" en xDSL define diversas categorías dentro de las tecnologías de línea de acceso digital, como por ejemplo: IDSL, HDSL, SDSL, ADSL, ADSL-Lite, R-ADSL, VDSL, SHDSL y G.SHDSL. Entre ellas se diferencian en cuanto a las características de distancia máxima entre la central local y el terminal del usuario, la velocidad máxima, la simetría entre el tráfico saliente y entrante, entre otras.

En sus inicios estas tecnologías fueron creadas para fomentar la digitalización de la red de acceso hacia los usuarios residenciales; y así poder ofrecerles servicios de mayor ancho de banda con un costo cada vez menor a medida que disminuyeran los costos de fabricación de los equipos electrónicos necesarios.

La idea de xDSL comenzó a la par de la RDSI, de hecho puede decirse que la RDSI fue el primer servicio DSL. Muchas de las características avanzadas de las tecnologías xDSL fueron desarrolladas gracias a la experiencia acumulada con los métodos de RDSI sobre DSL.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) fue desarrollada a principios de los 80 con el objetivo de usar los pares de cobre del servicio telefónico existentes para transmitir dos canales de 64 Kbps (canales B), que pueden ser utilizados para voz y datos usando conmutación de circuito, más un canal de 16 Kbps (canal D)

para la transmisión de señalización o datos, usando conmutación de paquetes. El total de carga útil por lo tanto es de 144 Kbps, al mismo se le añade una tasa de 16 Kbps para funciones de mantenimiento, resultando en una velocidad de bits total de 160 Kbps.

Algunas de las tecnologías xDSL son denominadas en ocasiones *dúplex*, queriendo decir que la velocidad de transmisión es igual en ambas direcciones, lo que contrasta con el sentido original para el que se usa esa palabra; es decir, transmisión en ambas direcciones. Entonces cuando se aplica a xDSL quiere decir ambas direcciones a la misma velocidad, siendo un término opuesto a *asimétrico*, que significa diferentes velocidades en cada dirección. A pesar de este uso del término *dúplex*, es más común describir las velocidades de xDSL como simplemente *simétricas* (la misma velocidad en ambas direcciones) o *asimétricas* (diferentes velocidades en cada dirección).

La mayoría de los servicios residenciales de banda ancha son asimétricos, como el acceso a Internet, el Video Bajo Demanda o la Televigilancia, donde la cantidad de tráfico enviado en un sentido es mucho mayor a la cantidad de tráfico enviado hacia el otro sentido. El ejemplo más claro es el de Internet, donde la cantidad de datos enviados en sentido ascendente, desde el usuario hacia la red (*UpStream*), es mucho menor que el tráfico enviado en sentido descendente (*DownStream*) desde un servidor Web en la red hacia el usuario.

Las versiones más novedosas de xDSL son asimétricas, tales como en los casos de ADSL, RADSL y VDSL. A continuación se describen cada una de las tecnologías xDSL.

HDSL (*High Bit Rate Digital Subscriber Line*): Esta tecnología fue creada a finales de la década de los 80. Opera a 1,544 Mbps (la velocidad de un T1) en Norteamérica, y a 2,048 Mbps (la velocidad de un E1) en prácticamente todo el resto del mundo. Ambas velocidades son simétricas (la misma velocidad en ambas

direcciones). El HDSL original a 1,544 Mbps utiliza 2 pares de cobre y se extiende hasta 4,5 kilómetros empleando 784 Kbps en cada par de cobre. El HDSL a 2,048 Mbps necesitaba 3 pares para la misma distancia. Posteriormente se desarrolló una velocidad de 1.168 Kbps sobre cada par lo que permitió transportar un E1 sobre 2 pares, con el inconveniente de reducir el alcance de la línea. HDSL utiliza la codificación de línea 2B1Q.

La segunda generación de HDSL, conocida como HDSL2, emplea sólo un par de hilos para proveer 1,5 Mbps de manera simétrica. HDSL2 utiliza el código de línea TC-PAM (*Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation* - Modulación de Impulsos en Amplitud con Codificación Trellis)

SDSL (*Symmetric < o Single Pair> Digital Subscriber Line*): Es la versión propietaria (no estandarizada) de HDSL para transmisión sobre un único par de cobre. Soporta la transmisión de tramas T1, E1 y de velocidades comprendidas entre los 128 Kbps y los 2,32 Mbps con un alcance de alrededor de los 3 kilómetros. SDSL utiliza código de línea 2B1Q al igual que HDSL.

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*): Es una tecnología para módems que convierte el par de cobre que va desde la central telefónica hasta el usuario residencial en un medio para la transmisión de aplicaciones multimedia, transformando una red creada para transmitir voz en una 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 los mismos. ADSL aprovecha la naturaleza asimétrica de muchos servicios de banda ancha y a la vez amplía la distancia a la que se puede operar hasta los 5,5 kilómetros. ADSL opera a velocidades comprendidas entre 1,5 Mbps y 8 Mbps en sentido *downstream* y 16 Kbps y 640 Kbps en sentido *upstream* (hoy en día se puede llegar incluso a 1 Mbps en *upstream*).

RADSL (*Rate Adaptive Digital Subscriber Line*): La tecnología RADSL tiene la característica de poder adaptarse a las condiciones de la línea en un momento cualquiera, adecuando la velocidad de transmisión y optimizando el rendimiento de la conexión para cada usuario por separado. Esta capacidad de adaptar el desempeño de la conexión a las condiciones de la línea se basa en el uso de DMT como técnica de modulación. RADSL no difiere de ADSL en términos de velocidades y distancias, mas aun, la mayoría de los equipos ADSL actuales se manufacturan con velocidad adaptable, por lo que tiene poco sentido distinguir entre ADSL y RADSL, aunque se sigue haciendo por razones históricas y educativas.

CDSL (*Customer Digital Subscriber Line o G.Lite*): La tecnología CDSL (G.Lite, G.992.2) es una variación de xDSL que fue presentada en 1997 por Rockwell Semiconductor System y solucionaba la limitación de la instalación y mantenimiento por parte del proveedor de servicio del equipo filtro en la localidad del usuario lo que ahorra costos de cableado e instalación. La única diferencia significativa entre ADSL, RADSL y CDSL, además de la ausencia del filtro remoto y los problemas de cableado, es que CDSL alcanza una menor velocidad (hasta 2 Mbps en DownStream frente a los 8 Mbps de ADSL). Hoy en día resulta común llamar a éstas tres tecnologías por un solo nombre: ADSL. En sustitución del filtro remoto propiedad del proveedor de servicio, se le entregan al cliente unos mini filtros fáciles de instalar dentro del cableado interno residencial lo que hace innecesario enviar técnicos para la puesta en marcha del servicio.

ISDL (*ISDN Digital Subscriber Line*): Esta técnica toma el acceso básico (BRI) de la RDSI, compuesto por los canales 2B+D y que opera a 144 Kbps (dos canales B a 64 Kbps cada uno y un canal D a 16 Kbps), y lo desvía del conmutador de voz de la central telefónica para dirigirlo a los equipos xDSL. ISDL también funciona sobre un par de hilos y alcanza 5,5 kilómetros.

SHDSL/G.SHDSL (*Symmetric High-Speed Digital Subscriber Line*): Es un estándar internacional (ITU-T G.991.2) diseñado para transportar datos con una

velocidad de línea adaptable y simétrica sobre uno o dos pares de cobre. G.SHDSL es una tecnología que puede manejar todas las aplicaciones que hasta ahora han sido cubiertas por SDSL, HDSL/HDSL2, T1, E1 e incluso servicios más allá del E1. G.SHDSL es una tecnología que provee multiplicidad de velocidades, de servicios, de alcance mejorado y con la posibilidad usar repetidores de línea.

VDSL (*Very High Speed Digital Subscriber Line*): Es una tecnología considerada normalmente como asimétrica (aunque tiene una variante simétrica) que permite velocidades más altas que ninguna otra técnica xDSL pero sobre distancias muy cortas. Alcanza velocidades entre 13 Mbps y 52 Mbps en sentido descendente y entre 1,5 y 6,0 Mbps en sentido ascendente sobre distancias que van desde los 300 metros hasta los 1500 metros respectivamente. Admite terminaciones pasivas de red y permite conectar más de un módem a la misma línea en casa del abonado, siendo una alternativa válida para el despliegue de las redes híbridas fibra-coaxial (HFC). Soporta todas las aplicaciones para las que fueron diseñadas ADSL y RADSL, así como servicios de televisión digital de alta definición (HDTV).

Características Básicas de la Tecnología G.SHDSL

SHDSL es la primera tecnología xDSL desarrollada desde un principio como un estándar internacional. Fue aprobada en Febrero del 2001 por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) como la recomendación G.991.2, también conocida como G.SHDSL. Este nuevo estándar fue desarrollado para reemplazar o mejorar a muchas de las tecnologías xDSL y otros métodos de transporte existentes hasta ese momento tales como HDSL, HDSL2, SDSL, ISDN, T1, E1, e IDSL. Hasta ese momento, los fabricantes de equipos xDSL estaban obligados desarrollar diferentes tipos de tarjetas de línea y sus correspondientes CPE para poder soportar los servicios ofrecidos por las tecnologías previamente mencionadas. G.SHDSL permite entonces a los fabricantes desarrollar tarjetas de línea y CPE alrededor de un estándar único.

G.SHDSL ha sido estandarizado por tres organismos internacionales: ANSI (T1E1.4/2001-174) en Norteamérica, ETSI (TS 101524) en Europa y el ITU-T (G.991.2) a nivel mundial. G.SHDSL es un estándar Internacional, de tal manera que las estandarizaciones regionales específicas a Europa y Norteamérica se refieren más que todo a anexos que especifican condiciones especiales de los lazos y servicios opcionales específicos de una determinada región. Sin embargo, la mayoría de los equipos soportan todos los requerimientos internacionales.

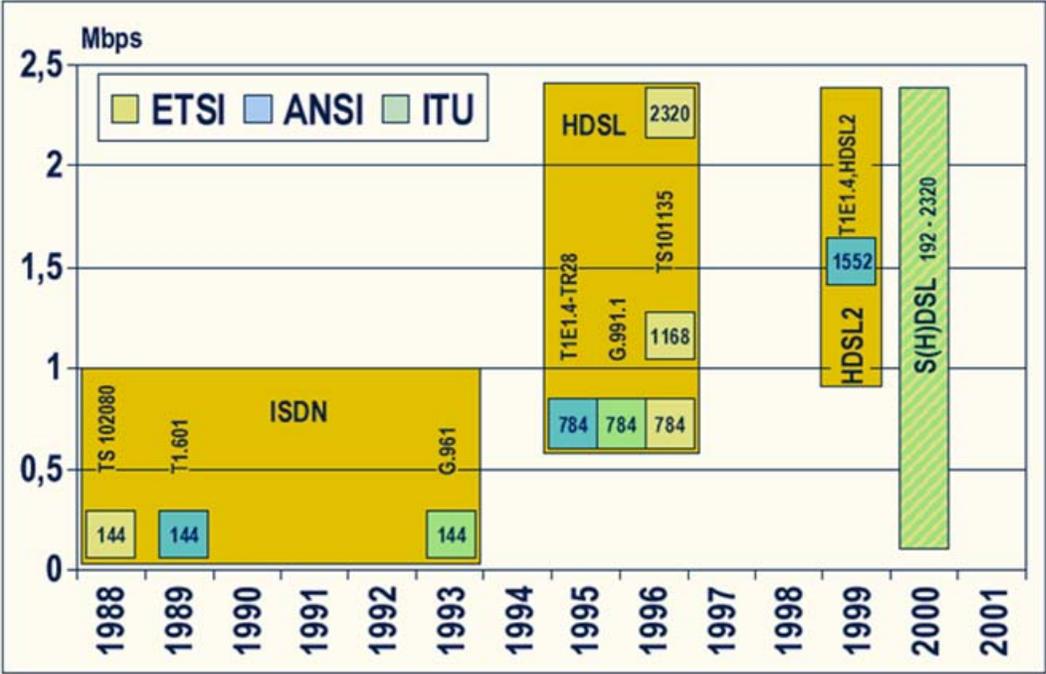


Figura 2.1. Evolución de los estándares DSL simétricos. [1]

G.SHDSL trabaja principalmente con 2 hilos de cobre, pero tiene también la posibilidad de trabajar a 4 hilos. De esta manera, puede operar a velocidades de bit que van desde los 192 Kbps hasta los 2,312 Mbps (cuando se usan 2 hilos) y desde 384 Kbps hasta 4,624 Mbps (cuando se usan 4 hilos). Con el uso de 4 hilos (2 pares) la carga de datos es balanceada equitativamente entre ambos pares, lo cual es transparente para las aplicaciones, las cuales ven un solo canal de datos.

En cuanto al alcance de esta tecnología, G.SHDSL establece hasta 3 Km a 2,312 Mbps y hasta 6 Km a 192 Kbps para un solo par de cobre (calibre AWG26).

Si se usaran 4 hilos de cobre, el alcance para una velocidad de 2,312 Mbps estaría por encima de los 5 Km. Adicionalmente, todas estas longitudes de cable pueden ser extendidas grandemente mediante el uso de repetidores, tanto para uno como para dos pares. El estándar permite hasta 8 repetidores por par.

En vista de que es un estándar que trata de obtener el máximo de alcance en la línea de abonado, G.SHDSL hace uso de la transmisión en “banda base” en el espectro de potencia de la línea. Por esta razón, G.SHDSL no está diseñado para soportar el uso de filtros analógicos que permitan su coexistencia con el servicio telefónico tradicional o la ISDN. Sin embargo, es posible transportar el servicio telefónico por medio de *Voz sobre DSL (VoDSL-Voice over DSL)*.

G.SHDSL es un estándar de capa física que tiene la versatilidad de poder transportar TDM, ATM, Frame Relay, Ethernet e IP entre otros protocolos de red. Por otro lado, debido a su naturaleza simétrica, G.SHDSL es un estándar ideal para una gran variedad de servicios de voz y video, así como para aplicaciones empresariales como interconexión LAN-LAN, conexiones VPN, Emulación de Circuitos, etc.

Compatibilidad Espectral de G.SHDSL

La compatibilidad espectral entre dos sistemas de transmisión DSL se define como el efecto de interferencia co-canal o *crosstalk* que un sistema tiene sobre el otro cuando están ambos viajando por cables agrupados en un mismo troncal.

G.SHDSL está diseñado para ser compatible espectralmente con otras tecnologías DSL. Esto significa que G.SHDSL puede ser usado en troncales de pares de cobre que a su vez transporten señales DSL de otros servicios (como puede ser ADSL) ya que se garantiza una mínima interferencia entre estos.

G.SHDSL usa la codificación de línea TC PAM (*Trellis Coded Pulse Amplitude*

Modulation o Modulación de Impulsos en Amplitud con Codificación Trellis). Este código provee de 16 niveles de codificación en vez de los 4 niveles que posee 2B1Q de HDSL. Por otro lado, el uso del código Trellis, la decodificación Viterbi y la Precodificación Tomlinson mejora la relación Señal a Ruido (SNR) de la señal y por lo tanto su fortaleza frente a fuentes de interferencia.

La siguiente figura ilustra la compatibilidad espectral de G.SHDSL frente a SDSL-2B1Q.

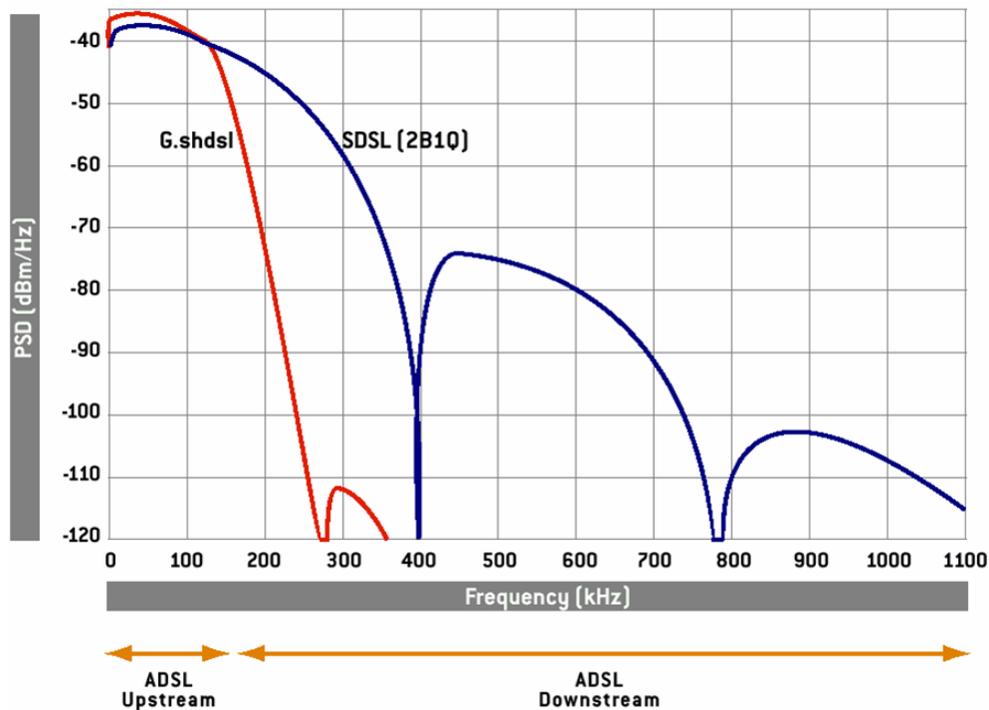


Figura 2.2. Compatibilidad espectral de potencia. [1]

La figura muestra la densidad espectral de potencia asociada con G.SHDSL y con SDSL-2B1Q a una velocidad de bits de 768 Kbps y su relación con el espectro de potencia usado por ADSL. Como se observa, en la banda usada para *upstream* en ADSL, hay muy poca diferencia entre SDSL y G.SHDSL en cuanto a sus efectos de interferencia con ADSL. Sin embargo, la banda de *downstream* de ADSL, si es seriamente afectada por el SDSL, mientras que es mínimo el efecto de la G.SHDSL.

Negociación de línea o Handshake

Otra de las ventajas de G.SHDSL sobre otras versiones simétricas de DSL es el uso del estándar de señalización de línea G.994.1 (*Handshake Procedures for DSL Transceivers*), el cual se conoce abreviadamente como G.hs. G.hs define las señales, mensajes y procedimientos necesarios para la negociación entre los equipos G.SHDSL. El uso de esta señalización ocurre luego de que el equipo CPE G.SHDSL ha pasado por su proceso de encendido e inicialización y ha entrado en la etapa de negociación de línea para el intercambio de señales. G.hs es usado entonces para habilitar la adaptación de tasa de bits en la línea y ajustar esta tasa para que pueda ser soportada por el par de cobre de acuerdo a la calidad que este tenga.

A continuación se muestra un cuadro de las principales tecnologías xDSL simétricas donde se resumen los principales aspectos comparativos de las mismas.

Comparison of Symmetrical Data Technologies				
	HDSL	SDSL	HDSL2	SHDSL
Data Rate	T1	192kbps - 2.3Mbps	T1	192kbps - 2.312Mbps or 384kbps - 4.624Mbps
Pairs	2	1	1	1 or 2
Line Code	2B1Q	2B1Q	TC PAM	TC PAM
EOC	13-bit Triple Echo	Proprietary	24-bit HDLC-type	20-bit HDLC-type
Pre-activation	None	Proprietary	Standard Based	G.994.1 (g.handshake)
Rate Adaption	No	Yes	No	Yes
Power Back-off	No	No	Yes	Yes
Repeaters	Yes	No	Yes	Yes
Timing	Plesiochronous	Synchronous	Plesiochronous	Both
Span Power	Yes	Yes	Yes	Yes

Figura 2.3. Comparación de las tecnologías DSL simétricas. [1]

Como se observa, las diferencias son principalmente en el tipo de modulación de línea que se usa y en la capacidad de soportar tasa de bits adaptable o no. Un aspecto interesante es el *Power Back-off*, el cual representa la posibilidad de

reducción de la potencia de salida en los transmisores de los equipos de línea como un medio adicional para reducir la interferencia de canal o *crosstalk*.

Funcionalidad de la Tecnología G.SHDSL

Básicamente, todos los módems G.SHDSL comprenden las funcionalidades descritas en el diagrama de bloques que se presenta a continuación

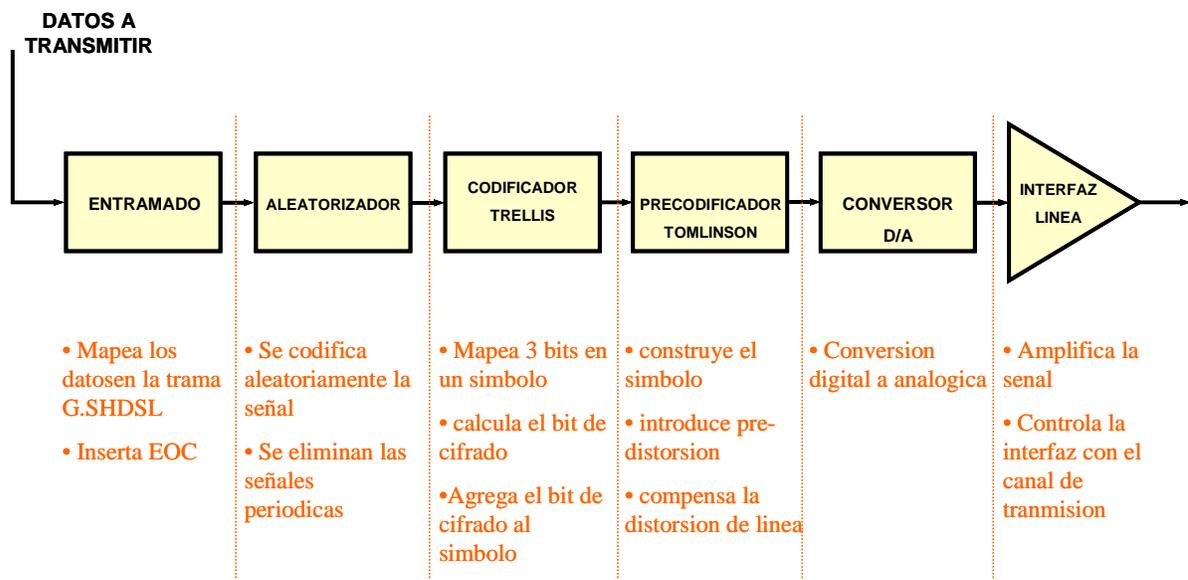


Figura 2.4. Bloques funcionales de un MODEM G.SHDSL. [1]

Los datos de usuario son mapeados dentro de la trama G.SHDSL después de lo cual la trama es modulada usando TC-PAM 4. TC-PAM 4 codifica cada símbolo con 4 bits, lo que quiere decir que existen 16 niveles diferentes en el código. De esta trama G.SHDSL, se toman inicialmente 3 bits para colocarlos directamente en el símbolo. El cuarto bit es usado por el Codificador Trellis para generar un bit de cifrado que posteriormente es agregado al símbolo (*Trellis overhead*). De esta manera, el codificador Trellis agrega un bit de cifrado cada 3 bits en la trama G.SHDSL para luego tomar los 4 bits resultantes para crear el símbolo que finalmente será enviado a la línea.

La Trama G.SHDSL

La estructura de la trama G.SHDSL se detalla en la siguiente figura.

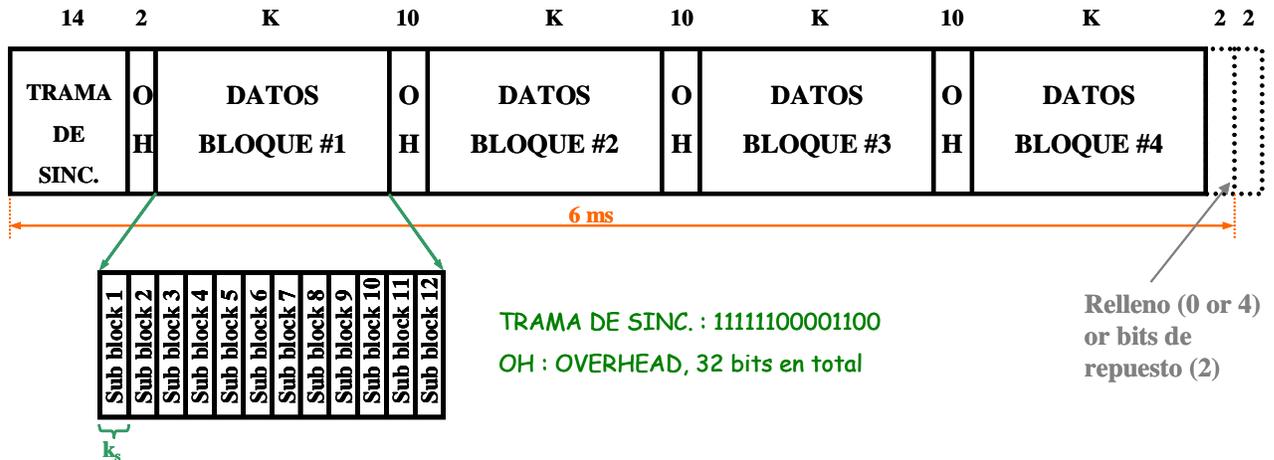


Figura 2.5. Estructura de la trama G.SHDSL. [1]

Dentro de la trama G.SHDSL podemos apreciar que ésta comienza con una secuencia de sincronismo de 14 bits usada para sincronizar la trama. Esta es una secuencia preestablecida de bits tal como se muestra en la figura 2.5.

Los bloques de datos son 4 y tienen un tamaño K . El tamaño de cada bloque de datos depende de la tasa de datos solicitada por el usuario así como por los parámetros n e i . La relación es la siguiente:

$$K = 12 [i + (n \times 8)] \text{ bits}$$

La tasa de datos de usuario es determinada mediante la formula:

$$R = n \times 64\text{kbps} + i \times 8\text{kbps} \quad [192\text{kbps a } 2,312\text{Mbps}]$$

En ambos casos $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$

Cuando $n=36$ el valor de i esta limitado a dos valores: 0 ó 1. En las implementaciones actuales para transportar celdas ATM el valor de i esta limitado a ser 0, por lo que la tasa de datos esta restringida a ser un múltiplo de 64 Kbps.

La transmisión de los últimos 4 bits de relleno o de repuesto es determinada por el modo de transmisión, siendo posible transmitir 4, 2 o ningún bit. En el modo de transmisión síncrono no se utilizan bits de relleno, solo se transmiten 2 bits los cuales corresponden a bits de repuesto o *spare bits*, lo que hace que la trama G.SHDSL tenga una duración exacta de 6 ms (ver figura).

El modo de transmisión Plesiocrono usa un esquema de sincronismo en el cual la trama G.SHDSL se sincroniza con el reloj de transmisión de entrada, pero el sincronismo para la generación de los símbolos se toma de otra fuente de reloj independiente. En este modo de transmisión existen dos opciones para los bits de relleno:

1. No se transmiten bits de relleno, por lo que la duración de la trama será: $\text{Trama} = 6\text{ms} - (2 \times 6 / \# \text{de bits en la trama sincrona}) \text{ms}$, es decir, 6 ms menos el tiempo que corresponde a dos bits en una trama sincrona de 6 ms.
2. Se transmiten 4 bits de relleno, por lo que la duración de la trama es: $\text{Trama} = 6\text{ms} + (2 \times 6 / \# \text{ bits en la trama sincrona}) \text{ms}$, es decir, 6 ms mas el tiempo que corresponde a dos bits en una trama de 6 ms.

El modo de transmisión Síncrono usa un esquema de sincronismo en el cual la trama G.SHDSL y el generador de símbolos se sincronizan con el reloj de transmisión de entrada (STU-C en el lado de la central o fuente de sincronismo de la red). Este modo de transmisión es el más comúnmente usado.

Los bits de *overhead* son 32 en total, los cuales se distribuyen funcionalmente de la siguiente manera:

- EOC (*Embedded Operations Channel* – Canal de Operaciones Incluido): Son 20 bits que transportan mensajes de mantenimiento sobre el protocolo HDLC
- CRC-6 (*Cyclic Redundancy Check* – Chequeo de Redundancia Ciclica): Son 6 bits de CRC transmitidos en la trama G.SHDSL
- IB (*Indicator Bits* – Bits Indicadores): Son 4 bits usados para reportar perdidas de señal, segmentos dañados, perdidas de energía y perdidas de sincronismo.
- Indicador de Relleno: Son 2 bits que se usan únicamente en el modo Plesiocrono. Indican la presencia de bits de relleno al final de la trama G.SHDSL. En el caso de trabajar en el modo síncrono, se colocan los llamados bits de repuesto (*spare bits*).

Veamos un ejemplo de cómo calcular la tasa de símbolos generada en una trama G.SHDSL que transporta celdas ATM trabajando en modo síncrono para una tasa de datos de usuario de 1984 Kbps :

Tenemos que $K = 12 \times (8n + i)$ bits y $R = 64n + 8i$ Kbps

En este caso, $i = 0$ y hay dos bits de repuesto (no hay bits de relleno), por lo que la longitud de la trama en bits es:

$F = 14 + 32 + 2 + (4 \times K)$ bits (trama de sincronismo+overhead+bits de repuesto+4 x tamaño del bloque de datos).

Como la trama dura exactamente 6 ms y se utilizan 3 bits por simbolo, entonces la duracion de cada simbolo es:

$$T_s = 6ms / (F/3) \quad \Rightarrow \quad T_s = 6ms \times 3 / [48 + (4 \times 12 \times (8n+i))]$$

La tasa de símbolos por segundo es $R_s = 1 / T_s$

$$R_s = [48 + (4 \times 12 (8n+i))] / 6 \times 3$$

$$R_s = [8 + (8 \times (8n+i))] / 3 = (8 + 64n + 8i) / 3$$

$$R_s = (8 + R) / 3 \quad \text{ksímbolos/seg.}$$

Para $R = 1.984$ Kbps, entonces $n = 31$ y siendo $i = 0$

$$K = 12 \times [(8 \times 31) + 0] = 2.976 \text{ bits}$$

$$R_s = (8 + R) / 3 = (8 + 1.984) / 3 = 664.000 \text{ símbolos / seg}$$

Principales Componentes de la Tecnología G.SHDSL

G.SHDSL es una tecnología de capa física y como tal, la recomendación que la define propuesta por la ITU (G.991.2) especifica sólo características de la capa 1 del modelo OSI. Los elementos principales de esta tecnología son los siguientes:

- ❖ **STU-R (*SHDSL Transceiver Unit - Remote Terminal End*)**: La Unidad Transmisora Receptora SHDSL – Extremo Lado Remoto, se refiere al módem de G.SHDSL que está en el lado del Cliente. Este componente también podría ser un enrutador de G.SHDSL, donde se podrían conectar varios terminales o redes a un solo par de cobre.

- ❖ **STU-C (*SHDSL Transceiver Unit - Central Terminal End*)**: La Unidad Transmisora Receptora SHDSL – Extremo Lado Central, es el dispositivo que se encuentra en el otro extremo de la línea, es decir, en la central propiedad del proveedor de servicios. Del lado de la central debe existir un STU-C por cada STU-R servido, los cuales se agrupan en tarjetas en donde cada STU-C representa a un puerto. En una tarjeta integrada se agrupan 12, 24 y hasta 48 STU-C por tarjeta y una gran cantidad de tarjetas pueden ser ordenadas en un DSLAM o en un Nodo Multiservicio.

- ❖ **DSLAM (*DSL Access Multiplexer*) o Nodo Multiservicio:** Es el Multiplexor de Acceso G.SHDSL y se refiere al chasis donde se agrupa gran cantidad de STU-C necesarios para comunicarse con cada uno de los STU-R de los clientes con servicio G.SHDSL. Tiene la capacidad de multiplexar la información de todas las líneas de G.SHDSL para así comunicarse con la red de transporte.

- ❖ **Interfaces Físicas de Transporte:** Son las tarjetas que permiten transmitir el tráfico desde el dispositivo DSLAM hacia la red de transporte. CANTV actualmente utiliza: E1 IMA (*Inverse Multiplexing over ATM*), E3 y STM1.

Protocolos de Transmisión de Datos

A continuación se realizara una breve descripción de las principales técnicas de transmisión de datos que se usan actualmente en la red de datos de CANTV y que nos servirán para apoyar las discusiones posteriores de los distintos servicios a implementar en base a estas tecnologías.

Modo de Transferencia Asíncrono (ATM)

ATM es una técnica de transmisión, conmutación y multicanalización (*multiplexing*), en la cual toda la información es llevada a través de la red en paquetes pequeños de longitud fija llamados celdas que son muy cortas y de tamaño estandarizado en 53 bytes: 5 bytes de encabezado y 48 bytes de información (ó carga). ATM es una técnica de conmutación de paquetes orientada a conexión con garantía de calidad de servicio QoS (*Quality-of-Service*).

En ATM el flujo de información se transmite a través de los denominados circuitos virtuales y el enrutamiento se realiza en base a un Identificador de Circuito Virtual (VCI) y a un Identificador de Camino Virtual (VPI) contenidos en el

encabezado de las celdas. El tiempo de transmisión de la celda es igual a la duración de una ranura y estas ranuras son asignadas a un canal según la demanda, en consecuencia no se consume ancho de banda a menos que se esté transportando efectivamente información. ATM permite multiplexar diferentes servicios en el mismo medio mediante el uso de Canales Virtuales (VC).

ATM es capaz de soportar todo tipo de servicio (con y sin conexión), inclusive emulación de LAN y de circuitos, Frame Relay, WAN. Además puede soportar todo tipo de tráfico (voz, video, datos y combinaciones).

Conexiones Virtuales

En una conexión ATM están involucrados: el camino virtual y el canal virtual. En la figura se muestra la relación que existe entre estos términos.

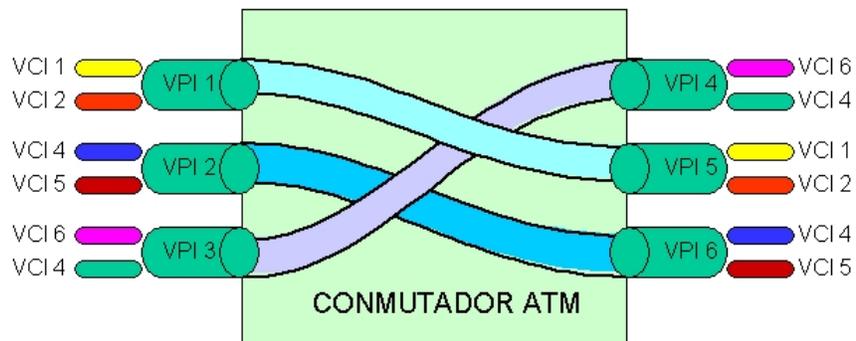


Figura 2.6. Camino Virtual y Canal Virtual en una conexión ATM.

El camino físico puede contener uno o más Caminos Virtuales (VP), y un Camino Virtual puede contener uno o varios Canales Virtuales (VC). De esta forma, múltiples Canales Virtuales pueden ser transmitidos en un único Camino Virtual. Cada conexión virtual es identificada por un número, cuyo significado es solo local. Esta función de identificación es ejecutada por dos subcampos del encabezamiento de la celda: el VPI y el VCI. El VCI identifica a un VC específico en un VP dado. Los

identificadores VPI y VCI se definen localmente y se utilizan para reenviar las celdas hacia el puerto de salida apropiado de cada conmutador. Los identificadores VPI/VCI permiten acceder a tablas que especifican el puerto de salida y el siguiente identificador VPI/VCI que se debe utilizar en el próximo salto. De esta manera, una cadena de identificadores define una conexión a través de la red.

Parámetros de QoS

La QoS (Calidad de Servicio) proporcionada por ATM se define en términos de parámetros a nivel de celda. En ATM se han especificado un total de seis parámetros de QoS:

- CER (*Cell Error Ratio* - Porcentaje de Celdas Erróneas): Es la proporción de celdas con uno o más bits erróneos.
- CMR (*Cell Misinsertion Ratio* - Porcentaje de Celdas Mal Insertadas): Es el promedio de celdas/segundo que se envían erróneamente hacia una conexión de destino dada.
- SECBR (*Severely Errored Cell Block Ratio* – Porcentaje de Bloques de Celdas Severamente Erróneas): Es la fracción de bloques de N celdas en los que M o más celdas contienen errores.
- CLR (*Cell Loss Ratio* – Porcentaje de Celdas Perdidas): Es la proporción de celdas perdidas con respecto al número total de celdas transmitidas.
- CTD (*Cell Transfer Delay* – Retardo de Transferencia de Celdas): Es el tiempo promedio de tránsito de una celda desde el origen hasta el destino.
- CDV (*Cell Delay Variation* – Variación en el Retardo de Celdas): Mide la variación del retardo total de las celdas en una conexión.

Descriptores del Tráfico

Los parámetros para la descripción del tráfico de origen especifican de qué manera se generaran las celdas a transmitir. Estos parámetros se enumeran y

describen a continuación:

- PCR (*Peak Cell Rate* – Tasa de Celdas Pico): Es la velocidad máxima con que se planea enviar celdas en el transmisor.
- SCR (*Sustainable Cell Rate* - Tasa de Celdas Sostenida): Es la tasa esperada o requerida de celdas enviadas en un intervalo de tiempo grande.
- MCR (*Minimum Cell Rate* - Tasa de Celdas Mínima): Es la cantidad mínima de celdas/segundo que el usuario considera aceptable enviar.
- CDVT (*Cell Delay Variation Tolerante* - Tolerancia de Variación de Retardo de Celdas): Es el nivel de variación del retardo de celdas que debe ser tolerado por la conexión.
- MBS (*Maximum Burst Size* - Tamaño Máximo de las Ráfagas): Es el número máximo de celdas consecutivas que el origen puede transmitir durante el PCR.

Categorías de Servicios ATM

En ATM se han definido cinco categorías de servicios en términos de propiedades del tráfico y requisitos de QoS.

- CBR (*Constant Bit Rate* – Tasa de Bits Constante): Esta categoría esta destinada a los tipos de tráfico con estrictas restricciones temporales (como voz, emulación de circuitos y ciertos tipos de video) los cuales requieren una velocidad constante durante toda la transmisión. La velocidad del tráfico se especifica mediante el PCR. La QoS se especifica mediante el CTD, la CDV y el CLR.
- RT-VBR (*Real Time-Variable Bit Rate* - Tasa Variable de Bits en Tiempo Real): Esta categoría esta destinada al tráfico de velocidad variable con importantes exigencias temporales, como el de ciertos tipos de video. El tráfico se describe mediante el PCR, el SCR y el MBS. La QoS se especifica con el CLR, el CTD y la CDV.
- NRT-VBR (*No Real Time-Variable Bit Rate* - Tasa Variable de Bits No de

Tiempo Real): Esta categoría esta destinada a aplicaciones que producen trafico caracterizado por ráfagas. El tráfico se describe mediante el PCR, el SCR y el MBS. La QoS se especifica mediante el CLR y no se especifican restricciones de retardo.

- ABR (*Available Bit Rate* - Tasa de Datos Disponible): Esta destinada a fuentes de tráfico que pueden adaptar dinámicamente su velocidad en función de la realimentación de la red, lo cual permite explotar el ancho de banda que se encuentra disponible en la red en un momento dado. El tráfico se especifica mediante el PCR y el MCR.
- UBR (*Unspecified Bit Rate* - Tasa de Datos No Especificada): Esta categoría no proporciona ninguna garantía de QoS. La PCR puede estar o no especificada. Este servicio es apropiado para aplicaciones no críticas que pueden adaptarse fácilmente a la perdida de celdas.

Capas de Adaptación ATM

La capa de adaptación ATM es la encargada de realizar la correspondencia entre los bloques de datos y las celdas y tiene por función proporcionar el nivel de servicio requerido por la aplicación o capa superior durante este proceso. Las capas de adaptación AAL (*ATM Adaptation Layer*) son las siguientes:

- AAL1: La capa de adaptación AAL tipo 1 da soporte a servicios sensibles a retardos y que requieren la transferencia de información a velocidad constante, tales como video no comprimido y emulación de circuitos.
- AAL2: La capa AAL tipo 2 tiene como finalidad la transferencia de paquetes cortos a baja velocidad y bajo retardo que soportan una tasa variable de bits. Es apropiada para aplicaciones de voz y video paquetizado.
- AAL3/4: Inicialmente se desarrollo la capa AAL tipo 3 para aplicaciones que generan trafico por ráfagas que se deben transferir mediante transmisiones orientadas a conexión, con baja tasa de perdida de celdas y sin restricciones de retardo. De forma similar, AAL4 se definió para las transferencias no

orientadas a conexión de este tipo de tráfico. Estas dos capas se combinaron para producir AAL3/4 la cual se puede utilizar para las transferencias orientadas o no orientadas a conexión. Uno de los problemas de esta capa es que utiliza mucha información suplementaria, lo que, entre otros factores que afectaban su eficiencia, condujeron al desarrollo de la AAL5.

- AAL5: La capa AAL tipo 5 es una alternativa eficiente a AAL3/4, con sus mismas funcionalidades y sin incluir ninguna información suplementaria en sus subcapas. Es por esto que esta capa es la más ampliamente implementada en aplicaciones de transferencia de datos.

Frame Relay

Frame Relay es un protocolo de conmutación de paquetes orientado a conexión, donde el manejo de corrección de errores se hace a través de retransmisiones de los equipos terminales de usuario y donde el control de flujo de datos se realiza, en caso de existir congestión, en alguno de los equipos y/o líneas involucrados en la comunicación. Los paquetes utilizados se denominan tramas y se caracterizan porque su longitud es variable. Normalmente trabaja a velocidades que van entre 64 Kbps y 2 Mbps

En Frame Relay lo más común son las conexiones punto-a-punto permanentes a las cuales se les denomina PVC (Permanent Virtual Circuits), y que se caracterizan porque una vez programadas permanecen en funcionamiento (se les use o no) hasta que se les desconecte.

Los DLCIs son los identificadores de los circuitos virtuales Frame Relay DLC (Data Link Connection) entre dos nodos consecutivos y sólo tienen sentido local. Una conexión PVC se compone de una serie de estos enlaces que se interconectan para lograr la conexión extremo-a-extremo. Cada trama lleva consigo un campo DLCI en donde indica el circuito virtual al cual pertenece.

Parámetros de Clase de Servicio

Los parámetros de clase de servicio determinan el tipo de servicio que recibirá el usuario de la red. Estos parámetros se pueden programar sobre cada DLC que conforma el PVC de manera que se controla la cantidad de ancho de banda usado de cada DLC. Esto evita que una gran ráfaga de tráfico en un DLC pueda adueñarse del ancho de banda compartido con los demás DLC que viajan por el enlace físico. Los principales parámetros son:

- CIR (*Committed Information Rate*): Es la velocidad de transmisión en bits/segundo establecida para un determinado DLC y que la red se compromete a garantizar bajo condiciones normales de operación.
- Bc (*Committed Burst*): Es la máxima cantidad de bits de datos que la red se compromete a transmitir bajo condiciones normales de operación sobre un intervalo de medición Tc.
- Tc (*Measurement Interval*): Es el intervalo de tiempo en segundos sobre el cual se miden las velocidades de transmisión y la cantidad de datos transmitidos.

La relación que existe entre los parámetros hasta ahora mencionados es: $CIR = Bc/Tc$. Por lo general, los equipos Frame Relay permiten asignar a un DLC tanto el CIR como el Bc, y el Tc ya queda especificado a partir de estos valores y es igual a $Tc = Bc/CIR$.

- Be (*Excess Burst Size*): El Be se refiere a la cantidad de bits de datos en exceso del nivel Bc que la red intentará transmitir sobre el mismo intervalo Tc pero cuya transmisión no está garantizada, marcándolos como elegibles para descarte.
- EIR (*Excess Information Rate*): Es la velocidad de transmisión (en bits/segundo) en exceso al CIR que la red intentaría mantener si hubiese ancho de banda disponible. El EIR viene dado por $EIR = Be/Tc$, y el ancho de banda total que se requiere para transmitir Bc+Be en el intervalo Tc es: $CIR+EIR = (Bc+Be)/Tc$.

Interoperabilidad entre ATM y Frame Relay

Se consideran dos modelos de interoperabilidad. En el modelo denominado Network Interworking, ATM actúa como un túnel para transportar transparentemente el tráfico Frame Relay entre entidades de la red Frame Relay. En el modelo Service Interworking se hace una conversión de protocolo, de manera que los switches ATM y Frame Relay puedan conectarse entre sí y hablar de igual a igual.

Network Interworking: Permite el transporte transparente del tráfico Frame Relay del usuario y del tráfico de la señalización Frame Relay a través de ATM. Por lo tanto, el encapsulamiento de multiprotocolos (y otros procedimientos de capas superiores) son transportados de manera transparente como lo serían sobre una línea dedicada. Una aplicación importante para este modelo es la interconexión de dos redes Frame Relay mediante un backbone ATM. Este método de interoperabilidad se describe en el Frame Relay Forum Implementation Agreement FRF.5.[<http://www.mfaforum.org/>]

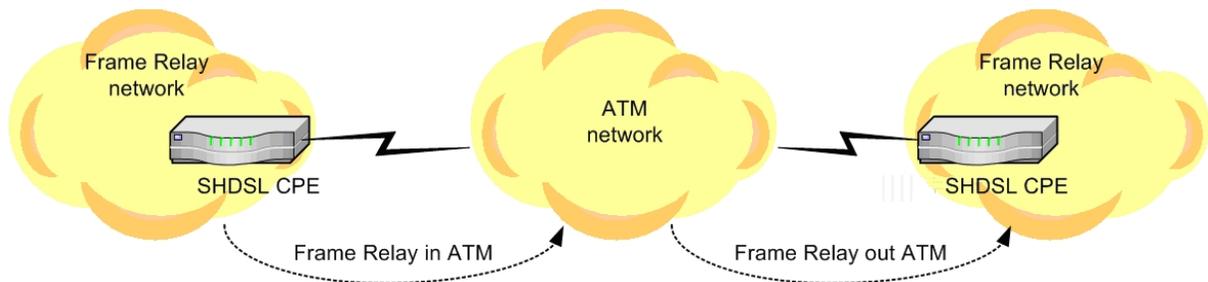


Figura 2.7. Esquema de conexión Network Interworking.[2]

Service Interworking: Aplica a la comunicación entre un usuario Frame Relay y un usuario ATM. Para los usuarios la comunicación es transparente, ya que las tramas Frame Relay son “convertidas” en celdas ATM, por lo que un extremo no sabe que el otro se encuentra en una red diferente. Esto significa que el usuario ATM no usa ningún servicio específico Frame Relay y viceversa. El usuario ATM debe usar el modo de mensajes basado en el protocolo AAL5, el cual es similar al

servicio en que se basa Frame Relay. Este método de interoperabilidad se describe en el Frame Relay Forum Implementation Agreement FRF.8. [<http://www.mfaforum.org/>]

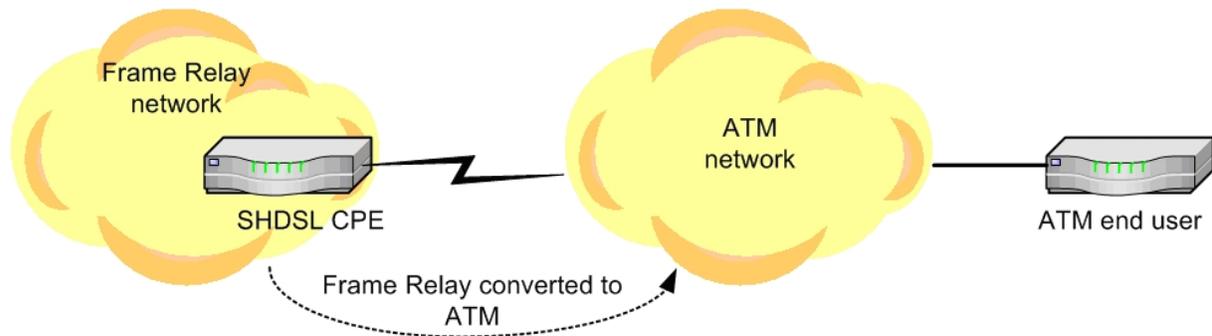


Figura 2.8. Esquema de conexión Service Interworking.[2]

El encapsulamiento de protocolos de capas superiores es manejado de 2 maneras:

- **Modo Transparente (*Transparent Mode*):** En este modo, el protocolo de usuario de capa superior se transfiere sin ninguna modificación, no realizándose ningún mapeo ni fragmentación/reensamble. Este modo es usado cuando el encapsulado de capa superior no se adapta a los estándares FRF.3.2 (encapsulado en PVC Frame Relay) ni RFC 2684 (encapsulado en PVC ATM), pero es compatible entre los terminales de usuario.
- **Modo de Traducción (*Translation Mode*):** Si el método de encapsulado de los protocolos de capa superior corresponde a los estándares especificados en el RFC 2684 (para ATM) y por el Frame Relay Forum FRF.3.2, entonces el mapeado debe ser hecho entre los dos métodos. Los paquetes son encapsulados usando NLPID en Frame Relay, o un método de LLC (*Logical Link Control*) para AAL5.

CAPITULO III

ESTUDIO DE LA RED DE ACCESO DE DATOS DE CANTV

Antecedentes y evolución de la red de acceso actual

La red de acceso de datos de CANTV para servicios empresariales estuvo constituida durante su etapa inicial por equipos de tecnología TDM y X.25. Prácticamente durante toda la década de los 90 se produjo una expansión en la utilización de equipos de la familia 36xx del fabricante Newbridge los cuales utilizan la tecnología TDM.

En esta plataforma TDM, los accesos para el cliente final se daban inicialmente por medio de enlaces de radio, luego se fue introduciendo el uso del par de cobre mediante la utilización de tarjetas 2B1Q y equipos DTU 2701 y 2703. También se usan conexiones E1 con tecnología HDSL sobre pares de cobre.

Posteriormente se incorporaron los suiches ATM Multiservicios para acceso de datos, representados por los equipos 7350 de Newbridge. Estos equipos proporcionaban las primeras tarjetas de acceso SDSL mediante equipos CPE 27130. Sin embargo, y debido al surgimiento de los servicios ADSL, las tarjetas SDSL fueron sustituidas por las tarjetas G.SHDSL, ya que las primeras no eran compatibles en su espectro de potencia con el de ADSL. Estas tarjetas G.SHDSL usaron en sus principios los NTU 591 del mismo fabricante Alcatel/Newbridge como equipos terminales, los cuales permitían ofrecer básicamente servicios Frame Relay y Emulación de Circuitos.

Finalmente, y como consecuencia de la enorme expansión de los servicios ADSL, se introdujo una nueva familia de equipos de acceso optimizados para este tipo de servicio. Es así como se incorporan los equipos DSLAM de la familia 7300 de Alcatel, los cuales constituyen la principal plataforma de acceso de datos en la actualidad. Estos equipos inicialmente proporcionaban exclusivamente acceso ADSL

residencial y comercial, explotándose recientemente para la prestación de servicios de datos empresariales con calidad de servicio mediante la tecnología G.SHDSL.

Esquema general de la red de acceso

A continuación se muestra una representación esquemática de cómo está constituida la red de acceso de datos de CANTV.

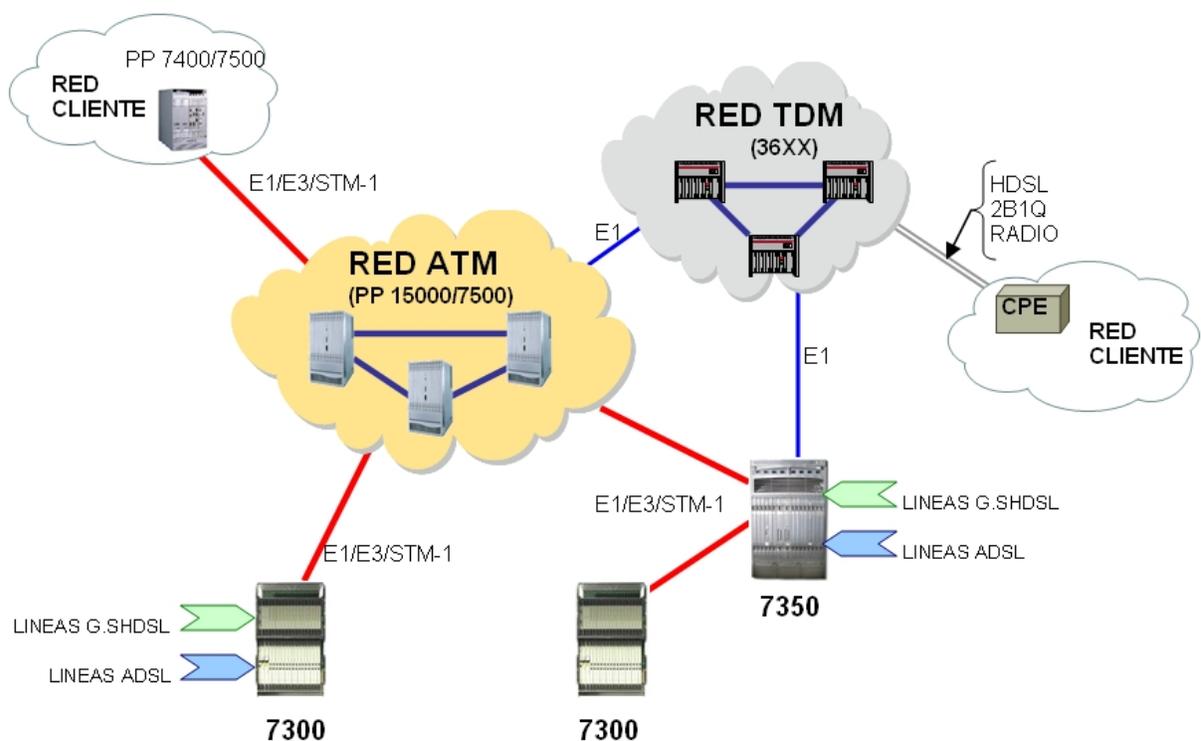


Figura 3.1. Esquema de la red de acceso de datos de CANTV.

Básicamente se pueden distinguir tres modalidades de acceso a la red de CANTV dependiendo del tipo de servicio a proveer y de la disponibilidad de la planta para la conexión de última milla al cliente. Estas modalidades son la conexión mediante equipos TDM, ATM y mediante líneas G.SHDSL en los equipos 7300 y 7350.

La red TDM esta constituida por multiplexores del tipo 3600 y 3645, los cuales se interconectan entre si mediante enlaces E1 y E3. En este caso, el cliente tiene a su disposición las siguientes opciones de equipamiento para la conexión a la red desde su localidad:

- Multiplexores. Se dispone de los equipos 3600, 3612, 3630 y 2902 del fabricante Alcatel/Newbridge. Estos equipos se conectan a la red TDM mediante enlaces de radio o pares de cobre como medio físico, permitiendo velocidades desde 64 Kbps hasta un E1.
- DTU. Se dispone de los DTU del modelo 2801 que permiten la conexión sobre pares de cobre utilizando HDSL (para velocidades entre 64 Kbps y 1920 Kbps) y los DTU de las series 2701, 2703, 2751 y 2753 que también utilizan el par de cobre pero usando codificación 2B1Q para velocidades entre 64 Kbps y 128 Kbps.

Por otro lado tenemos la red ATM, la cual está constituida por equipos Passport de las series 15000 y 7500 los cuales se interconectan entre si mediante enlaces E3, STM1, STM4 y STM16. Los grandes clientes tienen la posibilidad de disponer de un Passport de las series 7400/7500 en sus localidades y se interconectan a la red ATM mediante enlaces E1, E3 y hasta STM1.

Los nodos Multiservicios 7350 disponen de tarjetas con interfaces que les permiten conectarse tanto a la red ATM como a la red TDM. Hacia la red TDM se dispone de tarjetas E1 de Emulación de Circuitos que se interconectan con los E1 de los nodos 36XX. Hacia la red ATM se dispone de conexiones E1 IMA, E3 y STM1.

Los equipos DSLAM de la serie 7300 de Alcatel se instalan principalmente con conexiones hacia la red ATM mediante enlaces E1 IMA, E3 y STM1. Sin embargo, en localidades donde no hay disponibilidad de conexión directa hacia la red ATM, se realizan conexiones hacia equipos 7350 (e incluso hacia otros 7300 ya

operativos) también por medio de enlaces E1 IMA, E3 o STM1 para que estos equipos realicen la interconexión final hacia la red ATM.

Tanto los equipos 7350 como los 7300 disponen para el acceso a los servicios de datos de las tarjetas de línea G.SHDSL y para los servicios de Internet Banda Ancha de las tarjetas ADSL.

La red TDM y la red ATM están interconectadas entre si mediante enlaces E1 para proveer de servicios Frame Relay a usuarios que dispongan en algunas de sus localidades de accesos provistos por la red TDM. La red TDM se encarga en estos casos del transporte transparente hasta un nodo Passport o un nodo Multiservicio 7350, para que sean estos equipos los que provean el servicio Frame Relay.

Descripción general de los equipos de acceso G.SHDSL

Tal como se ha mencionado hasta ahora, las líneas de acceso G.SHDSL se concentran en dos tipos de equipos, los 7350 y los 7300.

ALCATEL 7350 ASAM

El Alcatel 7350 ASAM es un equipo de acceso multiservicio de banda ancha. Este equipo interconecta, multiplexa, conmuta y enruta paquetes y celdas entre las interfaces E1, E3 y STM-1 y las interfaces de línea. En la figura siguiente se observa una vista frontal de este equipo.

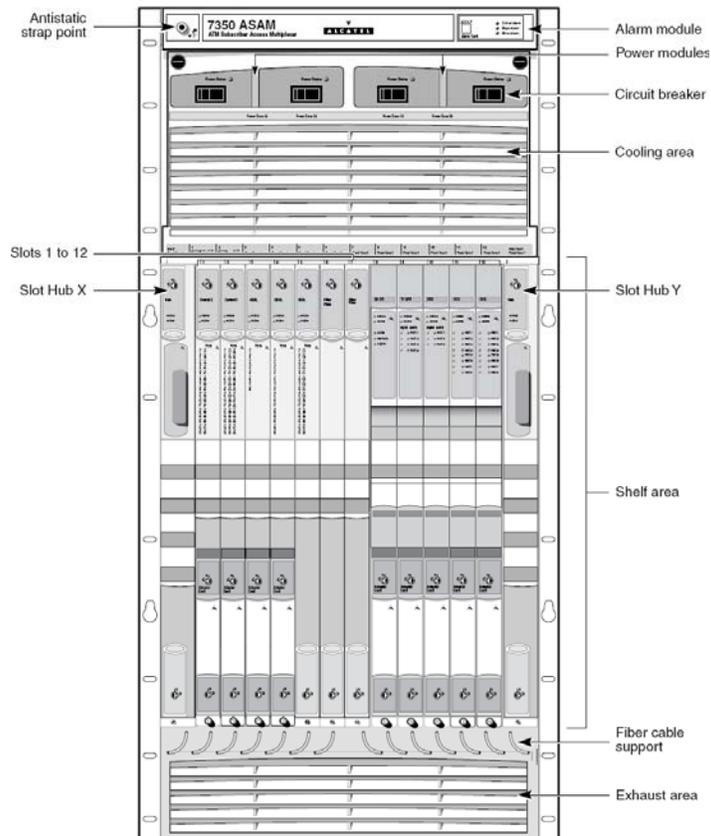


Figura 3.2. Vista frontal del equipo 7350 ASAM.[3]

El bastidor principal del equipo dispone de 14 ranuras las cuales albergan las tarjetas de conmutación, de sistema y las interfaces de servicio. La primera y la última ranura se etiquetan como HX y HY, mientras que el resto se numeran del 1 al 12.

Las tarjetas de Conmutación o *Hub Cards* se colocan en la primera y ultima ranuras, las cuales se denominan HubX (HX) y HubY.(HY), y funcionan bajo un esquema de redundancia en la cual solo una de las tarjetas es la activa mientras la otra permanece en reserva. Estas tarjetas contienen la matriz de conmutación del nodo, proporcionando al sistema las funciones de conmutación y multiplexacion. Su capacidad de transferencia de datos es de 1.6 Gb/s en ambas direcciones.

Las tarjetas de control (Control Cards) proporcionan las funcionalidades de acceso y gestión local y remota del sistema. Estas tarjetas controlan a todas las demás tarjetas del equipo, mantienen la base de datos de configuraciones y conexiones del nodo y hace recolección y reporte de estadísticas. Estas tarjetas se colocan en las ranuras 1 y 2. El sistema puede funcionar con una sola o con dos tarjetas, siendo en el ultimo caso un sistema redundante en donde una de las tarjetas esta activa y la otra en reserva.

Las tarjetas de interfaces de servicios que se usan en la red de CANTV son las E1 Frame Relay, E1 Circuit Emulation, E1 IMA, E3, STM1, ADSL y G.SHDSL.

Las tarjetas E1 Frame Relay proveen acceso al servicio Frame Relay, tanto en modo canalizado como no-canalizado. En CANTV solo se dispone de la modalidad canalizada. Las tarjetas cuentan con 4 puertos E1 y permiten albergar hasta 2.000 conexiones Frame Relay en total.

Las tarjetas E1 Circuit Emulation permiten proveer servicio de emulación de trafico TDM mediante la capa de adaptación AAL1. Cada tarjeta dispone de 8 puertos E1.

Las tarjetas E1 IMA proveen el acceso E1 ATM con la opción de realizar multiplexacion inversa de hasta 8 puertos E1. Esta técnica permite multiplexar los E1 ATM y tratar todo el tráfico como si se dispusiera de un ancho de banda equivalente a la suma de los E1.

Las tarjetas E3 y STM1 dan acceso ATM a las velocidades de 34 Mb/s y 155 Mb/s respectivamente. Las tarjetas E3 disponen de 3 puertos mientras que las STM1 solo proveen un puerto.

Las tarjetas ADSL proveen de 24 puertos de acceso que permiten la conexión de módems para el servicio de Internet banda ancha.

Las tarjetas G.SHDSL transfieren las celdas ATM entre el puerto de línea G.SHDSL y el backplane del equipo 7350. Estas tarjetas están provistas de 48 puertos y permiten velocidades de transmisión de línea de 192, 384, 512, 768, 1024, 1152, 1536, 2048 y 2304 Kb/s. Estas tarjetas solo permiten la utilización de un solo par de cobre por línea G.SHDSL.

En la configuración de la tarjeta G.SHDSL se puede establecer el umbral mínimo de señal a ruido que se puede tolerar en el par de cobre, disponiendo de un rango entre 1 dB y 15 dB en incrementos de 1 dB. En condiciones normales de operación se establece como relación señal a ruido mínima el valor de 6 dB. También se puede configurar el *power backoff*, el cual es un factor que reduce la potencia transmitida por el puerto G.SHDSL. Durante la etapa de sincronización con el CPE, la potencia de transmisión se puede reducir siempre y cuando se mantenga un BER en la línea de 10^{-7} como mínimo. Esta opción ayuda a reducir la interferencia co-canal que puede ser ocasionada entre las líneas vecinas.

ALCATEL 7300 ASAM

El 7300 ASAM es un equipo optimizado para ofrecer alta concentración de líneas DSL, tanto del tipo ADSL como G.SHDSL. Estos equipos se encargan de multiplexar/demultiplexar el tráfico de usuarios proveniente de los distintos tipos de CPE hacia y desde las interfaces ATM de alta velocidad las cuales pueden estar constituidas por enlaces SDH (puertos STM-1) o PDH (puertos E3 y E1 IMA).

El DSLAM 7300 es un sistema basado en ATM. Esto quiere decir que tanto los datos de usuario como los datos de control de operación, administración y mantenimiento del equipo son transportados usando celdas ATM. Este equipo se puede gestionar mediante el protocolo SNMP ya sea por medio de una conexión en banda o bien fuera de banda.

En la red de CANTV hay tres variantes de este DSLAM: las versiones High Density (HD), Ultra Density (UD) y Extreme Density (XD). La diferencia entre estos tres tipos de equipos lo constituye la densidad de puertos que se pueden manejar a nivel de las tarjetas LT. La figura muestra un armario típico de este equipo.

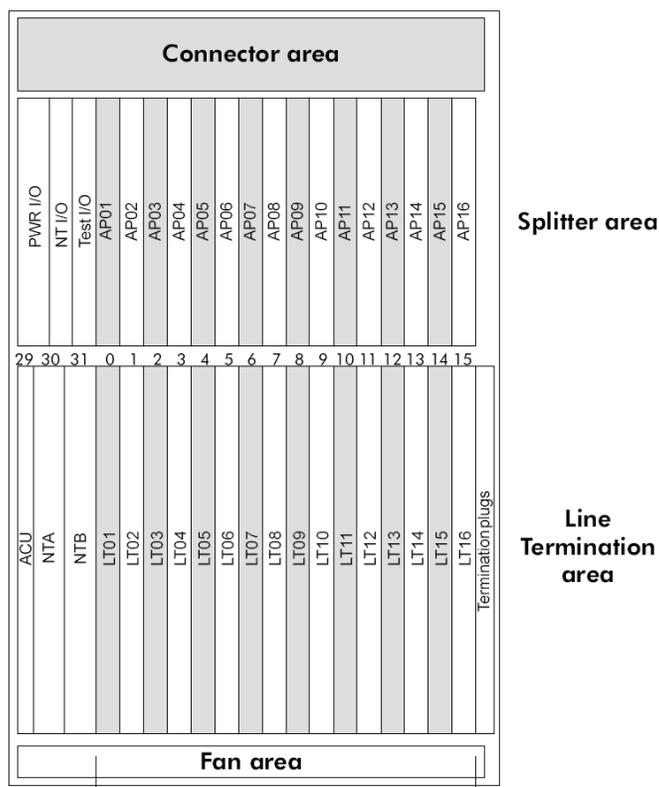


Figura 3.3. Vista frontal del equipo 7300 ASAM.[4]

El ASAM 7300 consta de 19 ranuras para albergar las distintas tarjetas del equipo. Las ranuras se identifican como LT01 a la LT16 en el área de las tarjetas LT (*Line Terminal* – Terminales de Línea), NTA y NTB para las tarjetas NT (*Network Terminal* – Terminales de Red) y ACU para la tarjeta de servicio y alarmas.(Alarm Control Unit – Unidad de Control de Alarmas).

Las tarjetas NT proveen la interfaz de transporte entre el ASAM 7300 y la red ATM, las cuales pueden ser del tipo STM1, E3 y E1 IMA. La función de esta tarjeta, además de transferir las celdas con el tráfico de los usuarios concentrados por las tarjetas LT, es la de albergar la base de datos de configuración y de conexiones del

nodo, así como las funciones de gestión de configuración, desempeño y fallas. Opcionalmente se puede colocar una segunda tarjeta NT en la ranura NTB para establecer redundancia entre las dos tarjetas. Otra opción es colocar en esta ranura una tarjeta *Extender*, la cual permite la conexión de armarios adicionales en cadena ampliando de esta manera la capacidad de líneas a ser concentradas por el sistema. Hasta 11 armarios adicionales se pueden colocar en cadena de un armario principal.

Las tarjetas LT de que dispone el 7300 son las ADLT, SMLT, E1LT, E3LT y SALT.

Las tarjetas ADLT proveen los terminales de línea físico y de ATM para los servicios ADSL. Esta tarjeta convierte las celdas ATM provenientes de la NT en señales moduladas DMT hacia la línea ADSL y viceversa. Dependiendo de sus variantes, las tarjetas ADLT pueden ser de 12, 24 y hasta 48 puertos.

Las tarjetas SMLT proveen los terminales de línea físico y de ATM para las conexiones G.SHDSL. La tarjeta convierte las celdas ATM provenientes de la NT en señales moduladas TC PAM hacia la línea G.SHDSL y viceversa.

La tarjeta SMLT tiene dos variantes, una de 12 puertos y otra de 24 puertos. En CANTV se usan las de 24 puertos. Adicionalmente, las tarjetas SMLT disponen de dos modos de operación en sus puertos: a 2 hilos y a 4 hilos. Solo los puertos pares de la tarjeta pueden ser configurados a 4 hilos, deshabilitando el puerto impar subsiguiente. Al usar dos hilos las velocidades van de 192 Kbps hasta 2304Kbps en incrementos de 64 Kbps. Bajo la modalidad de 4 hilos, se puede operar a velocidades de línea desde los 384 Kbps hasta los 4624 Kbps en incrementos de 128 Kbps. La multiplexación se hace a nivel físico mediante entrelazado de bytes.

Otra opción soportada por esta tarjeta es el agrupamiento de múltiples pares usando IMA (Multiplexación inversa sobre ATM), pudiendo usarse hasta 8 pares de

cobre (8 puertos de la tarjeta) los cuales irían a un CPE con capacidad de realizar esta misma función. La multiplexación se hace a nivel ATM.

Las tarjetas E1LT, E3LT y SALT son tarjetas que proveen interfaces E1, E3 y STM1 respectivamente y que permiten al 7300 funcionar como puente de conexión de sistemas 7300 independientes hacia la red de transporte ATM.

En la parte superior del armario se tiene el área correspondiente a las tarjetas POTS *splitter*, las cuales se utilizan en el caso de las tarjetas ADSL para separar las señales de datos a ser procesadas por el DSLAM de la señal de voz que debe ser manejada por la central telefónica. En el caso de que las tarjetas LT sean del tipo G.SHDSL, en estas ranuras se colocan las tarjetas adaptadoras que proveen la conexión física hacia los pares telefónicos provenientes del usuario residencial. En el caso de las tarjetas E1LT, E3LT y SALT, estas ranuras contienen las tarjetas de adaptación correspondiente hacia el medio físico de conexión externo.

La tarjeta ACU realiza las funciones de control de alarmas del sistema y esta provista de leds que permiten la visualización del estado de las alarmas del 7300. También dispone de una interfaz para la conexión hacia un sistema de administración de alarmas externa y un conector Ethernet 10Base-T para la gestión fuera de banda. También provee una interfaz serial de consola local EIA-232-D. Esta conexión local usa una interfaz de comandos de línea del tipo TL1 (Transaction Language 1) la cual se puede usar para la gestión simplificada del sistema durante las etapas de instalación o cuando se requiera enviar personal al sitio para realizar labores de mantenimiento o diagnóstico de fallas.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la implantación de este proyecto CANTV cuenta con una planta instalada de acceso constituida por equipos 7300 de Alcatel y 7350 Alcatel/Newbridge los cuales llamaremos genéricamente DSLAMs. Este equipamiento exige el uso de las tarjetas concentradoras de los STU-C (puertos G.SHDSL) que provee el fabricante de estos equipos, pero como la tecnología G.SHDSL es un estándar internacional, se tiene la facilidad de poder escoger entre distintos fabricantes el proveedor del equipo CPE del usuario final (el STU-R).

Para la selección de este equipo se llamaron a distintos proveedores para que hicieran sus propuestas técnicas y económicas a fin de elegir la que mas se adaptara a los requerimientos actuales y futuros de la compañía para la prestación de servicios de datos a través de esta plataforma.

De las distintas opciones presentadas, se hizo una preselección de tres proveedores, estos fueron: EBG Network & Telecommunications y su producto PATTON 3086FR, Corporación ARME con los equipos ADTRAN TA 544R y Express 6503 y por ultimo STARBRIDGE con el equipo TELINDUS 1431.

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS EVALUADOS.

A continuación se hará una breve descripción de las características técnicas de cada uno de los equipos CPE evaluados durante el desarrollo de este proyecto.

PATTON 3086FR.

El CPE Patton 3086FR es un equipo que viene con varias modalidades de interfaces de usuario. Existen versiones del equipo con interfaces X.21/V.35 DB-25, X.21 DB-15, V.35 M34 y E1/T1 (120/75 Ohms conector RJ-48C). En cada una de

esas versiones tiene además un puerto Ethernet 10/100 Base-T. En todos los casos, ambos puertos pueden proveer servicios simultáneamente.



Figura 4.1. Vista frontal y trasera del equipo PATTON 3086.

Este equipo provee una interfaz de línea G.SHDSL G.991.2 estándar. Trabaja con un único par de cobre para brindar velocidades de acceso de Nx64Kbps desde 192 Kbps hasta los 2,3 Mbps.

Provee soporte para Frame Relay Fragmentation FRF.12, protocolo de gestión de enlace LMI y los servicios Frame Relay-ATM Network Internetworking FRF.5 y Service Internetworking FRF.8. Utiliza AAL5 como capa de adaptación ATM, encapsulation Bridge RFC 1483 y RFC 1577 para IP sobre ATM.

Soporta todo el conjunto de protocolos TCP/IP, protocolos de enrutamiento RIP, RIPv2 y hasta 64 rutas estáticas. Posee un servidor de DHCP integrado. Soporta NAT y servicios VPN. Proporciona servicios PPP sobre HDLC, PPPoA y PPPoE.

Para la gestión y configuración del equipo se dispone de facilidades HTTP, SNMPv2 con MIB II, Telnet y Puerto de consola RS-232. Este equipo provee funcionalidades de seguridad como firewall, detección de DoS, Listas de Acceso y password de entrada al sistema.

TELINDUS 1431.

El CPE Telindus 1431 es un equipo modular que puede aceptar una interfaz intercambiable para proveer conectividad serial (V35, V.36, X.21 y RS-530/V.24) o conectividad G.703/704 (estructurado o no estructurado). Adicionalmente el equipo posee un puerto Ethernet fijo de 10/100 Base-T para prestar servicios IP.



Figura 4.2. Vista frontal y trasera del equipo Telindus 1431.

Este equipo provee acceso simétrico full dúplex desde 192 Kbps hasta 2,3 Mbps en un par de cobre en incrementos de 64 Kbps. Existe una versión de este equipo que puede trabajar a dos pares para proveer desde 384 Kbps hasta 4,6 Mbps en incrementos de 128 Kbps. La velocidad de línea es adaptable a las características de calidad de la línea. El equipo cumple completamente con el estándar ITU-T G.991.2 para garantizar compatibilidad espectral con otros sistemas de transmisión DSL que compartan el mismo tramo de cable.

El servicio Frame Relay es encapsulado en ATM usando la recomendación del Frame Relay Forum FRF 5 o FRF 8. El servicio de línea dedicada es provisto mediante la Emulación de Circuitos ATM (CES – Circuit Emulation Service),

soportando sincronización con el reloj de la red de acceso. Se provee además servicio ATM directamente sobre la interfaz E1 G.703 cumpliendo con el estándar ITU-T 432.3.

Este equipo posee una facilidad de enrutamiento incorporada denominada TDRE (Telindus Dynamic Routing Engine), lo que permite soportar servicios IP diferenciados entre los que se encuentran los servicios de VPN, enrutamiento (estático, RIP), NAT, PAT, Bridging, PPPoE, PPPoA y VLAN. También ofrece administración de acceso y seguridad (funcionalidades básicas de *firewall*), así como definición de Calidad de servicio (QoS) para las conexiones que lo requieran.

El equipo puede ser usado no solo para conexiones con un DSLAM de acceso, sino que también se puede operar en una configuración de conexión punto a punto, ofreciendo conectividad *clear channel* y de servicios Ethernet.

En cuanto a la administración del equipo existen tres niveles de acceso: el local mediante una conexión con una PC y ejecución de comandos de línea, el remoto mediante una conexión IP que soporta Telnet, SNMP, HTTP y TFTP/FTP y por ultimo, mediante una aplicación de gestión propietaria denominada TMA (Telindus Maintenance Application) la cual permite la gestión del equipo mediante una interfaz grafica amigable la cual puede operar localmente, mediante un acceso IP o integrada a un gestor de elementos de red basado en HP OpenView.

MODEMS ADTRAN.

EL fabricante ADTRAN selecciono dos modelos de su línea de productos CPE G.SHDSL para poder cumplir los requerimientos de interfaces de usuario solicitados por CANTV. El modelo Express 6503 provee interfaces X.21 DB-15 y V.35 M34. El modelo TA 544R provee un puerto Ethernet 10/100 Base-T.



Figura 4.3. Vista frontal y trasera de los equipos Adtran Express 6503 y TA 544R.

La interfaz de línea G.SHDSL cumple completamente con el estándar ITU-T G.991.2, con una velocidad de línea adaptable (G.hs ITU-T G.994.1) desde 192Kbps hasta 2,312 Mbps, y cuenta con una compatibilidad espectral mejorada y cancelación de eco.

Estos equipos soportan Frame Relay-ATM Service Internetworking FRF.8 (mapeando los DLCI Frame Relay en los PVC ATM, soportando hasta 4 PVC) y Network Internetworking FRF.5. Utiliza AAL5 como capa de adaptación ATM, encapsulación RFC 1483 para Multiprotocolos sobre ATM e IP sobre ATM y RFC 2364 para PPPoA. Proporciona también Calidad de Servicio QoS (RT-VBR y UBR) y adaptación de tráfico (*Traffic Shaping*).

La versión Ethernet (TA 544R) soporta protocolos TCP, IP, DNS, UDP, ICMP, ARP y enrutamiento RIPv1 y v2 así como rutas estáticas. Proporciona además servicio DHCP y dispone de dirección IP secundaria. Este equipo soporta también protocolos PPP como LCP, IPCP, BCP y CCP. Las funciones de seguridad incluyen autenticación PAP, CHAP y Radius, así como funciones básicas de firewall, NAT/NAPT y filtrado de paquetes por origen/destino.

Para la gestión y configuración se dispone de un puerto local de consola, acceso Telnet, SNMP y TFTP. Solo se dispone de interfaz de usuario por comandos de línea.

PRUEBAS DE LOS EQUIPOS CPE EVALUADOS.

Una vez que se hizo una primera selección de los equipos y proveedores que en el papel cumplían con los requerimientos iniciales establecidos por CANTV para este proyecto, se procedió a realizar un laboratorio de pruebas para evaluar a cada uno de los equipos preseleccionados. En base a los resultados de estas pruebas se escogió el equipo CPE que finalmente fue adoptado para la implantación de este proyecto.

Se elaboró un protocolo de pruebas estandarizado el cual se aplicó a cada uno de los equipos CPE G.SHDSL con la finalidad de validar sus funcionalidades y servicios así como su compatibilidad con los equipos de la red Alcatel 7300 y 7350 ASAM.

Listado de pruebas realizadas.

A continuación se listan las pruebas generales realizadas durante este protocolo de pruebas, incluyendo el código de la prueba, su descripción y el objetivo de la misma:

Tabla 4.1. Listado del Protocolo de Pruebas de los MODEM G.SHDSL

Prueba	Descripción	Objetivos
PCPE-01	Pruebas de distancias y potencias	Comprobar la compatibilidad del CPE con las tarjetas G.SHDSL de los equipos Alcatel 7300 y 7350 ASAM.
PCPE-02	Pruebas de distancias y transferencia de información	Validar la transferencia de información en las diferentes distancias (Mínima, intermedia y máxima).
PCPE-03	Interconexión en modo Bridging (RFC 1483-BR)	Comprobar la correcta interconexión entre dos CPEs configurados en modo Bridging (RFC 1483-BR).
PCPE-04	Interconexión en modo Routing (RFC 1483-RT)	Comprobar la correcta interconexión entre dos CPEs configurados en modo Routing (RFC 1483-RT).
PCPE-05	Service Interworking con router conectado a la red vía FR (FRF.8)	Comprobar la integración (Tráfico y Protocolos de enrutamiento) entre un router convencional (conectado a la red vía un servicio FR) y el CPE.
PCPE-06	Service Interworking con router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR)	Comprobar la integración (Tráfico y Protocolos de enrutamiento) entre un Router convencional (conectado a la red vía FR/TDM) y el CPE.
PCPE-07	Network Interworking (FRF.5) CPE- CPE	Comprobar el trafico de aplicaciones Frame Relay sobre una red de transporte ATM (FR-ATM-FR)
PCPE-08	Network Interworking (FRF.5) NTU 591 – CPE	Comprobar el trafico de aplicaciones Frame Relay sobre una red de transporte ATM (FR-ATM-FR)
PCPE-09	Emulación de Circuito Estructurado	Comprobar la funcionalidad de adaptación del trafico TDM sobre ATM (CES)
PCPE-10	Emulación de Circuito No estructurado	Comprobar la funcionalidad de adaptación del trafico TDM sobre ATM (CES)
PCPE-11	Administración	Comprobar la integración del CPE a un SNMP Manager, así como funcionalidades básicas de gestión y configuración (múltiples sesiones, ping, administración WEB y Telnet, entre otras)

Descripción y resultados de las pruebas.

A continuación se describirán cada una de las pruebas que se llevaron a cabo sobre los tres CPE evaluados. En el Anexo A se detallarán los resultados obtenidos con cada uno de los equipos, así como los comentarios y observaciones que se generaron a partir de los mismos.

1- Pruebas de Distancias y Potencias (PCPE-01).

Objetivo

Esta prueba tenía como objetivo el comprobar la compatibilidad de los CPE con las tarjetas G.SHDSL instaladas en los equipos Alcatel 7350 y 7300, así como los niveles de operación a diferentes distancias.

El esquema de montaje de las pruebas es el siguiente:

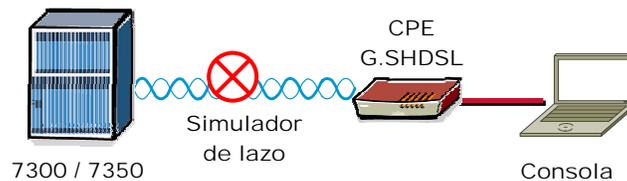


Figura 4.4. Montaje para las pruebas de distancias y potencias.

Descripción de la prueba

Esta prueba consistió en la conexión del CPE a un puerto de la tarjeta G.SHDSL del equipo Alcatel 7300 para comprobar que el CPE sincronizara correctamente sin importar la velocidad a la cual se configurara dicho puerto. Esta prueba se repitió sincronizando el CPE a un puerto de la tarjeta G.SHDSL del equipo Alcatel 7350.

Para los dos escenarios (7300 y 7350), se colocó un equipo simulador de lazo DSL (Spirent, modelo DLS-50) para verificar las distancias máximas alcanzadas por los equipos CPE así como los valores de velocidad de bits y relación señal a ruido obtenidos en cada distancia evaluada.

2- Prueba de distancias y transferencia de datos (PCPE-02)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo garantizar la transmisión de datos a diferentes distancias entre los CPE G.SHDSL utilizando la plataforma instalada de equipos Alcatel 7350 y 7300.

El esquema de montaje de esta prueba es el siguiente:

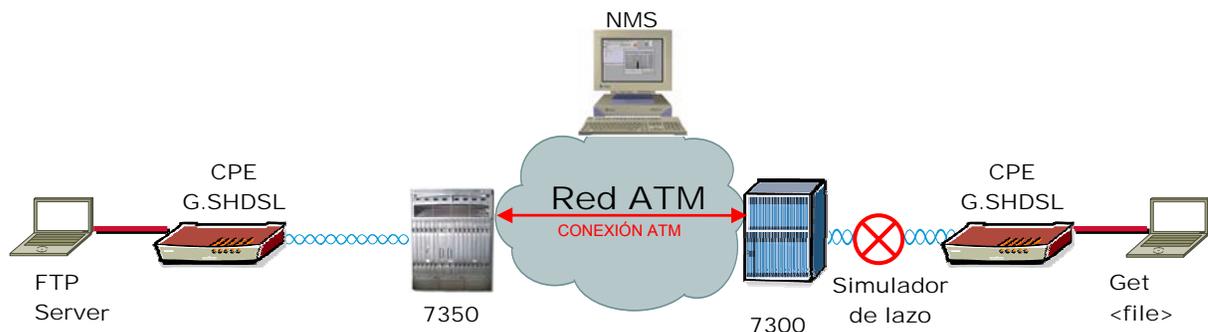


Figura 4.5. Montaje para las pruebas de distancias y transferencia de datos.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la conexión de los CPE a puertos de las tarjetas G.SHDSL tanto en el 7300 como en el 7350. Inicialmente se coloca un equipo simulador de lazo entre el CPE y el puerto de la tarjeta G.SHDSL del equipo 7300, mientras el otro CPE se conecta sin simulador de lazo hacia el 7350. Seguidamente se comprueba que el CPE del lado del 7300 sincronice correctamente sin importar la distancia que se configure en el equipo simulador de lazo. Una vez lograda la

sincronización, se debe realizar la transferencia de archivos (FTP) y medir los tiempos utilizados en la transferencia.

Esta prueba es repetida colocando el simulador de lazo entre el CPE y el puerto de la tarjeta G.SHDSL en el lado del equipo Alcatel 7350 y conectando el CPE del lado del 7300 directamente a la tarjeta G.SHDSL.

3- Prueba de Interconexión en Modo Bridging (PCPE-03)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total interconexión de dos CPE configurados en modo *Bridge* (RFC 1483-BR).

A continuación muestra el esquema de montaje:

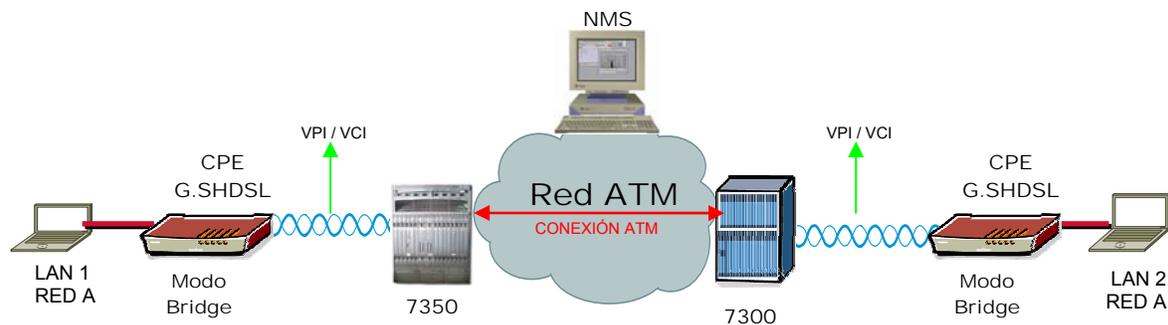


Figura 4.6. Montaje para las pruebas de interconexión en Modo Bridging.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos CPE configurados en modo *Bridge*, de manera que permitan la efectiva integración de las redes LAN en cada extremo (simuladas con 2 PC). Debido al método de encapsulación, los PC deben tener una dirección IP de la misma sub-red. La interconexión de las redes se comprobaba realizando pings y transferencias FTP entre las dos PC de las redes LAN extremas.

4- Prueba de Interconexión en Modo Routing (PCPE-04)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total interconexión de dos CPE configurados en modo *Routing* (RFC 1483-RT).

El esquema de montaje de esta prueba es el siguiente:

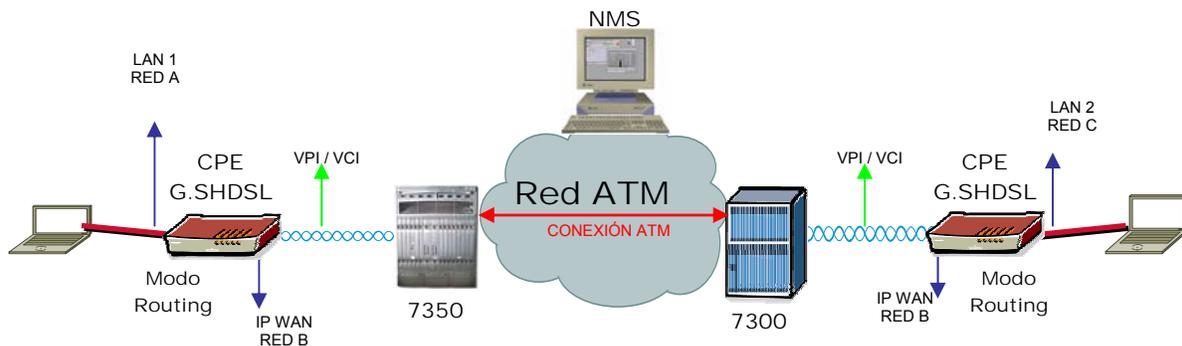


Figura 4.7. Montaje para las pruebas de interconexión en Modo Routing.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos CPE configurados en modo Routing, de manera que permitan la comunicación entre las redes LAN de cada extremo (LAN 1, Red A y LAN 2, Red C). Debido al método de encapsulación, las PC en cada LAN deberán tener una dirección IP de la misma sub-red de la IP asignada al puerto Ethernet del CPE correspondiente (Red A y Red C respectivamente). Los módems tendrán una dirección IP en la interfaz WAN pertenecientes a la misma sub-red (IP WAN, Red B), permitiendo así la conexión entre las sub-redes diferentes (A y C) asignadas en cada extremo.

5- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (PCPE-05)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total íter-operación (tráfico y protocolos de enrutamiento) entre un Router convencional conectado a la red vía un servicio Frame Relay/ATM provisto por un CPE G.SHDSL (realizando para esto Service Interworking) y un PC en el otro extremo conectado a otro CPE que realiza la adaptación directa del trafico IP en ATM en modo Routing.

A continuación se indica la topología a utilizar:

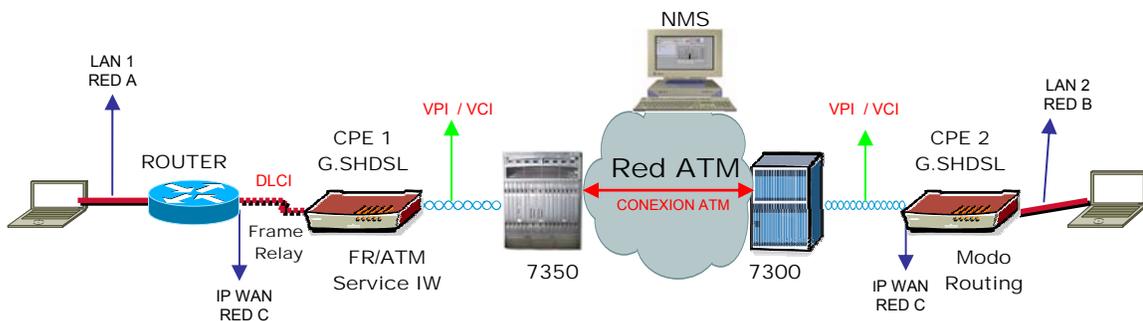


Figura 4.8. Montaje para las pruebas de Service Interworking con Router FR.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos redes LAN (simuladas por dos PC a cada extremo de la maqueta) las cuales serán integradas a través de una red híbrida con acceso Frame Relay (lado LAN 1/Router) y acceso ATM (lado LAN 2/CPE 2). Para esto se requiere la configuración de una ruta o conexión que contemple el soporte de Service Interworking en el CPE 1 conectado al Router por medio de una interfaz serial Frame Relay. El Router y el CPE 2 tendrán una dirección IP en la interfaz WAN pertenecientes a la misma sub-red (IP WAN, Red C), permitiendo así la conexión entre las sub-redes diferentes (A y B) asignadas en cada extremo.

6- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) (PCPE-06)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total inter-operación (Tráfico y protocolos de enrutamiento) entre un Router convencional (conectado a la red vía un servicio Frame Relay / DTU-3600-Passport) y el CPE G.SHDSL, realizando para esto Service Interworking en el equipo Passport de Nortel.

A continuación se indica la topología a utilizar:

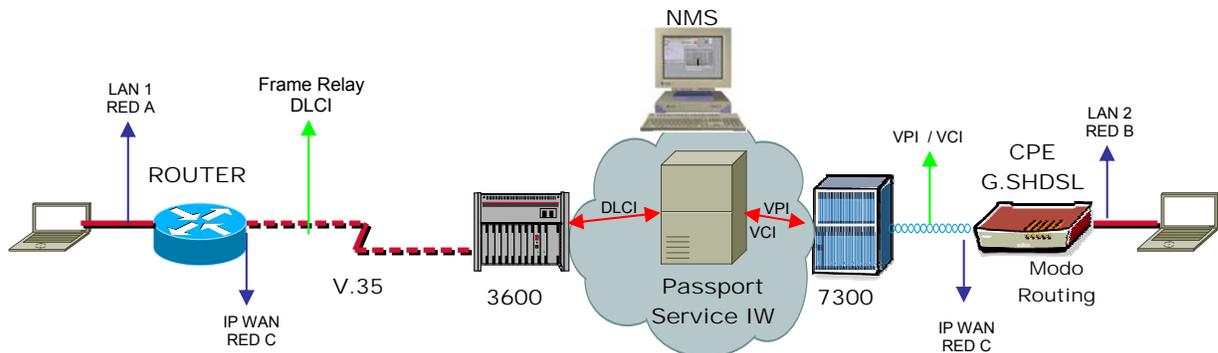


Figura 4.9. Montaje para las pruebas de Service Interworking con Router FR/TDM.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos redes LAN (simuladas por dos PC a cada extremo de la maqueta) las cuales serán integradas a través de una red híbrida con acceso Frame Relay (lado Router) y acceso ATM (lado CPE). Para esto se requiere la configuración de una ruta o conexión que contemple el soporte de Service Interworking y se pruebe el servicio a diferentes velocidades. Para esta prueba el Service Interworking se debe configurar en el Switch ATM (Passport). El Router y el CPE tendrán una dirección IP en la interfaz WAN pertenecientes a la misma sub-red (IP WAN, Red C), permitiendo así la conexión entre las sub-redes diferentes (A y B) asignadas en cada extremo.

7- Prueba de Network Interworking CPE-CPE (PCPE-07)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total inter-operación (emulación de tráfico) entre equipos de medición HP Internet Advisor interconectados a dos CPE tanto en el extremo DSLAM 7300 como del DSLAM 7350. Estos dispositivos CPE tendrán la función de adaptar el tráfico Frame Relay para su transporte sobre la red ATM usando Network Interworking – FRF.5

A continuación se indica la topología a utilizar:

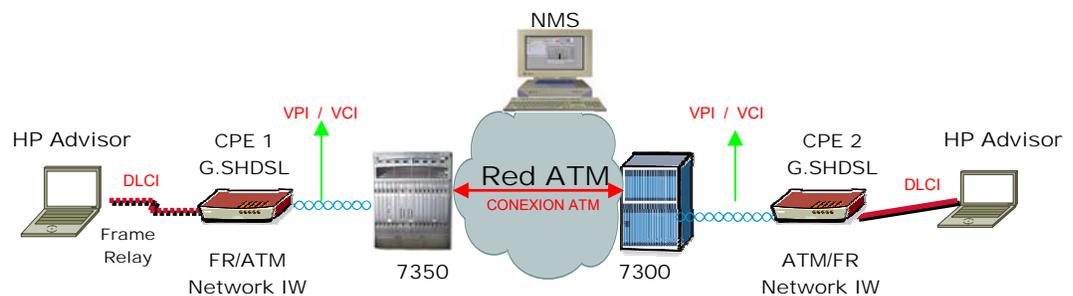


Figura 4.10. Montaje para las pruebas de Network Interworking CPE-CPE.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos redes (simuladas por dos HP Advisor a cada extremo de la maqueta) las cuales serán integradas a través de una red híbrida con acceso Frame Relay (lado equipos HP Advisor) y acceso ATM (lado CPE). Para esto se requiere la configuración de una ruta o conexión que contemple el soporte de Network Interworking en los CPE y que soporte la transferencia de información a diferentes velocidades.

8- Prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE (PCPE-08)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total inter-operación (emulación de tráfico Frame Relay) entre equipos de medición HP Internet Advisor interconectados a un CPE en el DSLAM 7300 y a un NTU-591 en el DSLAM 7350. Estos NTU-591 son los equipos que se han estado utilizando hasta la fecha para la prestación del servicio Frame Relay sobre G.SHDSL en la plataforma propietaria de Alcatel/Newbridge. Tanto el NTU como el CPE tendrán la función de adaptar el tráfico Frame Relay para su transporte sobre la red ATM usando Network Interworking.

A continuación se indica la topología a utilizar:

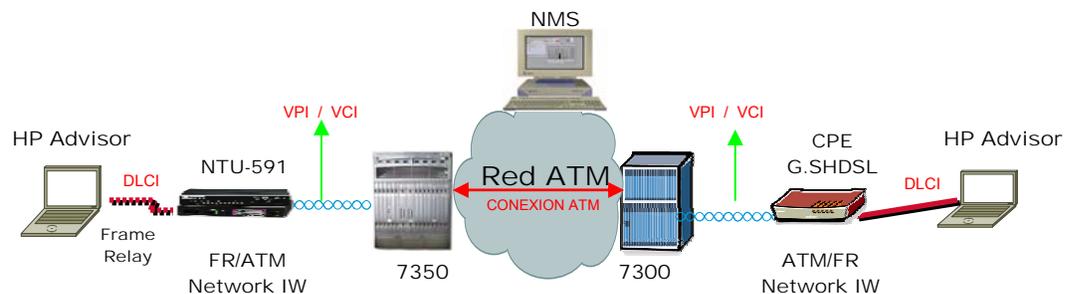


Figura 4.11. Montaje para las pruebas de Network Interworking NTU 591-CPE.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la interconexión de dos redes Frame Relay (simuladas por dos HP Advisor a cada extremo de la maqueta) las cuales serán integradas a través de una red híbrida con acceso Frame Relay (lado equipos HP Advisor) y acceso ATM (lado CPE y NTU-591). Se configurara una conexión que contemple el soporte de Network Interworking tanto en el CPE como en el NTU-591.

9- Pruebas Emulación de Circuito Estructurado (PCPE-09)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total adaptación de tráfico TDM sobre ATM utilizando la funcionalidad de Servicio de Emulación de Circuitos (CES) en los CPE en la modalidad de E1 estructurado o canalizado.

A continuación se indica la topología a utilizar:

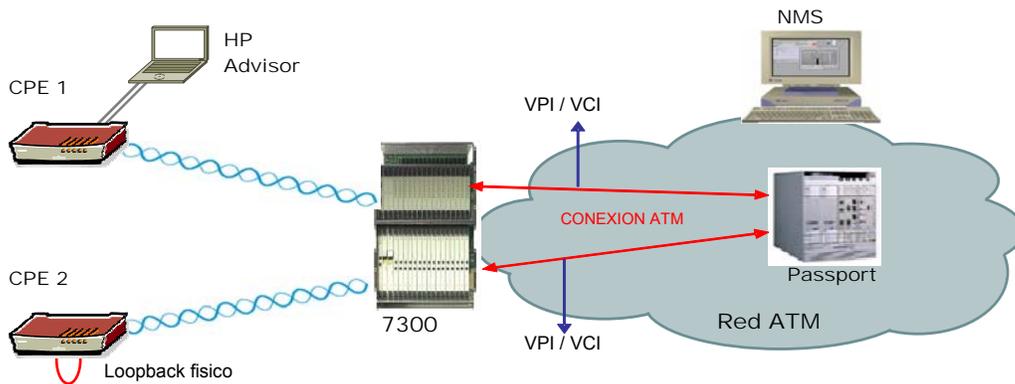


Figura 4.12. Montaje para las pruebas de Emulación de Circuito Estructurado.

Descripción de la prueba

Esta prueba tiene dos partes, en la primera se comprobaba el funcionamiento de una conexión que utiliza solo 10 canales de los 31 disponibles en un E1 estructurado. En la segunda parte se comprobaba el funcionamiento de los 31 canales en su totalidad.

En ambos CPE se configura el servicio CES. Se realiza una interconexión desde el CPE 1 a través del DSLAM 7300 al switch ATM (Passport). En el switch ATM se interconectan los dos PVC de forma de pasar el tráfico hacia el CPE 2. Estos PVC se configuran CBR con PCR 722 Kb/s para el caso de los 10 canales y

PCR 2112 Kb/s para el caso de 31 canales. En el CPE 2 se coloca un loopback físico (cable coaxial) en la interfaz E1 para de esta manera poder observar en el equipo de medición (HP Advisor) el correcto envío y recepción de datos TDM.

10- Pruebas Emulación de Circuito No-Estructurado (PCPE-10)

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar la total adaptación de tráfico TDM sobre ATM utilizando la funcionalidad de Servicio de Emulación de Circuitos (CES) en los CPE en la modalidad de E1 no-estructurado.

La topología a utilizar es exactamente la misma de la prueba anterior (PCPE-09).

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en la configuración de los sistemas E1 en modo no-estructurado (E1-unframed) tanto en el equipo de medición como en los CPE, en los cuales se debe configurar la funcionalidad de CES. Se realiza la medición del tráfico TDM generado en el HP Advisor el cual se devuelve por el loop colocado en el otro extremo de la conexión.

Para esta prueba se debe interconectar a través del DSLAM y la red ATM los dos PVC que transportarán el tráfico entre los dos CPE. Estos PVC se configuran CBR con un PCR de 2112 Kb/s.

11- Pruebas de Administración (PCPE-11).

Objetivo

Esta prueba tiene como objetivo el comprobar las funcionalidades de administración comúnmente utilizadas por los gestores de la red de CANTV.

A continuación se indica la topología a utilizar:

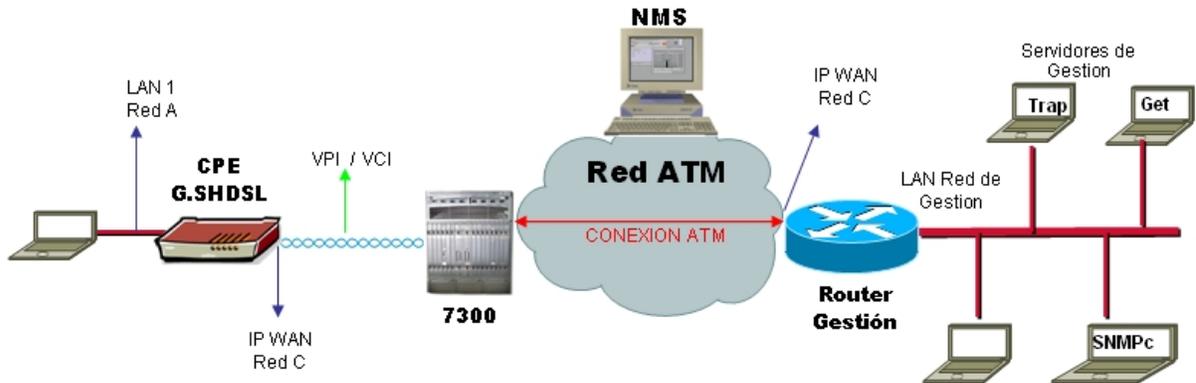


Figura 4.13. Montaje para las pruebas de Administración.

Descripción de la prueba

Esta prueba consiste en habilitar la funcionalidad de gestión SNMP en el CPE y comprobar, bajo simulación de eventos, el correcto envío de mensajes del tipo “traps” hacia el dispositivo definido como SNMP Manager. También se comprobarán las funcionalidades de acceso y administración del CPE por medio de Telnet y HTTP (Web Browser), así como la capacidad del CPE de soportar múltiples sesiones de administración de forma simultánea.

Entre los eventos a monitorear está el desempeño del CPE (procesamiento, memoria, buffer, tareas), así como el desempeño de los servicios configurados y de las interfaces físicas del equipo.

SELECCIÓN DEL EQUIPO CPE.

Del conjunto de pruebas realizadas se determinó que el equipo Telindus 1431 era el único que podía cumplir con la totalidad de las pruebas pautadas, pues los equipos PATTON 3086 y ADTRAN no pudieron cumplir con el requerimiento de

servicios de Emulación de Circuitos, el cual es indispensable para la prestación del servicio de voz por CPA.

A continuación se presenta una matriz de comparación basada en las principales características que se estuvieron certificando durante las pruebas.

Tabla 4.2. Matriz de comparación de las características de los CPE evaluados.

Equipo	Beneficios																
	Interfaz WAN G.SHDSL	Maneja un ancho de banda hasta 2.304Mbps a 2 hilos	1 puerto V.35	1 Puerto E1 G.703 (estructurado y no estructurado)	1 Puerto Ethernet 10/100BaseT	Realiza ARP/NAT/PAT	Funcionalidades VPN L2TP	Permite QoS para PVC en CBR, VBR-nt, UBR	Funcionalidad de Bridging VLAN	Enrutamiento, rutas estáticas, dinámicas, RIP v.1 y RIP v.2	Enrutamiento OSPF	PPPoE y PPPoA	Service Interworking (FR-ATM)	Network interworking (FR-ATM-FR)	Funcionalidades de Firewall	Fuente de Poder -48VDC o 110VAC	Gestión vía SNMP, HTTP Y Telnet
Telindus 1431	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					
Patton 3086	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Express 6503	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>								110V	<input checked="" type="checkbox"/>

INCLUIDO OPCIONAL

El equipo PATTON 3086 tiene el inconveniente de que si se requiere una interfaz G.703 para la prestación del servicio de CPA, se debe disponer de una versión del CPE que en vez de la interfaz V.35 disponga de la G.703., lo que obligaría a mantener inventarios de ambos modelos de equipos para poder satisfacer estos servicios. En el caso del equipo ADTRAN sucede algo similar, pues presentan un modelo (6503) para interfaz V.35 y otro modelo (544R) para conexión Ethernet, mientras que no se dispuso de un modelo para la interfaz G.703. En el caso del equipo Telindus 1431, se dispone de módulos intercambiables para disponer de interfaces V.35 y G.703, lo que permite la adquisición del chasis genérico del equipo (el cual trae la interfaz Ethernet) y los módulos V.35 y G.703 por separado, lo que resulta en una economía significativa a la hora de mantener un inventario para repuestos y servicios.

En cuanto a costos, se hizo una estimación tomando como referencia el equipamiento necesario para dar servicio a 100 clientes con cualquiera de las interfaces V.35, Ethernet y G.703 (las que estén disponibles por modelo) y con un stock de repuestos del 50% (50 unidades). La alternativa más económica resulto ser ADTRAN, seguida de Telindus 1431 con un incremento de 6% y luego PATTON 3086 con un costo 45% superior.

Las ventajas de versatilidad en cuanto a configuración física del equipo, sus costos razonablemente competitivos así como sus completas funcionalidades, hicieron del equipo Telindus 1431 la mejor opción para la implementación final de este proyecto, siendo esta la escogencia definitiva de CANTV para la prestación de los servicios de datos a través de G.SHDSL.

DEFINICION DE LOS SERVICIOS A OFRECER.

Una vez establecido el equipo CPE a utilizar en la implantación inicial de este proyecto, viene la tarea de establecer los servicios finales que se podrán ofrecer sobre esta nueva plataforma.

Esquema de conexión básico del CPE G.SHDSL.

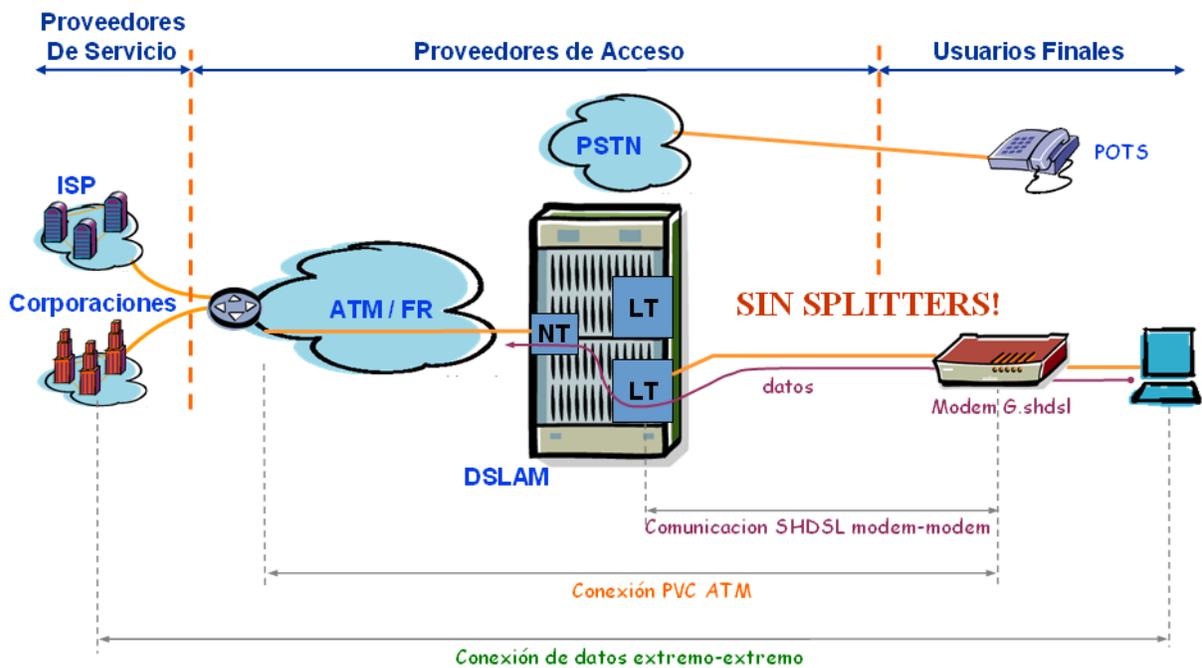


Figura 4.14. Esquema general de conexión de los CPE G.SHDSL.

En este esquema básico se observa la conexión del módem G.SHDSL a través de un par de cobre al equipo DSLAM. En el DSLAM se encuentran las tarjetas concentradoras (LT-Line Terminal) en donde se agrupan los "módems" receptores del lado central en la forma de puertos G.SHDSL. Estas tarjetas pueden agrupar 12, 24 y hasta 48 puertos. Dentro del equipo DSLAM o Nodo Multiservicio se realiza una conexión ATM entre el puerto de la tarjeta LT y la tarjeta NT (Network Terminal) que proporciona la conexión hacia la red ATM/Frame Relay. Esta tarjeta NT puede dar conexión a través de puertos E1 (usando IMA), E3 y STM1. En la red ATM/FR se construye el PVC necesario para conectar con los equipos del otro extremo de la

conexión. Estos pueden ser los *routers* del cliente o también puede ser otro DSLAM para terminar la conexión en otro módem G.SHDSL.

En este esquema se resalta también el hecho de que el par de cobre utilizado para una conexión G.shdsl no puede ser compartido con el servicio de telefonía tradicional (POTS) tal como ocurre con las conexiones ADSL, por lo que no es necesaria la instalación de *splitters* en la central telefónica ni de filtros en el lado de abonado.

Servicio Frame Relay.

Este es uno de los servicios básicos ofrecidos por CANTV. Se trata esencialmente de entregar un puerto de acceso Frame Relay en una determinada localidad A y trasportar estos datos hacia otra localidad B, bien sea bajo el mismo protocolo Frame Relay (FR-FR) o bien en ATM (FR-ATM).

El servicio Frame Relay puede ser provisto con el equipo Telindus 1431 mediante interfaces E1 G.703 canalizados y no canalizados así como mediante interfaz serial V.35.

Especificaciones y configuración del servicio:

Este servicio presenta dos modalidades de configuración: cuando se requiere conectar dos localidades que operan bajo redes Frame Relay o cuando una de las localidades es Frame Relay y la otra opera en ATM. Para el primer caso se deben realizar las conversiones FR/ATM bajo el esquema Network Interworking. Para el segundo caso, se utiliza el esquema Service Interworking.

Un caso típico de conexión Frame Relay-Frame Relay usando Network Interworking se muestra a continuación:

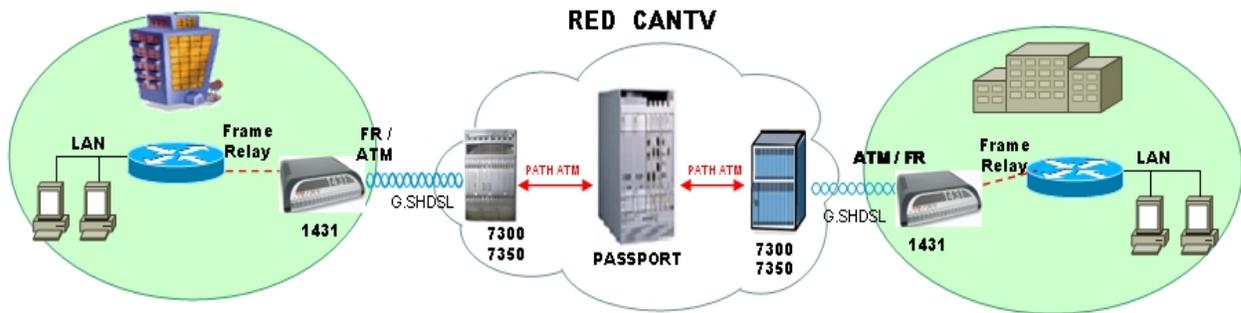


Figura 4.15. Conexión Frame Relay-Frame Relay con Network Interworking.

En la figura se observa que en ambos extremos de la conexión, el equipo del cliente entrega una conexión Frame Relay hacia los CPE 1431. En este caso la configuración del modo de Interworking debe ser FRF.5 en ambos módems.

El caso de una conexión Frame Relay-ATM se muestra en la siguiente grafica:

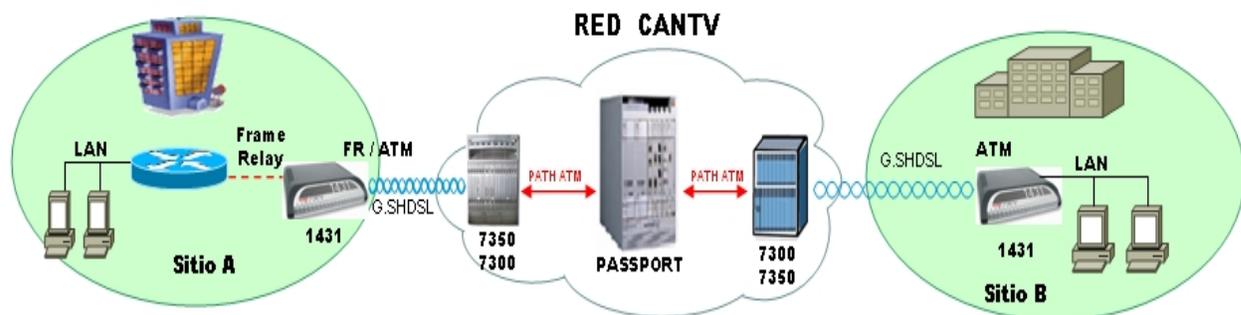


Figura 4.16. Conexión Frame Relay-ATM con Service Interworking.

En el sitio A, el cliente entrega Frame Relay a la interfaz física del equipo Telindus, mientras que en el sitio B los paquetes Ethernet de la LAN del cliente son adaptados directamente a ATM dentro del CPE. La configuración del modo de Interworking debe ser FRF.8 para el caso del módem del sitio A.

En ambos casos, en la configuración de los módems Telindus 1431 que deben realizar la adaptación Frame Relay-ATM, se deben especificar los parámetros

Frame Relay (DLCI, CIR y EIR) hacia la interfaz de usuario V.35 o G.703, y los parámetros ATM VPI y VCI hacia la conexión WAN. Se debe acotar que este módem puede trabajar con las categorías CBR, NRT-VBR y UBR en ATM. Para los servicio Frame Relay se recomienda la categoría NRT-VBR, por lo que se deben especificar los descriptores de tráfico PCR, SCR y MBS. Esto es así, puesto que el equipo DSLAM 7300/7350 normalmente tienen como función principal concentrar tráfico de Internet (Servicio ABA) el cual posee una categoría de servicio UBR. De esta manera, el tráfico empresarial de datos Frame Relay estaría privilegiado sobre el tráfico residencial de acceso a Internet.

Los valores del DLCI en Frame Relay pueden estar entre 16 y 1022. El valor del CIR y el EIR pueden ir desde 0 hasta el máximo que provea la interfaz del usuario (1984Kbps para V.35 y 2048Kbps para G.703) en múltiplos de 64000 bps.

En cuanto a ATM, el rango del VPI es entre 0 y 255 y del VCI es entre 32 y 65535. El PCR y el SCR pueden estar entre 0 y el máximo de la conexión física hacia la red ATM (2304 Kbps). El MBS se expresa en cantidad de celdas a ser transmitidas durante el PCR y tiene un rango entre 0 y 2147483647 celdas.

En el Anexo B se muestra la configuración del CPE Telindus 1431 para este servicio en las dos modalidades de Interworking.

El resto de las conexiones ATM, tanto en los DSLAM 7300/7350 como en los equipos Passport de la Red ATM, se realizan mediante PVCs con las mismas características de configuración y calidad de servicio entregadas por el CPE, es decir, PVCs con categoría NRT-VBR y con los mismos parámetros PCR, SCR y MBS configurados en el módem Telindus.

Servicio de Emulación de Circuitos.

El servicio de emulación de circuitos provee un mecanismo de transporte transparente para redes TDM sobre redes ATM, permitiendo conectividad equivalente a una línea digital dedicada.

Este servicio puede ser provisto en el módem Telindus 1431 mediante interfaz serial V.35 o mediante interfaces E1 G.703 canalizados y no canalizados para la conexión de centrales telefónicas privadas (CPA/PBX).

Especificaciones y configuración del servicio:

El Servicio de Emulación de Circuitos (CES por sus siglas en ingles *Circuit Emulation Service*) utiliza la capa de adaptación ATM AAL1 para segmentar el tráfico TDM entrante y convertirlo en celdas ATM con la información de temporizado necesaria para el correcto reensamblaje del circuito en el destino.

El manejo de reloj en los servicios CES pueden ser de dos tipos: síncrono y asíncrono. En el CES síncrono se asume que existen relojes de sincronismo equivalentes en ambos extremos de la conexión, por lo que no se transporta ninguna información de sincronismo en las celdas ATM. En el CES asíncrono se envía información de reloj en las celdas ATM de un extremo del circuito a otro. Esta información de sincronismo es denominada SRTS (Synchronous Residual Time Stamp). El módem Telindus 1431 solo soporta CES síncrono.

Un ejemplo de servicio CES para interconexión de centrales telefónicas se muestra a continuación:

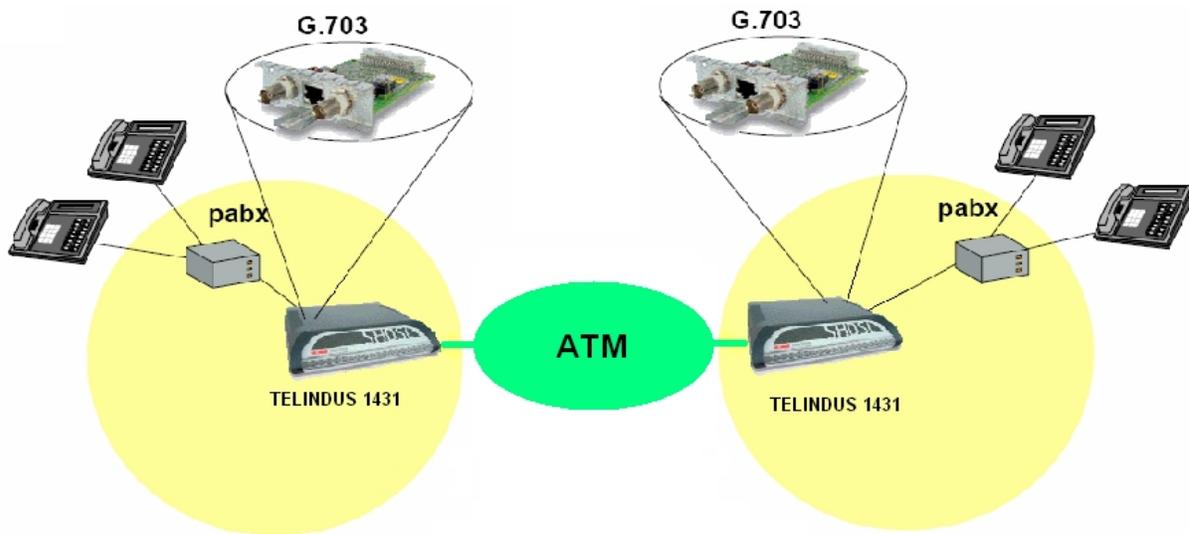


Figura 4.17. Servicio de Emulación de Circuitos para conexión de PABX.

La configuración de este servicio en el módem Telindus 1431 requiere la definición de la interfaz G.703 como del tipo no estructurado y con encapsulación CES (AAL1). De esta manera se tiene disponible los 2048 Kbps del E1 en su totalidad para conectarlos a la PABX.

Hacia la interfaz WAN del Telindus, se configura el VPI y el VCI del PVC ATM que saldrá hacia la red de transporte con categoría de servicio CBR. El descriptor de tráfico PCR se fija automáticamente en la máxima velocidad de 2304 Kbps.

Los parámetros de QoS CTD (Cell Transfer Delay – Retardo de Transferencia de Celdas) y CDV (Cell Delay Variation – Variación en el Retardo de Celdas o *jitter*) son críticos cuando se transportan aplicaciones en tiempo real tales como voz y video. Durante el proceso de ensamblaje de las celdas que llegan de la red ATM para ser entregadas a la interfaz serial, se requiere de *buffers* de reensamblaje que almacenen las celdas a medida que estas van llegando para posteriormente ensamblarlas y enviarlas a la interfaz serial. Este buffer debe ser lo suficientemente grande como para compensar el CDV más grande que se pueda presentar en el PVC ATM, pero no tanto como para inducir excesivos retardos en la transferencia de celdas en general (CTD).

En el módem Telindus, los parámetros que controlan este buffer son el maxCellVariation y el fillSize.

El maxCellVariation permite absorber el CDV o jitter de las celdas que se reciben de la red ATM antes de ensamblarlas y entregarlas a la interfaz serial de salida. Este parámetro define cuantas celdas se almacenan antes de vaciar el buffer ATM. Su valor esta entre 2 y 40. Este valor es siempre la mitad del tamaño real del buffer, por lo que si se coloca en 8, el tamaño completo del buffer es 16.

El fillSize permite fijar la cantidad de bytes con los cuales se debe llenar una celda antes de ser enviada. Su rango de valores esta entre 2 y 47. Su efecto se fundamenta en los retardos que se introducen durante el ensamblaje de celdas antes de ser enviadas a la red ATM, es decir, el tiempo que se demora en recolectar suficientes datos como para llenar una celda. Este retardo se puede reducir enviando las celdas parcialmente llenas, sin esperar a que se llenen con los 48 bytes reglamentarios de la celda ATM. Este factor reduce el retardo general de las celdas (CTD) a expensas de una mayor tasa de envío.

Otra de las variantes del servicio de emulación de circuitos es el transporte de circuitos de datos TDM, tal como se muestra a continuación:

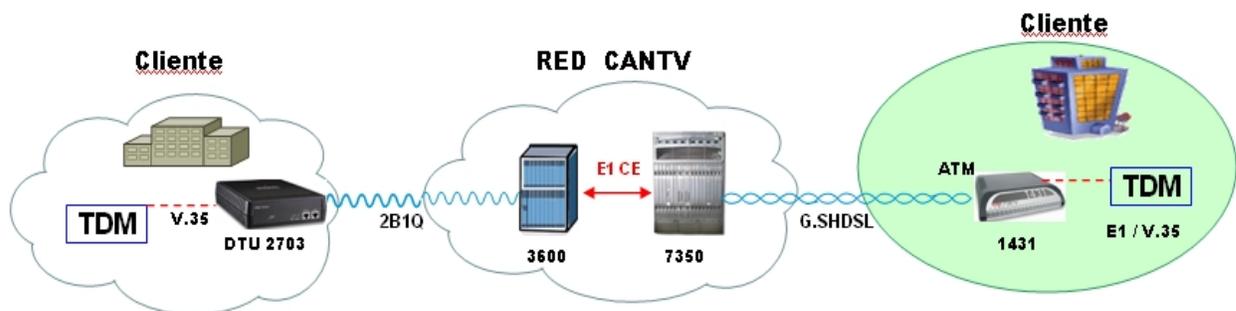


Figura 4.18. Servicio de Emulación de Circuitos para conexión de circuitos TDM.

En este ejemplo, un extremo de la conexión se entrega con el módem Telindus 1431 y el otro con un DTU 2703 de Alcatel/Newbridge que utiliza 2B1Q

para el acceso de última milla hacia los multiplexores TDM de la familia 36xx del mismo fabricante. En este caso, el equipo de acceso G.SHDSL en la red de CANTV es el 7350 también de Alcatel/Newbridge, el cual posee tarjetas E1 de emulación de circuitos que le permiten interconectarse con la red TDM basada en los equipos 36xx.

En esta modalidad, el Telindus 1431 puede ofrecer hacia el cliente una interfaz G.703 en la forma de un E1 fraccionado (estructurado) o bien una interfaz serial V.35.

En el caso de manejar E1 estructurado o fraccionado en el Telindus, la configuración en este equipo es muy similar a la descrita anteriormente para E1 no estructurado. Básicamente se diferencia en que la interfaz G.703 se configura como fraccionada (framed), ofreciendo a la conexión del cliente solo una fracción del E1 expresada en cantidad de ranuras de tiempo o canales de 64 Kbps. Esta cantidad es configurable entre 1 y 31 canales. En el caso de proveer una interfaz V.35, se configura la velocidad de la línea hacia el usuario. La encapsulación sigue siendo AAL1.

Hacia la conexión ATM del Telindus se configura el VPI y el VCI del PVC correspondiente que saldrá hacia la red de transporte con categoría de servicio CBR. El descriptor de tráfico PCR se coloca a la velocidad de la interfaz V.35 o a la correspondiente con la cantidad de canales de 64 configurados en el E1 fraccionado. Los parámetros de calidad de servicio CTD y CDV se compensan igualmente con los valores de maxCellVariation y el fillSize tal como se explicó anteriormente.

En el Anexo B se muestran las configuraciones del CPE Telindus 1431 para este tipo de servicio en las dos modalidades de interfaz de usuario (V.35 y G.703 tanto estructurado como no estructurado).

El resto de las conexiones ATM, tanto en los DSLAM 7300/7350 como en los equipos Passport de la Red ATM, se realizan mediante PVCs con las mismas características de configuración y calidad de servicio entregadas por el CPE, es decir, PVCs con categoría CBR y el valor del PCR configurado en el módem Telindus.

Servicios de Interconexión de Redes LAN.

La finalidad de estos servicios es la de proveer conectividad a las redes LAN privadas de clientes corporativos entre si o a algún servicio IP que el cliente requiera. Entre los beneficios de este tipo de servicio están la facilidad de creación de VPNs y de Intranets. El cliente no tiene que instalar un *router* adicional al CPE para disponer de este tipo de servicios (tal como ocurría con anterioridad usando CPEs con conexión Frame Relay o TDM) ya que la conectividad Ethernet está integrada directamente al CPE del cliente mediante un puerto 10/100 Base T. Por otro lado, el módem Telindus dispone también de un conjunto de funcionalidades que permiten proporcionar servicios adicionales de acceso, seguridad y enrutamiento, tales como NAT, PAT, *firewall*, *tunneling*, VLAN, DHCP, entre muchas otras.

Especificaciones y configuración del servicio:

Este servicio presenta dos modalidades básicas de configuración para el transporte de tráfico no orientado a conexión sobre ATM AAL5: Modalidad *Bridging* y Modalidad *Routing*, las cuales están fundamentadas en la especificación RFC 1483.

Modalidad *Bridging*: Cada protocolo es transportado sobre un PVC separado, y se ejecuta multiplexaje de protocolos basada en los PVC. En esta modalidad, las redes a interconectar deben pertenecer a un mismo segmento de red en vista de que las direcciones MAC deben ser transmitidas mediante Broadcast para establecer la conexión entre los equipos terminales.

Modalidad *Routing*: Permite multiplexaje de múltiples protocolos sobre un único PVC ATM. El protocolo encapsulado (IP, 802.3 MAC, etc.) se identifica precediendo a la trama Ethernet con un encabezado IEEE 802.2 LLC/SNAP (Logical Link Control/Subnetwork Access Protocol). Desde el punto de vista de la red, la conexión WAN ATM se presenta como un puerto de enrutamiento, por lo que las tramas son transferidas en función de su encabezado de capa 3 (IP), ignorándose el encabezado Ethernet.

A continuación se muestra un esquema típico de interconexión de redes LAN corporativas:

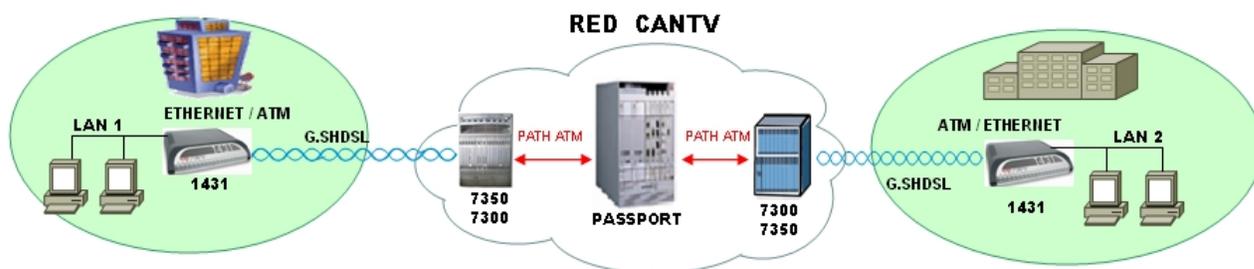


Figura 4.19. Servicio de interconexión de redes LAN.

La configuración de este servicio en el módem Telindus 1431 depende de la modalidad de interconexión ofrecida. En la Red ATM, la interconexión se realiza a través de PVCs ATM con categoría de servicio NRT-VBR y con descriptores de tráfico PCR, SCR y MBS establecidos de acuerdo a lo que se configure el CPE.

En el caso de interconexión en modo Bridge, como se mencionó anteriormente, las redes LAN 1 y LAN 2 deben pertenecer a un mismo segmento. El módem Telindus 1431 se configura en modo Bridge y se le pueden definir grupos lógicos de "Bridges" que permiten el establecimiento de VLANs, cada una con su dirección IP y segmento de red definido.

Por ejemplo, si se definen dos VLAN (VLAN1 y VLAN2) y cinco PVC (PVC 1 al PVC 5), se pueden agrupar a la VLAN 1 el PVC 1 y 2 mediante el “Bridge” por defecto, denominado *bridge group* y a la VLAN 2 los PVC 3, 4 y 5 mediante la definición de un “Bridge” adicional denominado VPN bridge group, tal como se muestra en la siguiente figura.

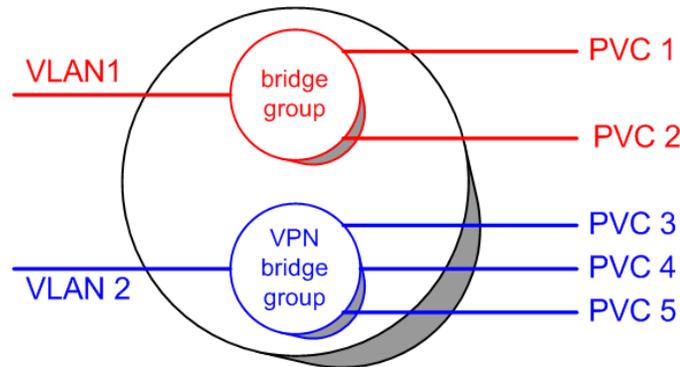


Figura 4.20. Definición de grupos de Bridge en el Telindus 1431[2].

Otros elementos que se pueden agregar a la definición de los Bridge, son la configuración de políticas de manejo de tráfico y la definición de listas de acceso.

El manejo de tráfico se realiza mediante la definición de colas y de prioridades para esas colas, así como la cantidad de paquetes a ser colocados en cada una de las colas antes de empezar a descartarlos.

Las listas de acceso se definen en función de las direcciones MAC de los elementos a filtrar.

En el caso de interconexión en modo Routing, se realiza la interconexión de redes que difieren entre si y a las cuales se les aplican condiciones de acceso y seguridad mas complejas que en el modo Bridging.

El módem Telindus se configura en modo Routing, definiendo una red para la interfaz LAN local (LAN 1 o LAN 2) y otra para le interfaz WAN (PVC ATM). Se hace

entonces necesaria la creación de tablas de enrutamiento bien sea mediante rutas estáticas, protocolos de enrutamiento (RIP1, RIP 2) o una combinación de ambos. También se dispone de los servicios de traducción de direcciones (NAT y PAT) para la utilización de direccionamiento IP privado y su traducción a una dirección IP pública (servicios de acceso a Internet Corporativo).

Otra de las opciones disponibles en modo Routing, consiste en la definición de enrutamientos basados en políticas de tráfico. Esta opción ofrece la posibilidad de definir alternativas de enrutamiento basadas en información adicional a la simple dirección IP de destino. Por ejemplo, si se dispone de dos PVC ATM para conectar dos localidades determinadas que manejan tráfico de voz y de datos, se podría definir uno de los PVC para cursar solo tráfico de voz y el otro para los datos. El tráfico se diferenciaría mediante la definición de una política de tráfico (Traffic Policing) basada en la configuración del *byte* TOS (Type of Service) en el encabezado del paquete IP. Colocando esta política de tráfico en la tabla de enrutamiento, se logra la separación deseada de los flujos de datos.

Existen otras alternativas para la definición de Traffic Policing, las cuales se basan en el manejo de colas. En el módem Telindus se definen 7 colas, a las cuales se le asigna una prioridad de transferencia de paquetes hacia la red de destino.

Adicionalmente a las funcionalidades anteriormente señaladas, se dispone de otras opciones de servicio tales como DHCP para la asignación automática de direcciones, túneles L2TP para la conexión de Redes Virtuales Privadas (VPN) a través de redes públicas, IPSEC para el manejo de la seguridad en dichas VPN y listas de acceso extendidas para el control de entrada/salida de paquetes en una determinada interfaz.

En el Anexo B se muestran las configuraciones básicas del módem Telindus para la interconexión de redes LAN tanto en el modo routing como bridging.

GESTION DE LOS CPE TELINDUS 1431.

El CPE Telindus 1431 se puede gestionar a través de múltiples interfaces y conexiones.

La principal herramienta de gestión es el TMA (Telindus Maintenance Application) el cual es un software basado en Windows el cual provee una interfaz grafica muy amigable que proporciona un completo control sobre el CPE, permitiendo configurarlo, verificar su desempeño y chequear la información de sus alarmas. También existe una versión de TMA para HP OpenView, la cual integra sus facilidades con las ventajas y características propias de esta plataforma. A continuación se muestra una ventana de gestión del Telindus 1431 a través del TMA.

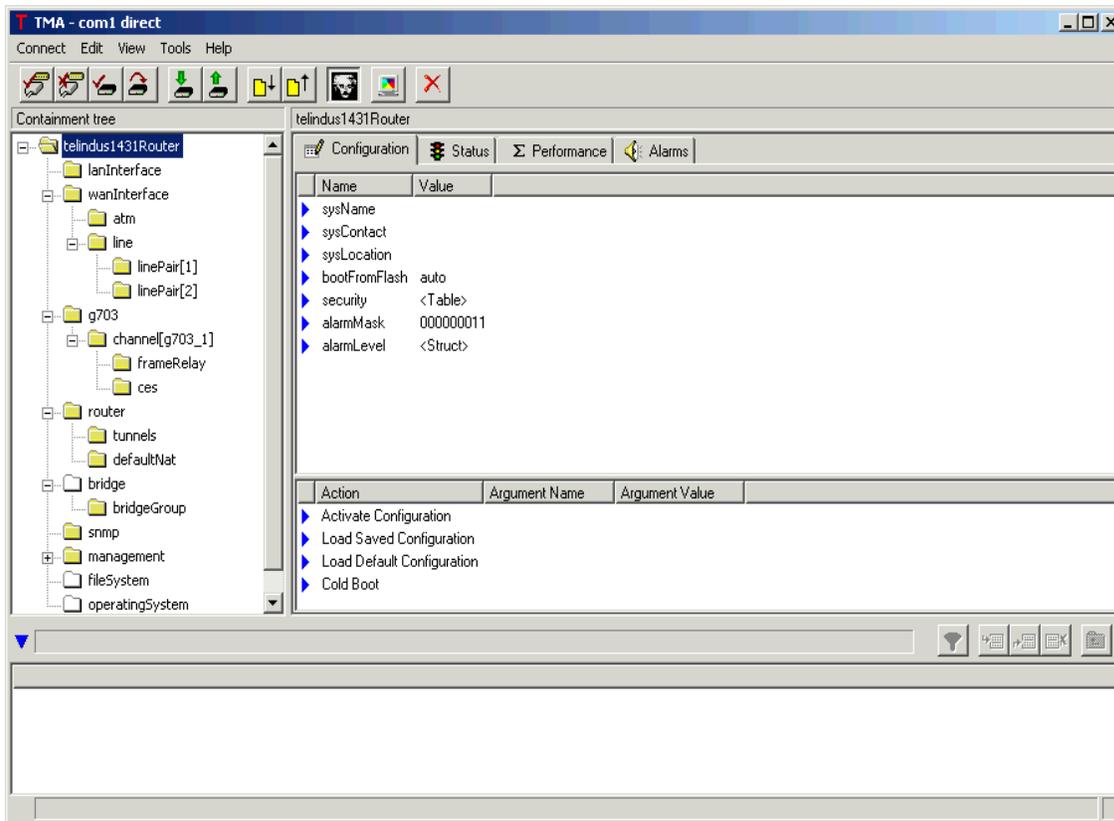


Figura 4.21. Vista general de la interfaz de gestión TMA para el Telindus 1431.

Existe una versión TMA CLI (Command Line Interface) que permite la ejecución de comandos en la forma de pequeños programas o *scripts*

proporcionando una forma de automatizar tareas de gestión y mantenimiento rutinarias.

Otra opción es a través de una interfaz WEB (http), la cual presenta una interfaz de menús al usuario que le permite igualmente desempeñar todas las tareas de administración.

Finalmente, se puede gestionar el módem Telindus a través de SNMP usando cualquier herramienta de manejo de este protocolo. El módem soporta traps, MIB2 y una versión de MIB privada.

Existe dos formas de acceder al equipo Telindus mediante las herramientas antes señaladas: acceso local y acceso remoto. El acceso local se puede realizar a través de un puerto serial de consola DB-9 o a través del puerto Ethernet. El acceso remoto se logra a través de la dirección IP de gestión del equipo.

Este acceso remoto se realiza por medio de una conexión *in band*, es decir, un PVC ATM que utiliza el mismo medio de transmisión que los PVC de servicio al cliente conectado al equipo. Este PVC ATM se configura con un VPI=0 y un VCI=32 en la interfaz WAN del módem, así como una categoría de servicio NRT-VBR, con un PCR de 32 Kbps y un SCR de 32 Kbps.

CONCLUSIONES

La plataforma de acceso G.SHDSL es una solución ideal para satisfacer los requerimientos de transmisión de información de los clientes empresariales de CANTV permitiendo una fácil integración de servicios y ofreciendo interconexión simétrica a alta velocidad en un ambiente confiable. Estas características proporcionan una ventaja competitiva muy importante dado que la tendencia es y será que en la última milla, el cliente disponga del suficiente ancho de banda para soportar todos los servicios que requiera en un solo medio físico.

Esta solución proporciona un esquema de interconexión costo-efectivo que le permite a CANTV obtener ahorros importantes en comparación con las soluciones tradicionales TDM y xDSL propietarios, maximizando el rendimiento de la planta de cobre externa.

La solución planteada proporciona ahorros en términos de gastos de equipamiento de última milla. Un ejemplo de esto lo constituyen las situaciones en donde con anterioridad se requería instalar un DTU y un enrutador, siendo que ahora se dispone de un CPE que integra las dos funcionalidades en un mismo equipo. Para CANTV, también se producen ahorros en el área operativa, pues ya no se deben destinar recursos para la gestión y mantenimiento de un DTU y de un enrutador por separado (que adicionalmente tienen sistemas independientes de administración) sino que se trabajaría sobre un único equipo CPE. Por otro lado, el hecho de operar bajo un estándar internacional garantiza la interoperabilidad entre distintos fabricantes, lo que permite disponer de una amplia gama de proveedores lo que al final se traduce en menores costos por CPE.

Es por lo anterior que la red de acceso de CANTV esta evolucionando desde una situación de multiplicidad de plataformas de acceso de datos propietarias hacia infraestructuras de acceso basada en estándares como ADSL y G.SHDSL.

Los ASAM 7350 y 7300 son los dos equipos que actualmente proveen acceso G.SHDSL en la red de CANTV. El 7350 es un equipo multiservicio que resulta muy costoso de explotar solo para accesos xDSL, razón por la cual no resulta factible el crecimiento de esta plataforma para este tipo de servicios. El 7300 por otro lado, es un equipo relativamente económico y optimizado para la prestación de servicios ADSL y G.SHDSL, lo que justifica el enorme crecimiento que ha tenido esta plataforma en los últimos años.

Los protocolos de pruebas diseñados para comprobar las cualidades de los distintos CPE G.SHDSL que se intentaban introducir en la red de CANTV, permitieron establecer las premisas básicas de funcionamiento de estos equipos, sus rangos operativos, las configuraciones típicas para la prestación de los distintos servicios, así como las modalidades de monitoreo y administración.

La selección del equipo CPE Telindus 1431 se fundamentó en los resultados positivos alcanzados durante las pruebas realizadas así como en la flexibilidad que le proporciona el hecho de ser un equipo modular. Por otro lado sus costos razonables y la calidad del soporte brindado por el proveedor, le proporcionaron ventajas adicionales que le permitieron ser escogido como el CPE a instalar durante la primera etapa de este proyecto.

De las experiencias recopiladas durante los protocolos de pruebas realizados con el Telindus 1431 en las maquetas de CANTV, se elaboraron manuales de instalación y configuración básicos dirigidos al personal que realiza las instalaciones en los clientes así como para el personal de aprovisionamiento de servicios. De la misma manera, se elaboro un manual de resolución de fallas generales del equipo dirigido al personal de monitoreo y soporte de primer nivel.

Los servicios previstos para ser implementados inicialmente sobre esta plataforma son el servicio Frame Relay, el servicio de Emulación de Circuitos (TDM) y los servicios básicos de interconexión de redes LAN. Sin embargo, el CPE

G.SHDSL dispone de muchas otras funcionalidades que permitirán ir agregando nuevos servicios en la medida que las necesidades de los clientes los vayan requiriendo.

Es de resaltar que la calidad, niveles y tipos de servicios acordados y contratados por los clientes sobre las redes Frame Relay y TDM (los SLA), se pueden garantizar sobre esta plataforma de acceso G.SHDSL, ya que los equipos CPE utilizan ATM como tecnología de capa 2 para la adaptación y conversión del tráfico de cliente en celdas, las cuales son manejadas posteriormente por los DSLAM y el resto de la red ATM con una calidad de servicio garantizada.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Presentación **Single pair High speed DSL (SHDSL) 730X ASAM**. Werner Van Loock. Alcatel University.
- [2] Manual **Telindus 1431 SHDSL CPE. User and reference manual. Versión 1.5**. Telindus Technical Publications. Bélgica.
- [3] Manual **Alcatel 7350 ASAM Release 1.0H Technical Practices**. Alcatel.
- [4] Manual **Alcatel 7300 ASAM Hardware Installation Manual**. Alcatel.
- [5] Manual **3086 ipRocketLink G.SHDSL Integrated Access Device. Technical Overview**. Patton Electronics Company.
- [6] Manual **Express 6503 SHDSL ATM DSU. User Manual**. Adtran.
- [7] Goralski, Walter. 2000. **Tecnologías ADSL y xDSL**. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- [8] Leon-Garcia, Alberto y Widjaja, Indra. 2002. **REDES DE COMUNICACIÓN Conceptos Fundamentales y Arquitecturas Básicas**. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- [9] Mervana, Sanjeev y Le, Chris. 2002. **Design and Implementation of DSL-Based Access Solutions**. Cisco Press, Indianapolis.
- [10] Dobrowski, George. Mukherjee, Soum. Engstrom, Jimmy. Lindecke, Sascha. Nicholson, Andrew y Dropping, Barry. **Symmetric DSL White Paper**. DSL Forum, 2002.
- [11] **General Introduction to Copper Access Technologies**. DSL Forum, 2001.
- [12] Presentación **xDSL Technologies**. Alex Quintero. Adtran.
- [13] Presentación **DSL para soluciones DPL/FR en CANTV**. Alcatel. Mayo 2003.
- [14] Presentación **TELINDUS 1431**. Omar Núñez. Starbridge.
- [15] **MPLS, Frame Relay and ATM Forum**, Pagina Web <http://www.mfaforum.org/>
- [16] **Unión Internacional de Telecomunicaciones**, Pagina Web <http://www.itu.int/osg/>
- [17] Vincenzo Mendillo (2002, Abril). **Redes de Alta Velocidad**. [CD-ROM]. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
- [18] Vincenzo Mendillo, Pagina Web <http://www.mipagina.cantv.net/vmendillo/>
- [19] **WikiPediA La Enciclopedia Libre**, Pagina Web <http://es.wikipedia.org/wiki/>

GLOSARIO

Ancho de banda: La cantidad de datos que se pueden transferir a través de una conexión. Comúnmente medida en bits por segundo. Es una medida de capacidad de transporte de información, entre mayor sea el ancho de banda, mayor información puede ser enviada en un momento de tiempo dado.

Backbone: Canal principal para transmisión en una red, generalmente manejando alto volumen y alta densidad de tráfico.

Banda ancha: Enlace de telecomunicaciones que opera a más de 1,5 Mbps, aunque mas recientemente se considera que velocidades de banda ancha son aquellas superiores a 5 o 10 Mbps.

BER, Bit Error Rate (tasa de bits errados): Medida de calidad de los circuitos, expresado como el grado de bits recibidos con error sobre el número total de bits.

Bridge: Equipo que provee interconexión entre dos redes utilizando la misma estructura de direccionamiento. Un bridge filtra paquetes que permanecen en una LAN y envía paquetes que pertenecen a otras LAN.

Búfer: Área de almacenamiento en una computadora o en cualquier otro tipo de memoria de un procesador dedicada a propósitos de telecomunicación.

Celda: Unidad de información de longitud fija.

Circuito: Camino a través de la red desde un punto de origen a un punto de destino.

Crosstalk, (diafonía): Transferencia de señales no deseadas de un circuito a otro.

Dirección IP: Dirección de 32 bits asignado a los host mediante TCP/IP. Una dirección IP corresponde a una de cinco clases (A, B, C, o E) y se escribe en forma de cuatro octetos separados por puntos (formato decimal con puntos). Cada dirección consta de un número de red, un número opcional de subred y un número de de host.

E1: Esquema de transmisión digital de área amplia utilizando especialmente en Europa, que lleva datos a una velocidad de 2,048 Mbps.

E3: Una señal que lleva 16 señales E1 (34.368 Mbps).

Enlace: Circuito de comunicaciones o camino de transmisión que conecta un punto o puntos múltiples en una red.

Ethernet: Estándar de facto para redes de área local LAN diseñado originariamente por Xerox Corporation y que puede unir hasta 1024 nodos en una topología lineal o de bus y sirve como la base para el estándar 802.3 del IEEE. Utiliza la técnica CSMA/CD de detección/solución de conflictos, pudiendo alcanzar una velocidad de transmisión de hasta 100 Mbps.

FTP, File Transfer Protocol (protocolo de transferencia de archivos): Protocolo de compartimiento de archivos que opera en las capas 5 a la 7 del modelo OSI. Permite la transferencia de archivos entre computadoras en una red.

Handshake: Procedimiento preliminar, generalmente parte de un protocolo de comunicación, para establecer una comunicación.

HDLC, High-level Data Link Control (control de enlace de datos de alto nivel): Protocolo estándar de comunicaciones internacional orientado a bit desarrollado para la OSI. HDLC maneja información síncrona, con código transparente y serial sobre un enlace.

HTTP, HyperText Transport Protocol (protocolo de transporte de hipertexto): El protocolo para transferir archivos tipo hipertexto a lo largo de todo Internet. Requiere un programa cliente HTTP en un lado de la conexión y del otro un programa servidor HTTP.

Interconexión: Es la vinculación de recursos físicos y soportes lógicos, incluidas las instalaciones esenciales necesarias, para permitir el interfuncionamiento de las redes y la interoperabilidad de servicios de telecomunicaciones.

Internet: La llamada "red de redes" creada de la unión de muchas redes TCP/IP a nivel internacional y cuyos antecedentes están en ARPANet.

IP, Internet Protocol (Protocolo Internet): Protocolo que provee las funciones básicas de direccionamiento en Internet y en cualquier red TCP/IP.

ISDN, Integrated Services Digital Network (red digital de servicios integrados, RDSI): Estándar digital para las compañías telefónicas el cual lleva cualquier tipo de servicios de voz, datos, fax, video digital y servicios especiales de tráfico. El servicio incluye una velocidad básica (Basic rate) de 144 Kbps y una velocidad primaria (Primary rate) de 1.544 Mbps.

LAN, Local Area Network (red de área local): Red de comunicaciones de datos confinada a un área geográfica limitada con velocidades desde moderada hasta altas (100 Kbps a 100 Mbps o más). El área en servicio puede consistir en un solo edificio, un grupo de edificios o un campus estudiantil. Es propiedad del usuario, incluye algún tipo de tecnología de conmutación y no utiliza los circuitos de las compañías de telecomunicaciones -aunque quizá tenga gateways, puentes o enrutadores a otras redes públicas o privadas.

Línea dedicada: Línea telefónica reservada para el uso exclusivo de un cliente sin arreglos de conmutación de ninguna clase. Una línea privada puede ser punto a punto o multipunto.

Loopback, loopback test: Procedimiento de diagnóstico que regresa las señales transmitidas a su fuente, para que las señales regresadas puedan ser comparadas con las transmitidas. Esta comparación provee la base para evaluar el estado operacional del equipo y la integridad de las vías de transmisión a través de las cuales la señal viaja.

MAC, Medium Access Control (control de acceso al medio): Capa entre las capas físicas y de enlace de datos que controla el uso del hardware de la red.

MIB, Management Information Base (administración de base de información): Base de datos de información de administración en estructura de árbol almacenada

dentro de la memoria interna de un dispositivo de LAN que está configurado con un agente SNMP. Utilizado para monitorear la operación del dispositivo y para cambiar su configuración.

MODEM (modulador-demodulador): Dispositivo que convierte datos en forma digital en una unidad de transmisión a una señal apropiada para la transmisión sobre un canal telefónico (analógico) y después reconvierte la señal a datos digitales para la unidad de recepción.

Multiplexor: Cualquiera de los dispositivos utilizados para combinar y, posteriormente, separar múltiples circuitos de telecomunicaciones en canales, que, a su vez, son enviados sobre otro circuito con un ancho de banda mayor, permitiendo la utilización más eficiente de la capacidad del enlace. Existen diferentes tipos de multiplexores, como multiplexores por división de frecuencia, multiplexores por división de tiempo, multiplexores estadísticos, etc.

Nodo: Es el elemento de red, ya sea de acceso o de conmutación, que permite recibir y reenrutar las comunicaciones.

OSPF, Open Shortest Path First (primer camino más corto libre): Protocolo de enrutamiento que permite a los enrutadores tomar decisiones basadas en la carga de tráfico, costo del circuito y prioridad del servicio desde el origen al destino.

Overhead (encabezado): Porción de una trama, mensaje, paquete o bloque de transmisión dedicado a otros propósitos que datos, tales como direccionamiento, control, detección de error, control de error o sincronización.

PABX, Private Automatic Branch eXchange (conmutador privado automático): Conmutador que es propiedad del usuario para voz, datos o voz/datos.

QoS, Quality of Service (calidad de servicio): Medida de rendimiento de un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad del servicio. El objetivo de QoS es proveer de garantías de calidad de la red y ofrecer los resultados previstos.

Red de Telecomunicaciones: Conjunto de medios de transmisión, distribución y conmutación, utilizados ya sea parcial o totalmente para prestar servicios de telecomunicaciones.

Redundancia: Sistema de respaldo (puede ser un dispositivo o una conexión) que funciona en caso de falla del sistema principal.

Relación señal a ruido: Fuerza relativa de la señal deseada comparada a la fuerza del ruido no deseado; medida en decibeles.

Router (enrutador): Dispositivo inteligente utilizado para enrutar paquetes entre redes utilizando el mejor camino. Los enrutadores funcionan en la capa de red del modelo OSI.

SDH, Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Sincrona): Tecnología para transmisión de datos síncronos por medios ópticos; es la equivalente internacional de SONET.

SNMP, Simple Network Management Protocol (Protocolo de Administración de Red Sencilla): Protocolo estándar utilizado para monitorear, encontrar errores y controlar dispositivos SNMP que estén conectados a la red. SNMP define un conjunto de variables que deben de llevarse, y especifica que todas las operaciones en el dispositivo son efecto de lectura o almacenamiento de valores variables.

SONET, Synchronous Optical Network (Red óptica sincrona): Estándar estadounidense (ANSI) para la transmisión de datos síncrona por medios ópticos; es el equivalente de SDH.

TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol (protocolo de control de transmisión/protocolo de internet): Protocolo para el enrutamiento inter-redes y la entrega confiable de mensajes. TCP/IP funciona en las capas 3 y 4 del modelo OSI. IP es el protocolo de bajo nivel del conjunto de protocolos TCP/IP. IP provee los servicios de entrega de paquetes entre nodos. En el mismo nivel de IP se encuentran ARP y RARP. TCP es un protocolo orientado a conexión de circuito virtual confiable que corre sobre IP. Telnet, FTP y rlogin utilizan conexiones TCP.

TDM, Time-Division Multiplexing (multicanalización por división de tiempo): La técnica que reparte el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, entrelazando datos en canales sucesivos. Contrasta con multicanalización estadística.

Telnet.: Aplicación estandarizada que provee una interfaz de terminal entre nodos que utilizan el protocolo de red TCP/IP.

Tráfico: Toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúe a través de una red de telecomunicaciones.

Trama: Unidad de información de longitud variable. Las tramas contienen *paquetes* y están sujetas a *retardos* variables según realizan su camino a través de una red.

Troncal: Enlace entre nodos de red.

Usuario: Persona natural o jurídica que usa un servicio de telecomunicaciones, pero que no necesariamente tiene un contrato con el prestador de ese servicio.

VPN, Virtual Private Network (red privada virtual): Sistema basado en Internet para comunicación de información e interacción empresarial. Una VPN utiliza Internet para conexiones de redes entre personas y sitios de información. Sin embargo, incluye rígidos mecanismos de seguridad para que el envío de información sea privado y confidencial como los sistemas cerrados.

WAN, Wide Area Network (red de área amplia): Red que utiliza líneas de proveedores que cubren un área geográfica extensa; contrasta con LAN.

ACRÓNIMOS

2B1Q	Two Binary One Quaternary
AAL	ATM Adaptation Layer
ABA	Acceso Banda Ancha
ABR	Available Bit Rate
ACU	Alarm Control Unit
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standard Institute
ARP	Address Resolution Protocol
ASAM	ADSL Subscriber Access Multiplexer / Advanced Services Access Manager
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BCP	Bridging Control Protocol
BER	Bit Error Rate
BRI	Basic Rate Interface
CANTV	Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela
CBR	Constant Bit Rate
CCP	Compression Control Protocol
CDSL	Customer Digital Subscriber Line
CDV	Cell Delay Variation
CDVT	Cell Delay Variation Tolerante
CER	Cell Error Ratio
CES	Circuit Emulation Service
CHAP	Challenge-Handshake Authentication Protocol
CIR	Committed Information Rate
CLI	Command Line Interface
CLR	Cell Loss Ratio
CMR	Cell Misinsertion Ratio
CPA	Central Privada Automática
CPE	Customer Premises Equipment
CRC	Cyclic Redundancy Check
CTD	Cell Transfer Delay
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DLCI	Data Link Connection Identifier
DMT	Discrete Multitone Technology

DNS	Domain Name System
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	DSL Access Multiplexer
DTU	Data Termination Unit
EIR	Excess Information Rate
EOC	Embedded Operations Channel
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FR	Frame Relay
FRF.x.	Frame Relay Forum Implementation Agreement
FTP	File Transfer Protocol
G.SHDSL	Global. Standard High-Bit-Rate Digital Subscriber Line.
HD	High Density
HDSL	High Bit Rate Digital Subscriber Line
HDTV	High Definition Television
HFC	Hibrid Fiber-Coax
HP	Hewlett Packard
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IB	Indicator Bits
ICMP	Internet Control Message Protocol
ISDL	ISDN Digital Subscriber Line
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMA	Inverse Multiplexing over ATM
IP	Internet Protocol
IPCP	Internet Protocol Control Protocol
IPSEC	IP Security
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunications Union-Telecommunications Sector
L2TP	Layer 2 Tunnel Protocol
LAN	Local Area Network
LCP	Link Control Protocol
LLC	Logical Link Control
LMI	Local Management Interface
LT	Line Terminal
MAC	Media Access Control

MBS	Maximum Burst Size
MCR	Minimum Cell Rate
MIB	Management Information Base
NAPT	Network Address Port Translation
NAT	Network Address Translation
NLPID	Network Layer Protocol ID
NRT-VBR	No Real Time-Variable Bit Rate
NT	Network Terminal
NTU	Network Termination Unit
OSPF	Open Shortest Path First
PAP	Password Authentication Protocol
PAT	Port Address Translation
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCPE	Prueba del equipo CPE
PCR	Peak Cell Rate
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
POTS	Plain Old Telephone Service
PPP	Point-to-Point Protocol
PPPoA	Point-to-Point Protocol over ATM
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet
PVC	Permanent Virtual Circuits
QoS	Quality-of-Service
RADSL	Rate Adaptative Digital Subscriber Line
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RFC	Request For Comment
RIP	Routing Information Protocol
RT-VBR	Real Time-Variable Bit Rate
SCR	Sustainable Cell Rate
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric <o Single Pair> Digital Subscriber Line
SECBR	Severely Errored Cell Block Ratio
SHDSL	Symmetric High-Speed Digital Subscriber Line
SMLT	SHDSL Multiport Line Terminal
SNAP	Subnetwork Access Protocol

SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	Signal-to-Noise Ratio
SRTS	Synchronous Residual Time Stamp
STM-x	Synchronous Transport Module - level x
STU-C	SHDSL Transceiver Unit - Central Terminal End
STU-R	SHDSL Transceiver Unit - Remote Terminal End
TC-PAM	Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation
TDM	Time Division Multiplexing
TDRE	Telindus Dynamic Routing Engine
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TL1	Transaction Language 1
TMA	Telindus Maintenance Application
TOS	Type of Service
UBR	Unspecified Bit Rate
UD	Ultra Density
UDP	User Datagram Protocol
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VC	Virtual Circuit / Virtual Channel
VCI	Virtual Channel Identifier
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VLAN	Virtual LAN
VoDSL	Voice over DSL
VP	Virtual Path
VPI	Virtual Path Identifier
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
XD	Extreme Density
xDSL	x-type Digital Subscriber Line

ANEXO A

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS EQUIPOS CPE EVALUADOS

A continuación se detallaran los resultados obtenidos en las pruebas de los CPE evaluados y se presentaran los comentarios y observaciones que se generaron a partir de los mismos.

PROTOCOLO DE PRUEBAS CPE PATTON 3086FR.

1- Pruebas de distancias y potencias (PCPE-01).

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:



Figura A.1. Montaje para pruebas de distancias y potencias del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

En las tablas siguientes se muestran los valores obtenidos de velocidades y distancias:

Tabla A.1. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 3086 (Valores recopilados desde el DSLAM).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)
2304	0	16	1
	1000	14	11
	2000	15	21
	3000	9	29
	3500	5	32
	3800	1	33
	4000	0	35
2048	2000	13	20
	3100	8	29
	3500	7	32
	4000	1	35
1984	2000	16	20
	3000	10	28
	3500	7	32
	4000	2	35
1536	2000	13	18
	3000	12	26
	3500	8	30
	4000	2	34
	4500	2	35
1024	2000	14	18
	3000	12	25
	3500	10	29
	4000	6	31
	4500	4	34
	5000	1	36
768	2000	13	17
	3000	11	24
	3500	11	27
	4000	9	30
	4500	6	33
	5000	3	35
	5500	1	37
512	3000	12	22
	3500	11	26
	4000	10	29
	4500	9	32
	5000	6	34
	6000	1	38
192	4000	11	29
	4500	9	32
	5000	8	34
	5500	7	36
	6000	5	39

Tabla A.2. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el CPE 3086).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)
2312	0	35	0
	1000	33	19
	2000	31	37
	3000	23	53
	3500	14	60
	3800	7	64
	4000	3	66
2048	2000	29	36
	3100	25	53
	3500	18	58
	4000	9	66
1984	2000	31	35
	3000	26	51
	3500	16	58
	4000	8	65
1536	2000	35	33
	3000	29	49
	3500	23	56
	4000	16	63
	4500	8	69
1024	2000	34	32
	3000	33	46
	3500	29	54
	4000	24	61
	4500	17	66
	5000	9	71
768	2000	34	30
	3000	33	44
	3500	30	51
	4000	27	57
	4500	20	63
	5000	14	68
	5500	6	74
512	3000	33	41
	3500	31	48
	4000	29	54
	4500	24	60
	5000	18	66
	6000	4	76
192	4000	28	47
	4500	25	53
	5000	21	58
	5500	19	63
	6000	13	68

Tabla A.3. Alcance y potencia del 7350 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el DSLAM).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)
2304	0	11	0
	1000	11	9
	2000	11	19
	3000	5	27
	3300	4	28
2048	2000	11	18
	3000	7	26
	3500	6	29
1536	2000	9	16
	3000	7	24
	3500	5	28
	4000	2	31
1024	2000	13	16
	3000	12	22
	3500	11	26
	4000	9	30
768	2000	11	14
	3000	13	22
	4500	7	30
512	3000	13	20
	4000	10	27
	5000	6	33
192	3000	8	17
	4000	8	22
	5000	6	28
	6000	2	32

Tabla A.4. Alcance y potencia del 7350 ASAM y el CPE 3086(Valores recopilados desde el CPE 3086).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)
2304	0	33	1
	1000	32	20
	2000	28	38
	3000	20	54
	3300	15	58
2048	2000	27	37
	3000	24	53
	3500	14	60
1536	2000	33	34
	3000	28	50
	3500	22	57
	4000	15	64
1024	2000	34	33
	3000	33	47
	3500	29	55
	4000	22	62
768	2000	29	30
	3000	33	45
	4500	20	65
512	3000	33	43
	4000	30	56
	5000	18	68
192	3000	28	37
	4000	25	49
	5000	20	59
	6000	10	70

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, sincronizando el CPE 3086 con los puertos configurados en los equipos Alcatel 7300 y 7350, indistintamente de la velocidad configurada en cada uno de los puertos. Igualmente, los valores obtenidos en la medición para cada una de los equipos de acceso (7300 y 7350) están dentro de los rangos permitidos.

2- Prueba de distancias y transferencia de información (PCPE-02)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

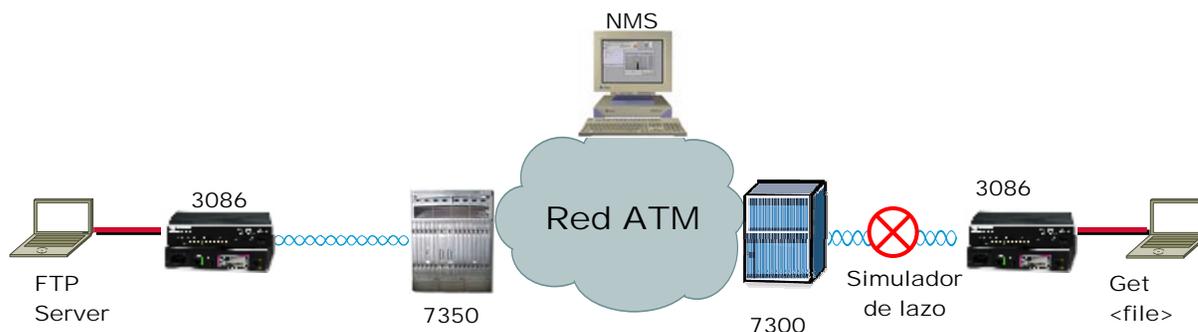


Figura A.2. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de información del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Tabla A.5. Distancia y transferencia de datos del PATTON 3086FR colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbs)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
0	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3000	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	3.2 Mg	13,2 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	3.2 Mg	13.6 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3500	2304	1100 Kb	4.6 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
4000	2304	1100 Kb	4.6 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
6000	512	1100 Kb	20.5 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end

Tabla A.6. Distancia y transferencia de datos del PATTON 3086FR colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbs)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
0	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3000	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3300	2304	1100 Kb	4.7 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	3.2 Mg	13.2 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3300	2304	3.2 Mg	13.2 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3500	512	1100 Kb	20.5 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
5500	512	1100 Kb	20.5 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPE 3086 sin errores ni retransmisiones a diferentes velocidades y distancias, siendo los tiempos de transferencias óptimos.

3- Prueba de interconexión en modo Bridging (PCPE-03)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

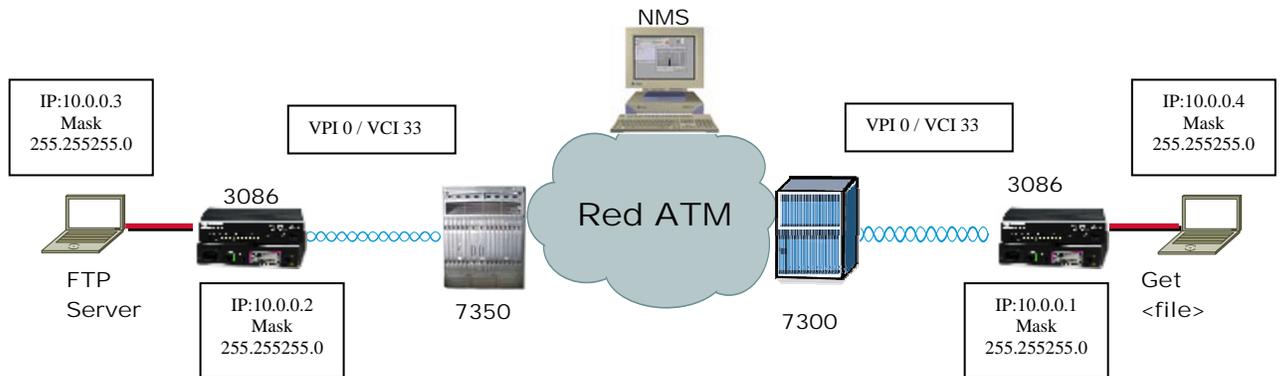


Figura A.3. Montaje para pruebas de interconexión en modo bridging del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPE 3086 a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 1100Kb y 3.2Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.7. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el PATTON 3086FR.

Ping desde:	Ping a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.3	10.1.0.4		14 mseg.	
10.1.0.4	10.1.0.3		12 mseg.	
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.3	10.1.0.4	3.2 Mg	60 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.3	10.1.0.4	1100 Kb	20.5 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client

Es de hacer notar que para esta prueba, la configuración de los DSLAM fue la siguiente:

- PVC = 2304 Kbit/s
- Velocidad del puerto tanto en el 7300 como en el 7350 fue de 512 Kbit/s

Además los CPE 3086, fueron conectados a una distancia muy corta (alrededor de 1 metro) de los DSLAM.

4- Prueba de interconexión en modo Routing (PCPE-04)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

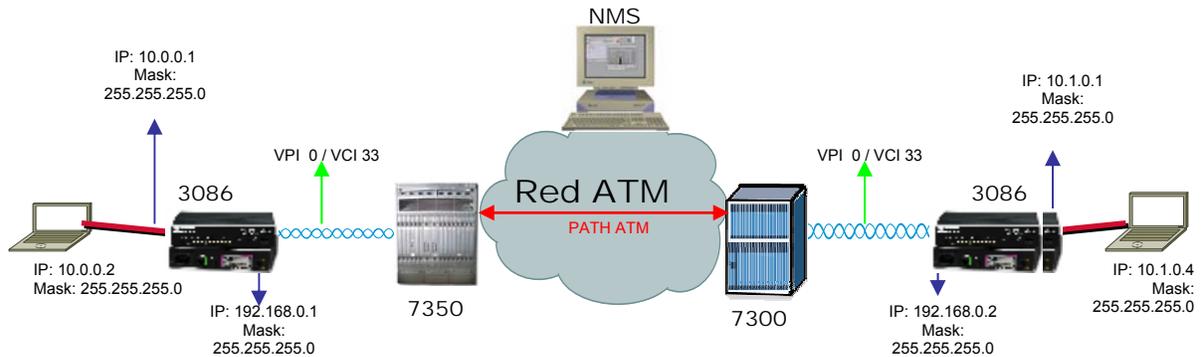


Figura A.4. Montaje para pruebas de interconexión en modo routing del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPE 3086 a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 1100Kb, 3.2 Mb y 13,5 Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.8. Resultados de la prueba de interconexión en modo routing con el PATTON 3086FR.

Ping desde:	Ping a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.4	10.0.0.2		10 mseg.	
10.0.0.2	10.1.0.4		15 mseg.	
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.4	10.0.0.2	1100 Kb	20.5 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.4	10.0.0.2	3.2 Mb	59.6 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.4	10.0.0.2	13.5 Mb	247 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client

Es de hacer notar que para esta prueba, la configuración de los DSLAM fue la siguiente:

- PVC = 2304 Kbit/s
- Velocidad del puerto tanto en el 7300 como en el 7350 fue de 512 Kbit/s

Además los CPE 3086, fueron conectados a una distancia muy corta (alrededor de 1 metro) de los DSLAM.

5- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (PCPE-05)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

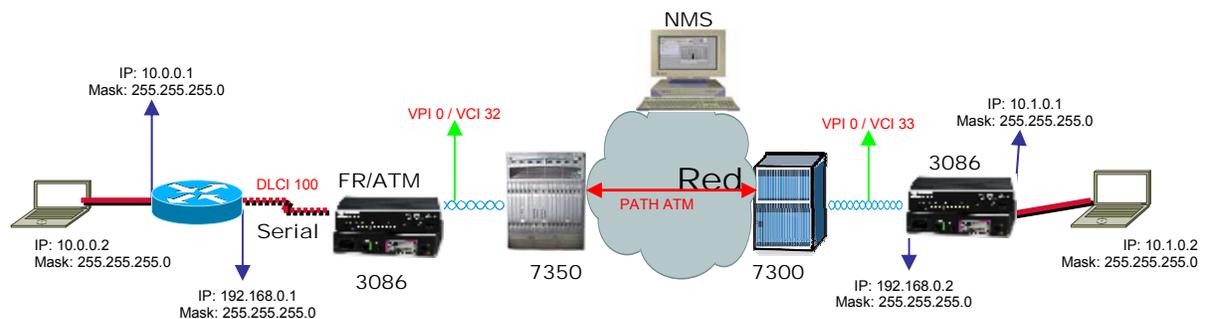


Figura A.5. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Se comprobó la conexión entre los dos PC conectados al CPE 3086 y al Router en cada extremo (Redes LAN). Dicha conexión se verificó con el envío de paquetes ICMP (pings) y con el establecimiento de sesiones FTP para la transferencia de archivos.

Tabla A.9. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el PATTON 3086FR.

CIR	EIR	PATH ATM	Distancia	PING	FTP	Tiempo de Transferencia
64 Kb/s	64 Kb/s	PCR=192 Kb/s	3000 mts.	12 mseg.	3.2 Mb	428.6 seg.
512 Kb/s	64 Kb/s	PCR=640 Kb/s	3000 mts.	5 mseg.	3.2 Mb	53.8 seg.
1024 Kb/s	64 Kb/s	PCR=1088 Kb/s	3000 mts.	2 mseg.	3.2 Mb	26.9 seg.
1536 Kb/s	64 Kb/s	PCR=1600 Kb/s	3000 mts.	2 mseg.	3.2 Mb	17.9 seg.

Fue necesario hacer *upgrade* de software al CPE para cumplir con la funcionalidad de FR Service Interworking. Una vez realizada esta actualización los resultados fueron satisfactorios.

6- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) (PCPE-06)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

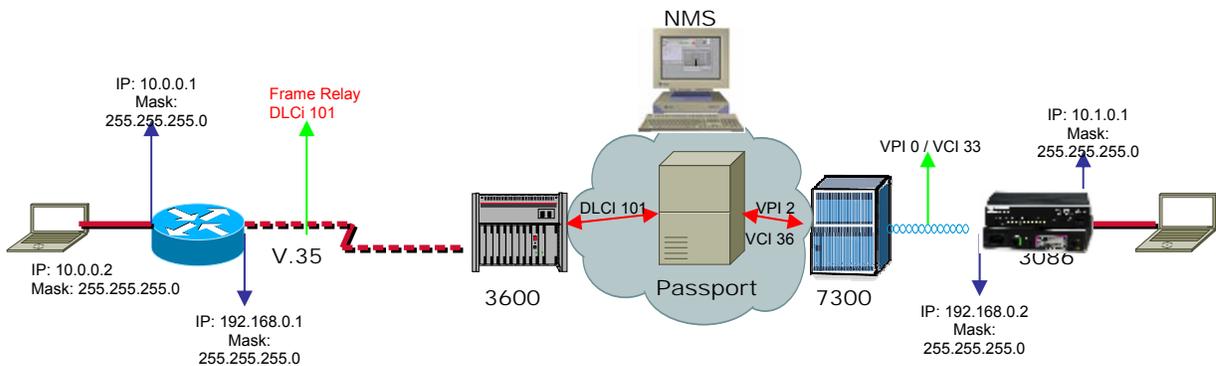


Figura A.6. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre el CPE 3086 (en modo RFC 1483) y el Router a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 1100Kb y 3.2Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.10. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el PATTON 3086FR.

CIR	EIR	PING	FTP	Tiempo de Transferencia
64 Kb/s	0 Kb/s	2 mseg.	1100 Kb	144.3 seg.
1920 Kb/s	0 Kb/s	2 mseg.	3.2 Mb	14.3 seg.

7- Prueba de Network Interworking CPE-CPE (PCPE-07)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

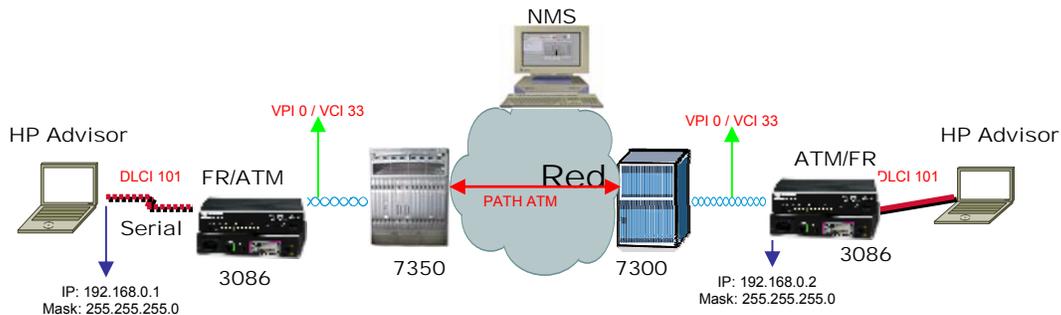


Figura A.7. Montaje para pruebas de Network Interworking CPE-CPE del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la perfecta operación del Network Interworking FRF.5 y la perfecta transferencia de datos entre los dos HP Advisor a través de los CPEs 3086.

Se tomaron distintas velocidades, entre ellas las extremas y se variaron las distancias utilizando un simulador de lazo, observando un buen desempeño del equipo para estas distancias.

Tabla A.11. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el PATTON 3086FR.

CIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
256 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	5000 mts.	100%	O.K.
256 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	6000 mts.	100%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	3000 mts.	100%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	4000 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	0 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	100%	O.K.

8- Prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE (PCPE-08)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

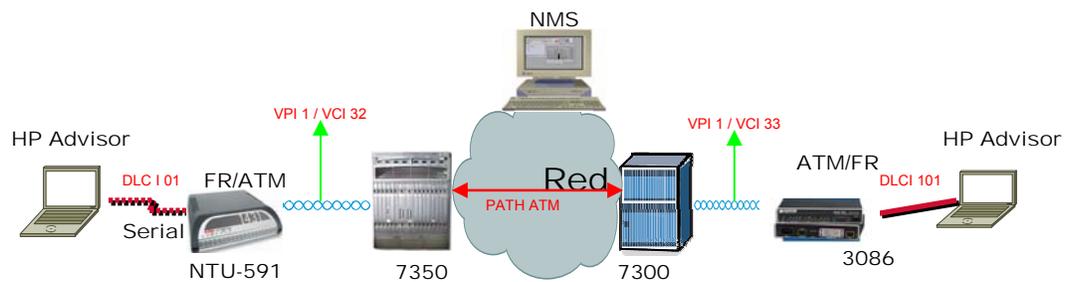


Figura A.8. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la perfecta operación del Network Interworking FRF.5 y la perfecta transferencia de datos entre los dos HP Adivisor a través del CPE 3086 y el NTU-591.

Tabla A.12. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el PATTON 3086FR.

CIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
256 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	5000 mts.	65%	O.K.
256 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	384 Kb/s	6000 mts.	65%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	3000 mts.	85%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	4000 mts.	85%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	0 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	95%	O.K.

9- Pruebas de Administración (PCPE-11).

El esquema de montaje de las pruebas es el siguiente:

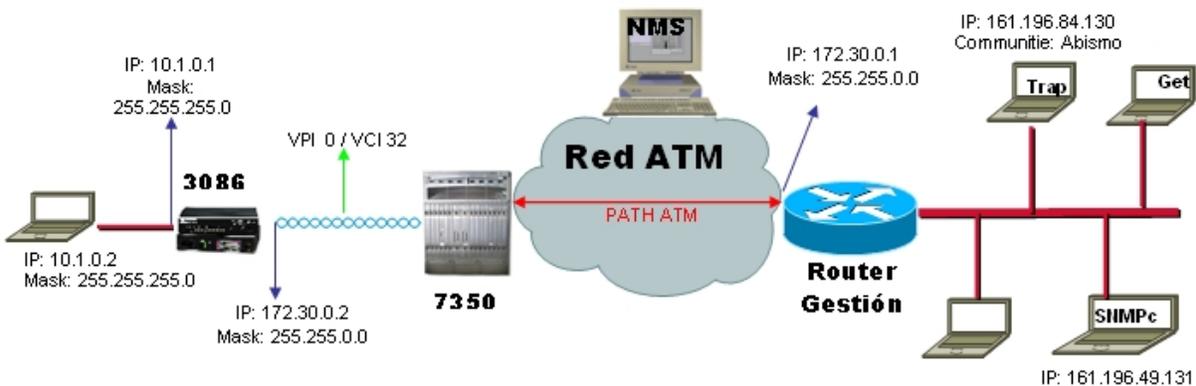


Figura A.9. Montaje para pruebas de administración del PATTON 3086FR.

Resultados obtenidos

Se pudo comprobar la perfecta integración del CPE 3086 con el SNMP Manager a través del estándar MIBII-RFC1213. Esta integración incluye el manejo de “GET” a través de las herramientas MRTG y SRG de CANTV. En lo que respecta al soporte de “Traps” se definió en el CPE 3086 la dirección IP del software Netcool (SNMP Trap Watcher), a través del cual se pudo comprobar el perfecto envío de Traps, una vez que se simuló la caída la interfaz LAN del CPE 3086.

El resto de las pruebas asociadas al protocolo SNMP fueron completadas satisfactoriamente.

Se comprobó el perfecto funcionamiento del PING (ICMP) hacia cada una de las interfaces del CPE 3086 (LAN, loopback, WAN) y desde el CPE 3086 a dispositivos IP remotos, dentro de tiempos de transferencia de paquetes estándar (10-200ms).

Se pudo comprobar la total administración del dispositivo a través de WEB Browser (HTTP).

Se comprobó la funcionalidad de administración remota por Telnet, obteniéndose respuesta del CPE 3086 presentando la pantalla de administración del dispositivo (CLI).

Se validó la capacidad del CPE 3086 de soportar múltiples sesiones de administración de forma simultánea obteniéndose respuesta del CPE 3086 a cada una de las sesiones de administración que se le solicitaron (CLI, Telnet y HTTP).

PROTOCOLO DE PRUEBAS CPE TELINDUS 1431.

1- Pruebas de distancias y potencias (PCPE-01).

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:



Figura A.10. Montaje para pruebas de distancias y potencias del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

En las tablas siguientes se muestran los valores de velocidades y distancias obtenidos:

Tabla A.13. Alcance y potencia del 7300 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el DSLAM).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin	Atenuación	Power Back Off
2312	0	14dB / 15dB	0	5dB
	1000	15dB / 15dB	10dB / 10dB	6dB
	2000	14dB / 15dB	19dB / 20dB	0
	3000	9dB / 12dB	27dB / 27dB	0
	3500	5dB / 9dB	30dB / 31dB	0
	3800	1dB / 7dB	32dB / 33dB	0
2048	2000	14dB / 15dB	19dB / 19dB	0
	3100	10dB / 13dB	28dB / 27dB	0
	3500	6dB / 10dB	30dB / 30dB	0
	4000	2dB / 6dB	33dB / 33dB	0
1984	2000	14dB / 15dB	20dB / 20dB	0
	3000	10dB / 13dB	28dB / 29dB	0
	3500	7dB / 9dB	31dB / 32dB	0
	4000	2dB / 5dB	34dB / 34dB	0
1536	2000	11dB / 13dB	18dB / 19dB	0
	3000	11dB / 13dB	25dB / 27dB	0
	3500	9dB / 9dB	28dB / 30dB	0
	4000	4dB / 10dB	32dB / 33dB	0
1024	2000	13dB / 12dB	18dB / 18 dB	0
	3000	11dB / 11dB	25dB / 26dB	0
	3500	11dB / 11dB	28dB / 28dB	0
	4000	8dB / 9dB	31dB / 32dB	0
	4500	7dB / 7dB	34dB / 35dB	0
768	2000	14dB / 12dB	16dB / 17dB	0
	3000	12dB / 11dB	23dB / 23dB	0
	3500	11dB / 11dB	27dB / 27dB	0
	4000	10dB / 10dB	29dB / 30dB	0
	4500	8dB / 10dB	31dB / 33dB	0
512	3000	12dB / 13dB	22dB / 22dB	0
	3500	11dB / 13dB	26dB / 26dB	0
	4000	10dB / 13dB	29dB / 29dB	0
	4500	8dB / 12dB	32dB / 31dB	0
	5000	6dB / 11dB	34dB / 34dB	0
192	4000	10 dB / 13dB	29dB / 23dB	0
	4500	9dB / 13dB	31dB / 26dB	0
	5000	10dB / 12dB	34dB / 28dB	0
	5500	9dB / 12dB	36dB / 31dB	0
	6000	6dB / 10dB	38dB / 33dB	0

Nota: En lo que respecta a las columnas SNR Margin y Atenuación, el primer valor corresponde al nivel en el lado central y el segundo al CPE.

Tabla A.14. Alcance y Potencia del 7300 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el CPE 1431).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin	Atenuación	Tx Power
2312	0	38dB	0	8.5dB
	1000	38.4dB	10.3dB	14.5dB
	2000	38dB	19.7dB	14.5dB
	3000	35.4dB	28.6dB	14.5dB
	3500	32.2dB	30.4dB	14.5dB
	3800	30.4dB	33.8dB	14.5dB
	4000	29dB	34dB	14.5dB
2048	2000	37.7dB	18.9dB	14.5dB
	3100	35.4dB	27.1dB	14.5dB
	3500	32.5dB	30.1dB	14.5dB
	4000	29.1dB	32.8dB	14.5dB
1984	2000	37.7dB	20.4dB	13.5dB
	3000	35.9dB	28.6dB	13.5dB
	3500	33dB	31.9dB	13.5dB
	4000	28dB	34.2dB	13.5dB
1536	2000	36.1dB	19dB	13.5dB
	3000	34.3dB	26.9dB	13.5dB
	3500	32.3dB	30.4dB	13.5dB
	4000	31.4dB	33.4dB	13.5dB
1024	2000	34.6dB	17.5dB	13.5dB
	3000	34dB	25.5dB	13.5dB
	3500	33.5dB	28dB	13.5dB
	4000	31.5dB	32.2dB	13.5dB
	4500	29.8dB	35.1dB	13.5dB
768	2000	34.6dB	16.8dB	13.5dB
	3000	34.6dB	23.4dB	13.5dB
	3500	33.7dB	27dB	13.5dB
	4000	33.3dB	29.7dB	13.5dB
	4500	32.9dB	32.5dB	13.5dB
512	2000	37.3dB	15.7dB	13.5dB
	3000	36.1dB	22.4dB	13.5dB
	3500	35.4dB	25.6dB	13.5dB
	4000	35.4dB	28.6dB	13.5dB
	4500	35.2dB	31.2dB	13.5dB
	5000	34.3dB	33.9dB	13.5dB
192	2000	33.7dB	12.5dB	13.5dB
	3000	34.3dB	18dB	13.5dB
	4000	34.6dB	23.4dB	13.5dB
	4500	34dB	25.8dB	13.5dB
	5000	33.8dB	28.4dB	13.5dB
	5500	33.4dB	30.7dB	13.5dB
	6000	32.3dB	33.2dB	13.5dB

Tabla A.15. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE 1431(Valores recopilados desde el DSLAM).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin	Atenuación	Power Back Off
2304	0	13dB / 12dB	-1dB / 1 dB	6dB
	1000	14dB / 13dB	8dB/ 11dB	0
	2000	10dB / 14dB	18dB / 20dB	0
	3000	5dB / 10dB	25dB / 28dB	0
2048	2000	10dB / 15dB	17dB / 20dB	0
	3000	6dB / 13dB	26dB / 28dB	0
	3500	4dB / 7dB	29dB / 31dB	0
1536	2000	10dB / 14dB	17dB / 20dB	0
	3000	7dB / 12dB	24dB / 28dB	0
	3500	6dB / 11dB	28dB / 31dB	0
	4000	2dB / 6dB	31dB / 34dB	0
1024	2000	13dB / 14dB	16dB / 19 dB	0
	3000	12dB / 13dB	24dB / 26dB	0
	3500	12dB / 12dB	27dB / 29dB	0
768	2000	14dB / 14dB	14dB / 18dB	0
	3000	11dB / 14dB	21dB / 24dB	0
	4500	7dB / 11dB	31dB / 34dB	0
512	3000	13dB / 14dB	21dB / 23dB	0
	4000	9dB / 13dB	28dB / 30dB	0
	5000	6dB / 11dB	34dB / 35dB	0
192	3000	10 dB / 13dB	17dB / 19dB	0
	4000	8dB / 12dB	23dB / 24dB	0
	5000	7dB / 11dB	28dB / 29dB	0
	6000	5 dB / 10dB	33dB / 35dB	0

Nota: En lo que respecta a las columnas SNR Margin y Atenuación, el primer valor corresponde al nivel en el lado central y el segundo al CPE.

Tabla A.16. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE 1431 (Valores recopilados desde el CPE 1431).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	SNR Margin	Atenuación	Tx Power
2304	0	35.2dB	1 dB	8.5dB
	1000	36.4dB	11.1dB	13.5dB
	2000	37dB	20.1dB	14.5dB
	3000	32.7dB	28dB	14.5dB
2048	2000	37.7dB	19.7dB	14.5dB
	3000	35.7dB	28.3dB	14.5dB
	3500	30.7dB	31.1dB	14.5dB
1536	2000	35.9dB	19.8dB	13.5dB
	3000	35.4dB	27.5dB	13.5dB
	3500	33.4dB	31.1dB	13.5dB
	4000	28.7dB	34.3dB	13.5dB
1024	2000	37dB	13.5dB	13.5dB
	3000	35.9dB	26dB	13.5dB
	3500	35.4dB	29.4dB	13.5dB
768	2000	36.4dB	17.6dB	13.5dB
	3000	36.7dB	24.4dB	13.5dB
	4500	34.3dB	34.3dB	13.5dB
512	3000	36.4dB	23.1dB	13.5dB
	4000	36.1dB	29.7dB	13.5dB
	5000	34.8dB	35.2dB	13.5dB
192	3000	35.7dB	18.7dB	13.5dB
	4000	33.5dB	24.4dB	13.5dB
	5000	33.4dB	29.4dB	13.5dB
	6000	32.3dB	34.7dB	13.5dB

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, sincronizando el CPE 1431 con los puertos configurados en los equipos Alcatel 7300 y 7350, indistintamente de la velocidad configurada en cada uno de los puertos.

Igualmente, los valores obtenidos en la medición para cada una de las plataformas de acceso (7300 y 7350) están dentro de los rangos permitidos.

En el equipo simulador de lazo utilizado durante las pruebas, el diámetro del cable a simular fue de 0.4mm (configurado por defecto en el equipo).

2- Prueba de distancias y transferencia de datos (PCPE-02)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

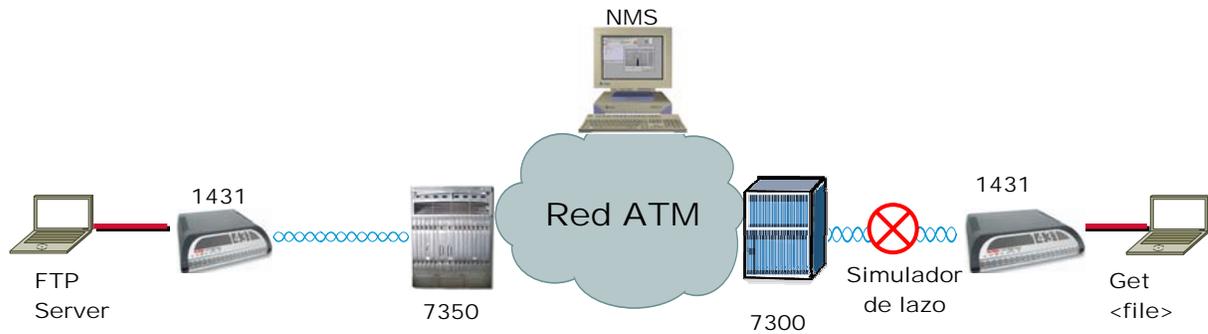


Figura A.11. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de datos del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Tabla A.17. Distancia y transferencia de datos del Telindus 1431 colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbs)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
0	2304	880 Kb	3,6 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	880 Kb	3,5 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3000	2304	880 Kb	3,6 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	880 Kb	3,5 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	2.5 Mg	10,2 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	2.5 Mg	10,6 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	2.5 Mg	46 seg	PCR=512 Kb/s (en los dos CPEs 1431) y PCR=2304 en la red ATM
3500	2304	880 Kb	16 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
5100	2304	880 Kb	16 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
6000	512	880 Kb	16 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end

Tabla A.18. Distancia y transferencia de datos del Telindus 1431 colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbs)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
0	2304	880 Kb	3,5 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
1000	2304	880 Kb	3,5 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
3000	2304	880 Kb	3,6 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	880 Kb	3,5 seg	No sync el CPE 1431
1000	2304	2.5 Mg	10,5 seg	PCR=2304 Kb/s end-to-end
4000	2304	2.5 Mg	10,6 seg	No sync el CPE 1431
3500	512	880 Kb	16 seg	PCR=512 Kb/s end-to-end
5500	512	880 Kb	16 seg	PCR=512 Kb/s (en los dos CPEs 1431) y PCR=2304 en la red ATM

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPE 1431 sin errores ni retransmisiones a diferentes velocidades y distancias, siendo los tiempos de transferencias óptimos.

En las pruebas de transferencia de información realizadas en el 7350, se observo que el CPE no sincronizo a 4000mts y con los puertos en el DSLAM configurado a 2304Kb/s. Esto se debe a que el 7350 es más sensible a las variaciones de campo eléctrico que el 7300.

3- Prueba de interconexión en modo Bridging (PCPE-03)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

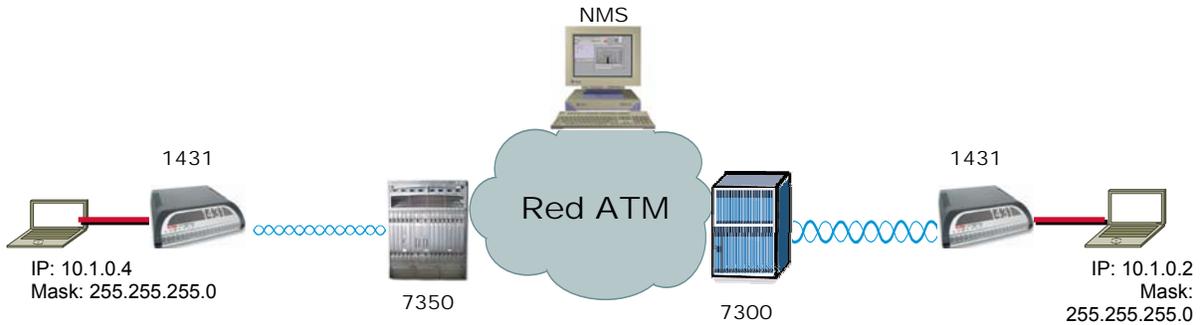


Figura A.12. Montaje para pruebas de interconexión en modo Bridging del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPEs 1431 a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 880Kb y 2.5Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.19. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el Telindus 1431.

Ping desde:	Ping a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.2	10.1.0.4		18 mseg.	
10.1.0.4	10.1.0.2		17 mseg.	
Bidireccional	Bidireccional		17 mseg.	
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.2	10.1.0.4	2.5 Mg	122,5 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.2	10.1.0.4	880 Kb	42,7 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client

Para esta prueba los puertos en los equipos DSLAM fueron configurados a 2304 Kb/s y el PVC en la red ATM fue el VPI 1 / VCI 32 con un PCR de 1984 Kb/s.

4- Prueba de interconexión en modo Routing (PCPE-04)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

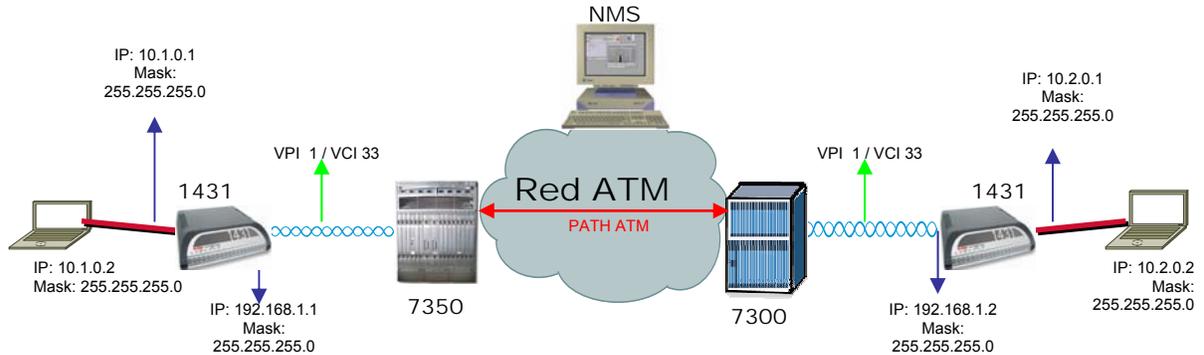


Figura A.13. Montaje para pruebas de interconexión en modo Routing del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre los CPE 1431 a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 880Kb, 2.5 Mb y 32.3 Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.20. Resultados de la prueba de interconexión en modo Routing con el Telindus 1431.

Ping desde:	Ping a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.2	10.2.0.2		18 mseg.	
10.2.0.2	10.1.0.2		18 mseg.	
Bidireccional	Bidireccional		17 mseg.	
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.2	10.2.0.2	880 Kb	42,7 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.2	10.2.0.2	2.5 Mb	122,4 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client
10.1.0.2	10.2.0.2	32.2 Mb	1570,1 seg	Se utilizo el software WS_FTP Server y WS_FTP Client

Para esta prueba los puertos en los equipos DSLAM fueron configurados a 2304 Kb/s y el PVC en la red ATM fue el VPI 1 / VCI 32 con un PCR de 1984 Kb/s.

5- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (PCPE-05)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

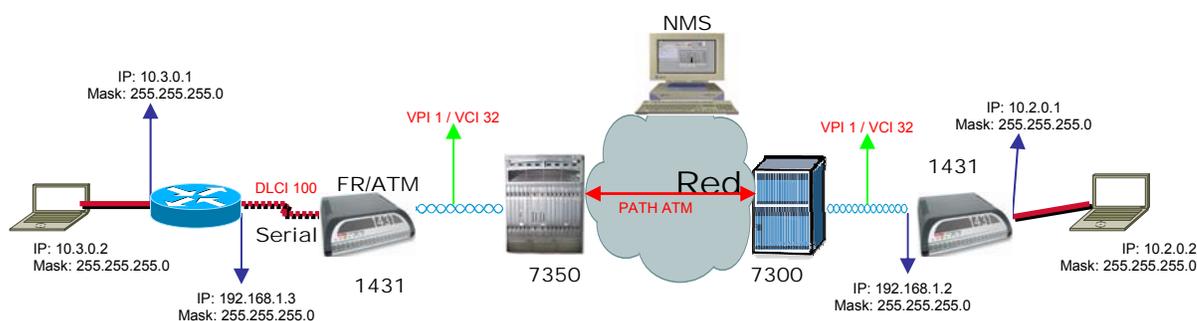


Figura A.14. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Se comprobó conexión entre los dos PC conectados al CPE 1431 y al Router de cada extremo (Redes LAN). Dicha conexión se verificó con el envío de paquetes ICMP (pings) y con el establecimiento de sesiones FTP para la transferencia de archivos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba de Service Interworking a diferentes velocidades:

Tabla A.21. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el Telindus 1431.

CIR	EIR	PATH ATM	Distancia	PING	FTP	Tiempo de Transferencia
64 Kb/s	64 Kb/s	PCR=192 Kb/s	3000 mts.	6 mseg.	2.5 Mb	124.1 seg.
512 Kb/s	64 Kb/s	PCR=640 Kb/s	3000 mts.	5 mseg.	2.5 Mb	37.6 seg.
1024 Kb/s	64 Kb/s	PCR=1088 Kb/s	3000 mts.	5 mseg.	2.5 Mb	22 seg.
1536 Kb/s	64 Kb/s	PCR=1600 Kb/s	3000 mts.	4 mseg.	2.5 Mb	15.1 seg.
1920 Kb/s	64 Kb/s	PCR=1984 Kb/s	3000 mts.	4 mseg.	2.5 Mb	12.2 seg.
1984 Kb/s	0 Kb/s	PCR=2048 Kb/s	3000 mts.	4 mseg.	2.5 Mb	12 seg.
1984 Kb/s	0 Kb/s	PCR=2048 Kb/s	3000 mts.	4 mseg.	32.2 Mb	147.2 seg.

Para esta prueba los puertos en los equipos DSLAM fueron configurados a 2304 Kb/s y el PVC en la red ATM fue el VPI 1 / VCI 32 con un PCR de 1984 Kb/s. El Service Interworking en el CPE 1431 fue configurado en modo "Transparent". Durante las pruebas se colocó el equipo simulador de lazo del lado del DSLAM 7350. Para las transferencias de archivos se utilizaron los programas WS_FTP Server y WS_FTP Client.

6- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) (PCPE-06)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

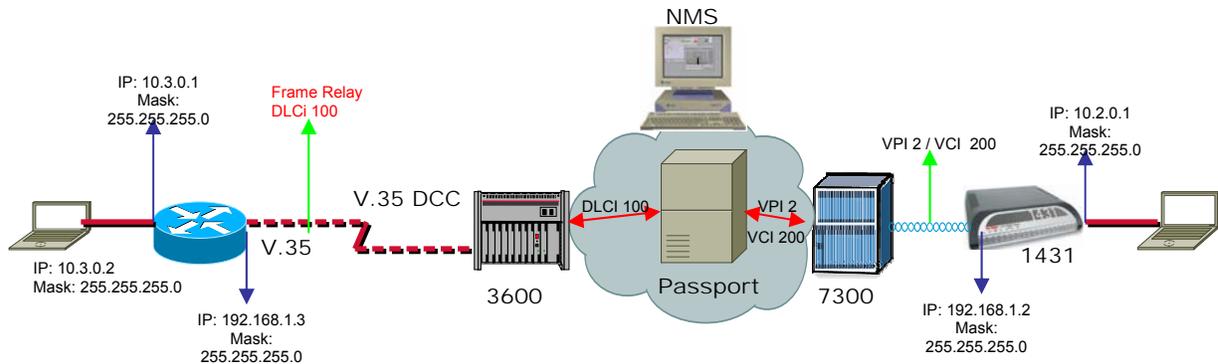


Figura A.15. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la transferencia de datos entre el CPE 1431 (en modo RFC 1483 / RFC2684) y el Router a través de paquetes ICMP (pings) e incluso con la transferencia de archivos de 880Kb y 2.5Mb, siendo los tiempos de transferencias (FTP) y respuesta (ICMP) óptimos.

Tabla A.22. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) con el Telindus 1431.

CIR	EIR	PING	FTP	Tiempo de Transferencia
64 Kb/s	0 Kb/s	6 mseg.	880 Kb	57.8 seg.
1920 Kb/s	0 Kb/s	6 mseg.	2.5Mb	10.7 seg.

En el equipo Passport el Service interworking se configuro en modo Translated.

7- Prueba de Network Interworking CPE-CPE (PCPE-07)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

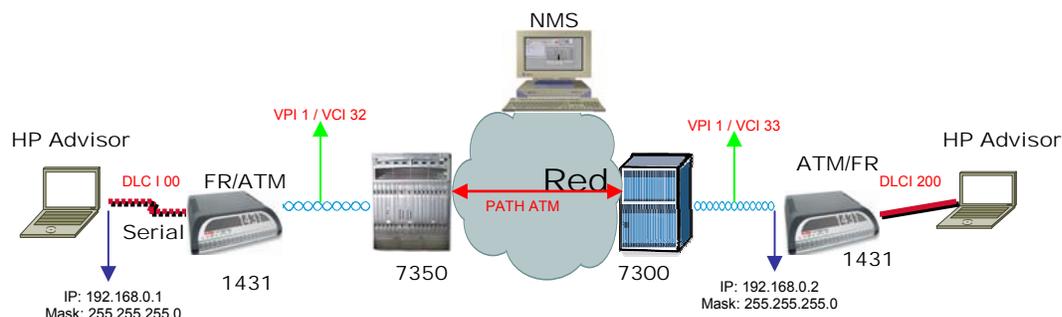


Figura A.16. Montaje para pruebas de Network Interworking CPE-CPE del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la perfecta operación del Network Interworking FRF.5 y la perfecta transferencia de datos entre los dos HP Advisor a través de los CPEs 1431.

Tabla A.23. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el Telindus 1431.

CIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
256 Kb/s	320 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	5000 mts.	100%	O.K.
256 Kb/s	320 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	6000 mts.	100%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	3000 mts.	100%	O.K.
1024 Kb/s	1152 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	4000 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	0 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	100%	O.K.

Se colocó el equipo simulador de lazo del lado del DSLAM 7300. Se observó durante las pruebas que la velocidad que toma el Advisor para el envío de información es la de la línea (puerto V.35) y no el especificado en el DLCI.

8- Prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE (PCPE-08)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

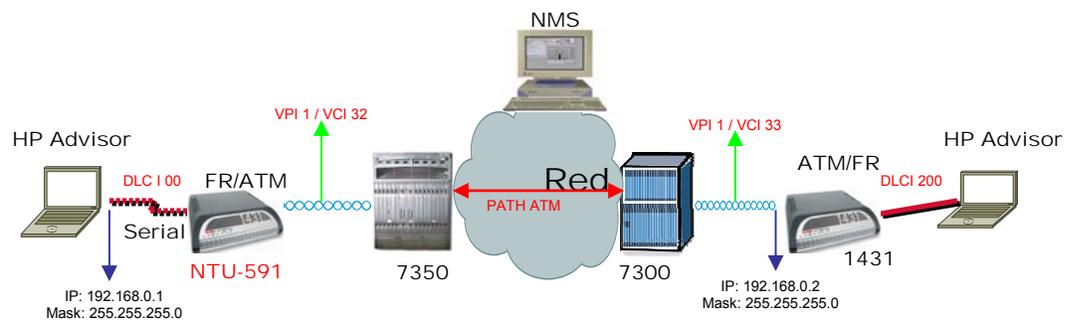


Figura A.17. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, se comprobó la perfecta operación del Network Interworking FRF.5 y la perfecta transferencia de datos entre los dos HP Advisor a través del CPE 1431 y el NTU-591.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba de Network Interworking bajo el esquema de interconexión CPE 1431 – NTU 591 a diferentes velocidades:

Tabla A.24. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el Telindus 1431.

CIR	EIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35 en el CPE 1431	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
192 Kb/s	0 Kb/s	256 Kb/s	192 Kb/s	256 Kb/s	4500 mts.	Lado 7300=100%, Lado 7350=8%	O.K. <i>Ver Nota 1</i>
192 Kb/s	0 Kb/s	256 Kb/s	192 Kb/s	384 Kb/s	6000 mts.	Lado 7300=100%, Lado 7350=8%	O.K. <i>Ver Nota 1</i>
256 Kb/s	64 Kb/s	320 Kb/s	256 Kb/s	384 Kb/s	4000 mts.	Lado 7300=100%, Lado 7350=8%	O.K. <i>Ver Nota 1</i>
256 Kb/s	0 Kb/s	320 Kb/s	256 Kb/s	384 Kb/s	6000 mts.	Lado 7300=100%, Lado 7350=8%	O.K. <i>Ver Nota 1</i>
1024 Kb/s	64 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	4000 mts.	100%	O.K.
1536 Kb/s	64 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2000 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	1000 mts.	40%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	1000 mts.	50%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	1000 mts.	80%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	1000 mts.	90%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	1000 mts.	100%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2000 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	3500 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	3800 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	4000 mts.	95%	O.K.
1984 Kb/s	0 Kb/s	2304 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	5000 mts.	100%	No Sync el CPE lado 7300

Nota 1: Al tener el HP Advisor colocado detrás del NTU 591 y configurado para trabajar al 100% de utilización, se pudo observar que el CPE 1431 comenzó a enviar el campo de manejo de congestión FECN=1. Se opto por bajar el % de utilización en el HP Advisor colocado del lado NTU-591 y con esto el CPE 1431 comenzó a enviar el FECN=0.

Durante todas las pruebas de Network Interworking el NTU-591 estuvo configurado de la siguiente manera:

- Velocidad de la línea en el DSLAM 7350=2304 Kb/s
- PCR=1984 Kb/s CIR=1984 Kb/s
- Velocidad línea V.35=1984 Kb/s

Se observó durante las pruebas que la velocidad que toma el Advisor para el envío de información es la de la línea (puerto V.35) y no el especificado en el DLCI. Los porcentajes de utilización aplicados a los equipos HP Advisor para la transmisión de paquetes Frame Relay fueron configurados a discreción y no están sujetos a limitantes en los equipos.

9- Pruebas Emulación de Circuito Estructurado (PCPE-09)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

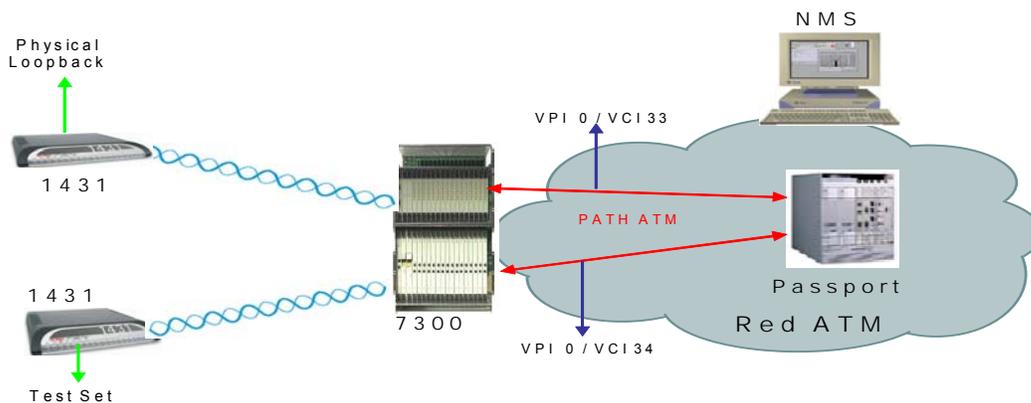


Figura A.18. Montaje para pruebas de Emulación de Circuito Estructurado del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Se comprobó la adaptación del tráfico TDM sobre ATM (CES). El patrón de transmisión utilizado durante las pruebas fue de $2^{23}-1$.

Tabla A.25. Resultados de la prueba de Emulación de Circuito Estructurado con el Telindus 1431.

Interfaces	Velocidades	Duración	Resultados
E1	640 Kb/s	10 min.	O.K.
E1	2048 Kb/s	10 min.	O.K.

10- Pruebas Emulación de Circuito No-Estructurado (PCPE-10)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

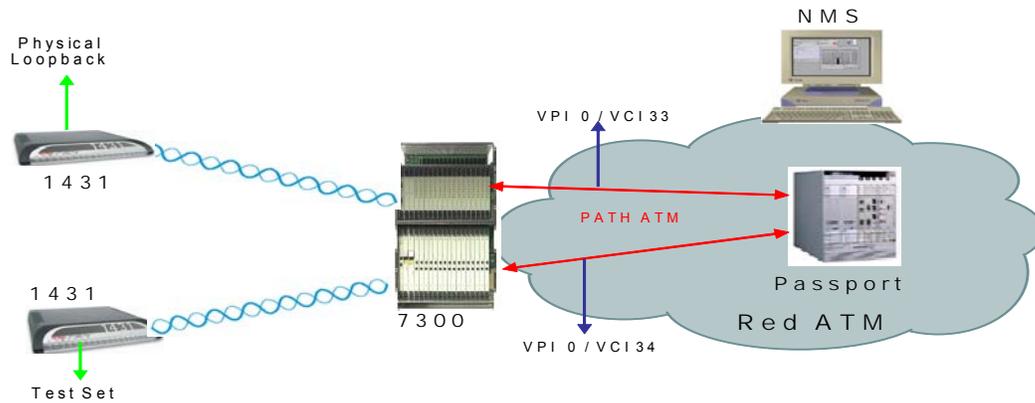


Figura A.19. Montaje para pruebas de Emulación de Circuito No-Estructurado del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Se comprobó la total adaptación del tráfico TDM sobre ATM (CES) en el modo no-estructurado.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba de CES No-Estructurado:

Tabla A.26. Resultados de la prueba de Emulación de Circuito No-Estructurado con el Telindus 1431.

Interfaces	Velocidades	Duración	Resultados
E1	2048 Kb/s	10 min.	O.K.

11- Pruebas de Administración (PCPE-11).

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

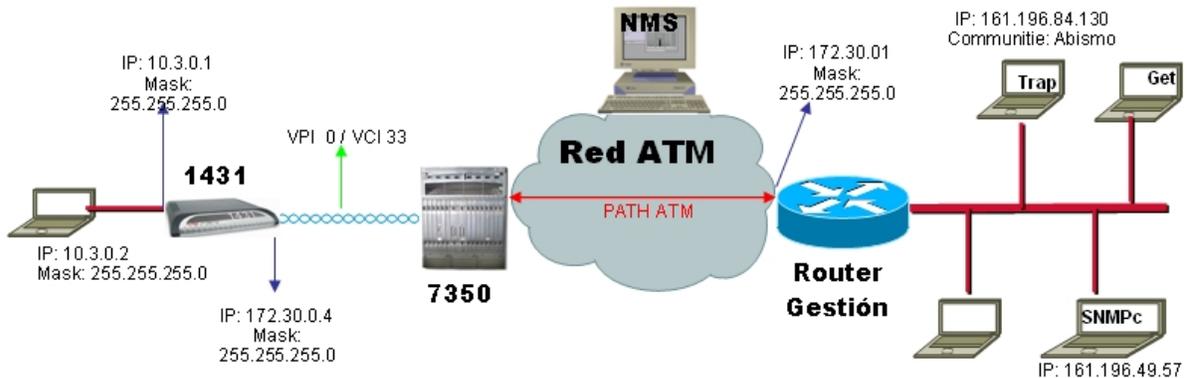


Figura A.20. Montaje para pruebas de administración del Telindus 1431.

Resultados obtenidos

Se comprobó la perfecta integración del CPE 1431 con el SNMP Manager a través del estándar MIB II-RFC1213. Esta integración incluye el manejo de "GET" a través de las herramientas MRTG y SRG de CANTV. En lo que respecta al soporte de "Traps" se definió en el CPE 1431 la dirección IP del servidor Netcool (SNMP Trap Watcher), a través del cual se pudo comprobar el perfecto envío de Traps una vez que se simuló la caída tanto de la interfaz LAN como del puerto E1 del CPE 1431.

Starbridge (proveedor del Telindus) utilizó el software SNMPc el cual posee funciones de SNMP Manager y a través del cual se pudo comprobar el perfecto funcionamiento de la funcionalidad de SNMP del CPE 1431. Entre las funcionalidades comprobadas se pueden mencionar las siguientes:

- Polling del dispositivo para obtener los parámetros generales de cada una de las interfaces.
- Polling para obtener las variables de desempeño de las interfaces LAN, WAN y E1.
- Polling para obtener el desempeño del CPE.

- Recepción e identificación de “Traps”.

Para las pruebas de envío de “Traps” hacia el software Netcool, se definió en el CPE 1431 el parámetro “Trap Destination” con la dirección del servidor y el community de lectura del mismo.

Se comprobó el perfecto funcionamiento del PING hacia cada una de las interfaces del CPE 1431 (LAN, loopback, WAN) y desde el CPE 1431 a dispositivos IP remotos, dentro de tiempos de transferencia de paquetes estándar (10-200ms).

Se comprobó la total administración del dispositivo a través de WEB Browser (HTTP).

Se comprobó la funcionalidad de administración remota por Telnet obteniéndose respuesta del CPE 1431 mediante la presentación de la pantalla de administración del dispositivo (CLI)

Se demostró el manejo de la herramienta de configuración y supervisión TMA (Telindus Management Application), la cual permite acceder el CPE 1431 tanto en forma local como remota, a través de la dirección IP del dispositivo. En resumen, el CPE 1431 puede ser accesado a través de Telnet, CLI, HTTP y con el TMA.

Se validó la capacidad del CPE 1431 de soportar múltiples sesiones de administración de forma simultánea, obteniéndose respuesta del CPE 1431 a cada una de las sesiones de administración que se solicitaron.

Se comprobó la funcionalidad de monitoreo del desempeño (procesamiento, memoria, buffer, tareas) del CPE 1431 mediante la observación directa de estas variables.

Se comprobó la capacidad del CPE 1431 de monitorear las variables de desempeño de los circuitos Frame Relay así como las estadísticas de la interfaz G.703 (E1) en función de la norma G.821.

PRUEBAS MÓDEMS ADTRAN.

1- Pruebas de Distancias y Potencias (PCPE-01).

El esquema de montaje de las pruebas es el siguiente:



Figura A.21. Montaje para pruebas de distancias y potencias del Express 6503.

Resultados obtenidos

En las tablas siguientes se muestran los valores de velocidades y distancias obtenidos:

Tabla A.27. Alcance y Potencia del 7350 ASAM y el CPE Express 6503 (Valores recopilados desde el DSLAM).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	DSLAM 7350		Express 6503	
		SNR Margin	Atenuación	SNR Margin	Atenuación
2304	0	14	0	22	2
	1000	14	8	25	12
	2000	12	18	25	25
	3000	10	27	4	39
2048	2000	8	17	25	23
	3000	10	25	7	39
	3500	5	28	17	42
1536	2000	10	16	30	22
	3000	8	24	25	33
	3500	7	27	20	39
	4000	2	30	16	43
1024	2000	30	15	30	19
	3000	13	23	30	30
	3500	12	26	24	38
768	2000	13	14	30	19
	3000	13	21	30	29
	4500	8	31	18	41
512	3000	13	20	27	27
	4000	10	27	24	35
	5000	6	32	18	42
192	3000	9	16	24	26
	3200	9	18	24	27
	5000	7	27	22	37
	6000	4	32	18	42

Tabla A.28. Alcance y Potencia del 7300 ASAM y el CPE Express 6503 (Valores recopilados desde el CPE).

Velocidad (Kbps)	Distancia (Mts)	DSLAM 7300		Express 6503	
		SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)	SNR Margin (dB)	Atenuación (dB)
2312	0	15	7	22	2
	1000	14	11	25	13
	2000	13	21	5	27
	3000	7	29	6	41
	3500	4	32	2-3	44
	3600	3	32	3	46
2048	2000	14	20	22-24	25
	3100	7	29	19	39
	3500	6	32	16	42
	4000	2	34	3	49
1984	2000	15	20	25	23
	3000	9	27	7	38
	3500	6	31	17	42
	4000	2	34	3	48
1536	2000	13	19	27	44
	3000	11	26	24	33
	3500	8	30	20	39
	4000	4	33	16	43
1024	2000	14	17	30	19
	3000	13	25	30	30
	3500	11	28	25	35
	4000	7	31	22	39
	4500	5	35	18	44
768	2000	14	16	30	20
	3000	12	23	30	28
	3500	11	27	25	32
	4000	11	30	22	36
	4500	8	33	19	41
512	3000	13	22	30	26
	3500	12	25	27	30
	4000	12	29	25	34
	4500	8	31	22	37
	5000	7	34	19	41
192	4000	10	29	25	34
	4500	9	31	22	37
	5000	6	34	19	41
	5500	8	36	20	38
	6000	6	38	18	41

Se observo que en algunos casos, sobre todo altas velocidades, y en distancias largas, el tiempo de sincronización con el DSLAM 7350 es muy alto, pero al sincronizar el servicio permanece estable. Los valores indicados en la tabla son el máximo al que se logró sincronizar con el equipo. En el equipo simulador de lazo utilizado durante las pruebas, el diámetro del cable a simular fue de 0.4mm (configurado por defecto en el equipo). El DSLAM 7350 se configuro para manejar norma Americana y el CPE 6503 se configuro "Annex A".

2- Prueba de distancias y transferencia de información (PCPE-02)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

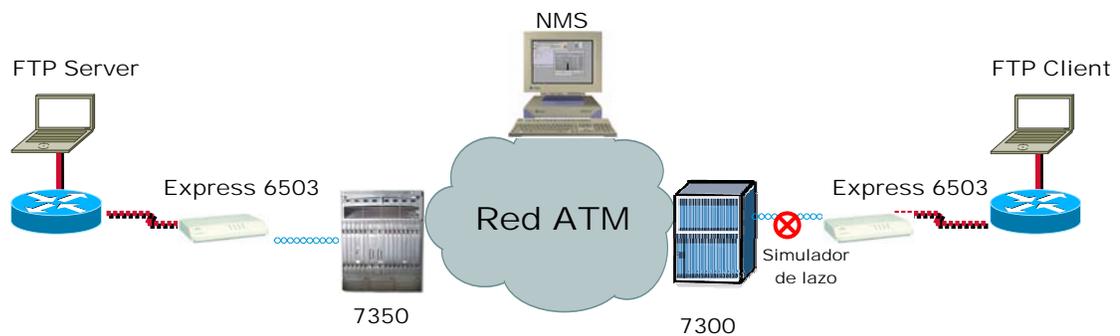


Figura A.22. Montaje para pruebas de distancias y transferencia de datos del Express 6503.

Resultados obtenidos

Seguidamente se muestran los valores obtenidos.

Tabla A.29. Distancia y Transferencia de Datos del Express 6503 colocando el emulador de distancia del lado 7300 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbps)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia (seg)	Observaciones
1000	2304	10MB	64,62	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
2000	2304	10MB	64,61	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
3500	2304	10MB	67,29	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
1000	2304	10MB	116,80	PCR=2415 cell/seg , PVC=1024 Kbps
2000	2304	10MB	117,07	PCR=2415 cell/seg , PVC=1024 Kbps
3500	2304	10MB	117,60	PCR=2415cell/seg , PVC=1024 Kbps
4000	512	1MB	44,98	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
4500	512	1MB	45,43	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
5000	512	1MB	45,45	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
6000	512	1MB	45,45	PCR=5434 cell/seg , PVC=256 Kbps

Tabla A.30. Distancia y Transferencia de Datos del Express 6503 colocando el emulador de distancia del lado 7350 ASAM.

Distancia (Mts)	Puerto DSLAM (Kbps)	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia (seg)	Observaciones
1000	2304	10MB	71.61	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
2000	2304	10MB	64.14	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
3500	2304	10MB	64.71	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps
1000	2304	10MB	116.94	PCR=2415 cell/seg , PVC=1024 Kbps
2000	2304	10MB	117.28	PCR=2415 cell/seg , PVC=1024 Kbps
3000	2304	10MB	127.66	PCR=2415cell/seg , PVC=1024 Kbps
4000	512	1MB	45.59	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
4500	512	1MB	45.48	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
5000	512	1MB	45.48	PCR=604 cell/seg , PVC=256 Kbps
5900	512	1MB	45.23	PCR=5434 cell/seg , PVC=2304 Kbps

Se comprobó la transferencia de datos entre las dos redes emuladas a través de los CPE Express 6503, con unos tiempos óptimos de transferencia. Se utilizó el 3COM FTP Server y el ftp client de Windows 2000.

3- Prueba de interconexión en modo Bridging (PCPE-03)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

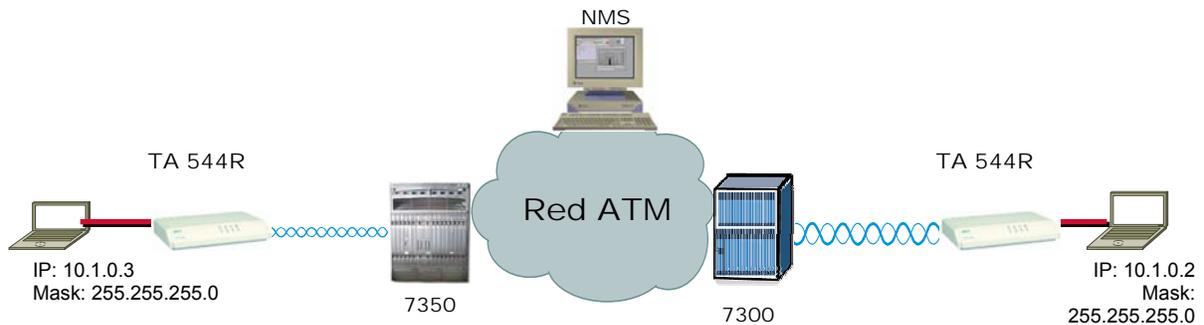


Figura A.23. Montaje para pruebas de interconexión en modo Bridging del TA 544R.

Resultados obtenidos

Tabla A.31. Resultados de la prueba de interconexión en modo bridging con el TA 544R.

Ping desde:	Ping a:	Tiempo de ida y vuelta promedio	Observaciones	
10.1.0.2	10.1.0.3	0ms		
10.1.0.3	10.1.0.2	2ms		
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.1.0.2	10.1.0.3	1 MB	5,17 seg.	Se utilizó el software 3COM FTP Server y FTP Client de Windows 2000
10.1.0.2	10.1.0.3	10MB	50,93 seg.	

Se verificó la completa compatibilidad en modo bridging con tiempos óptimos de transferencia.

4- Prueba de interconexión en modo Routing (PCPE-04)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

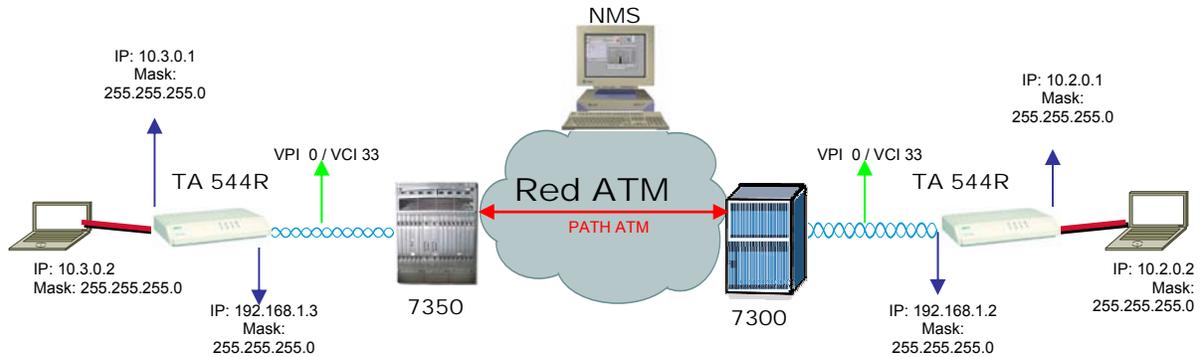


Figura A.24. Montaje para pruebas de interconexión en modo Routing del TA 544R.

Resultados obtenidos

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Tabla A.32. Resultados de la prueba de interconexión en modo Routing con el TA 544R.

Ping desde:	Ping a:	Tiempo de ida y vuelta promedio	Observaciones	
10.3.0.2	10.2.0.2	0ms		
10.2.0.2	10.3.0.2	2ms		
FTP desde:	FTP a:	Tamaño del Archivo	Tiempo de Transferencia	Observaciones
10.3.0.2	10.2.0.2	1 MB	5,19 seg.	Se utilizo el software 3COM FTP Server y FTP Client de Windows 2000
10.3.0.2	10.2.0.2	10MB	58,23 seg.	

Se verifico la completa compatibilidad en modo routing con tiempos óptimos de transferencia.

5- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (PCPE-05)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

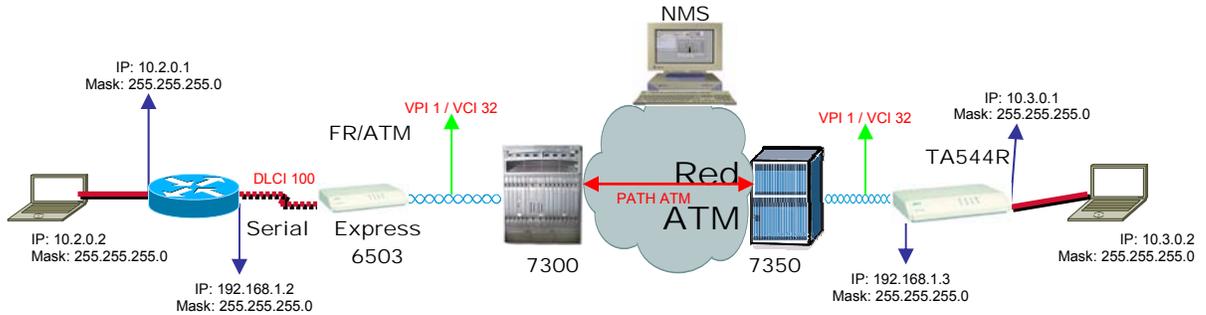


Figura A.25. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR del Express 6503 y el TA 544R.

Resultados obtenidos:

Tabla A.33. Resultados de la prueba de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR con el Express 6503 y el TA 544R.

CIR	PCR	PATH ATM	Distancia	PING	FTP (aprox.)	Tiempo de Transferencia (seg.)
192 Kb/s	453	PCR=192 Kb/s	3000 mtrs	2ms	1MB	6.57
640 Kb/s	1510	PCR=640 Kb/s	3000 mtrs	2ms	1MB	6.58
1088 Kb/s	2566	PCR=1088 Kb/s	3000 mtrs	2ms	1MB	6.60
1600 Kb/s	3774	PCR=1600 Kb/s	3000 mtrs	2ms	10MB	65.07
1984 Kb/s	4679	PCR=1984 Kb/s	3000 mtrs	2ms	10MB	64.98
2048 Kb/s	4830	PCR=2048 Kb/s	3000 mtrs	0ms	10MB	62.96

Se utilizó una misma velocidad a nivel de G.SHDSL 2304 Kbps en última milla y se restringió el PVC entre los DSLAM y se realizó la prueba de Service

Interworking a diferentes velocidades, ajustando el parámetro de PCR en los CPE y el PVC entre los DSLAM. Se realizaron pruebas con trafico UBR y EIR = 0.

6- Prueba Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) (PCPE-06)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

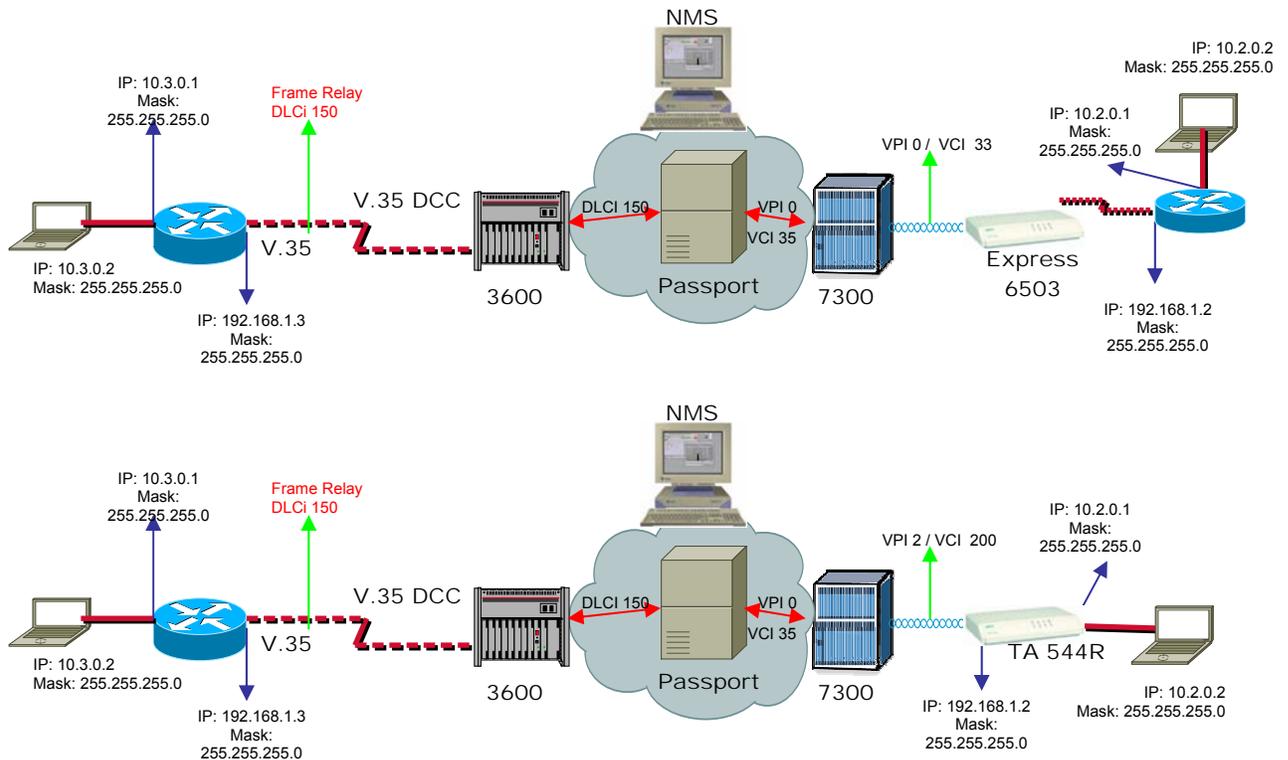


Figura A.26. Montaje para pruebas de Service Interworking con Router conectado a la red vía FR (a través de un servicio TDM/FR) del TA 544R y Express 6503.

Resultados obtenidos

Tabla A.36. Resultados de la prueba de Network Interworking CPE-CPE con el Express 6503.

CIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
256 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	320 Kb/s	5000 mts.	100	OK
256 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	320 Kb/s	6000 mts.	100	OK
1024 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	3000 mts.	100	OK
1024 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	4000 mts.	100	OK
1984 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	0 mts.	100	OK
1984 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	100	OK

La velocidad del puerto V.35 es por defecto (y se recomienda mantener esta configuración) la misma que es tomada de la línea del puerto G.SHDSL. Existe la opción de velocidades a 128 Kbps y 64 Kbps independiente de la velocidad del puerto WAN.

8- Prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE (PCPE-08)

El esquema de montaje de la prueba es el siguiente:

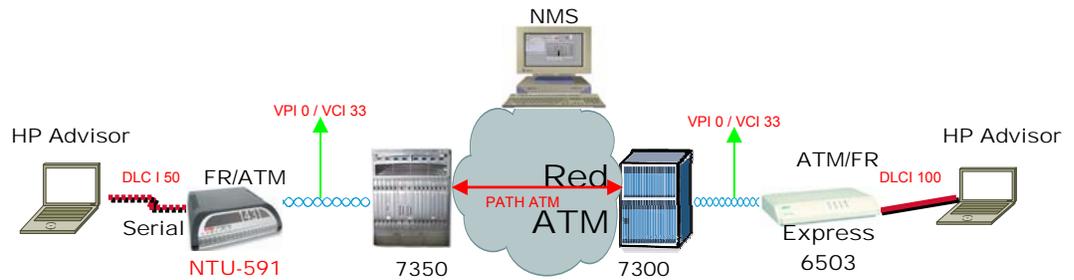


Figura A.28. Montaje para pruebas de Network Interworking NTU 591 – CPE del Express 6503.

Resultados obtenidos

Tabla A.37. Resultados de la prueba de Network Interworking NTU 591 – CPE con el Express 6503.

CIR	PVC ATM	Velocidad puerto V.35	Velocidad del puerto (DSLAM)	Distancia	% Utilización del HP Advisor	Resultados
256 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	320 Kb/s	5000 mts.	100	OK
256 Kb/s	256 Kb/s	320 Kb/s	320 Kb/s	6000 mts.	100	OK
1024 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	3000 mts.	100	OK
1024 Kb/s	1024 Kb/s	1152 Kb/s	1152 Kb/s	4000 mts.	100	OK
1984 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	0 mts.	100	OK
1984 Kb/s	1984 Kb/s	2304 Kb/s	2304 Kb/s	3000 mts.	100	OK

9- Pruebas de Administración (PCPE-11).

Los esquemas de montaje de la prueba es el siguiente:

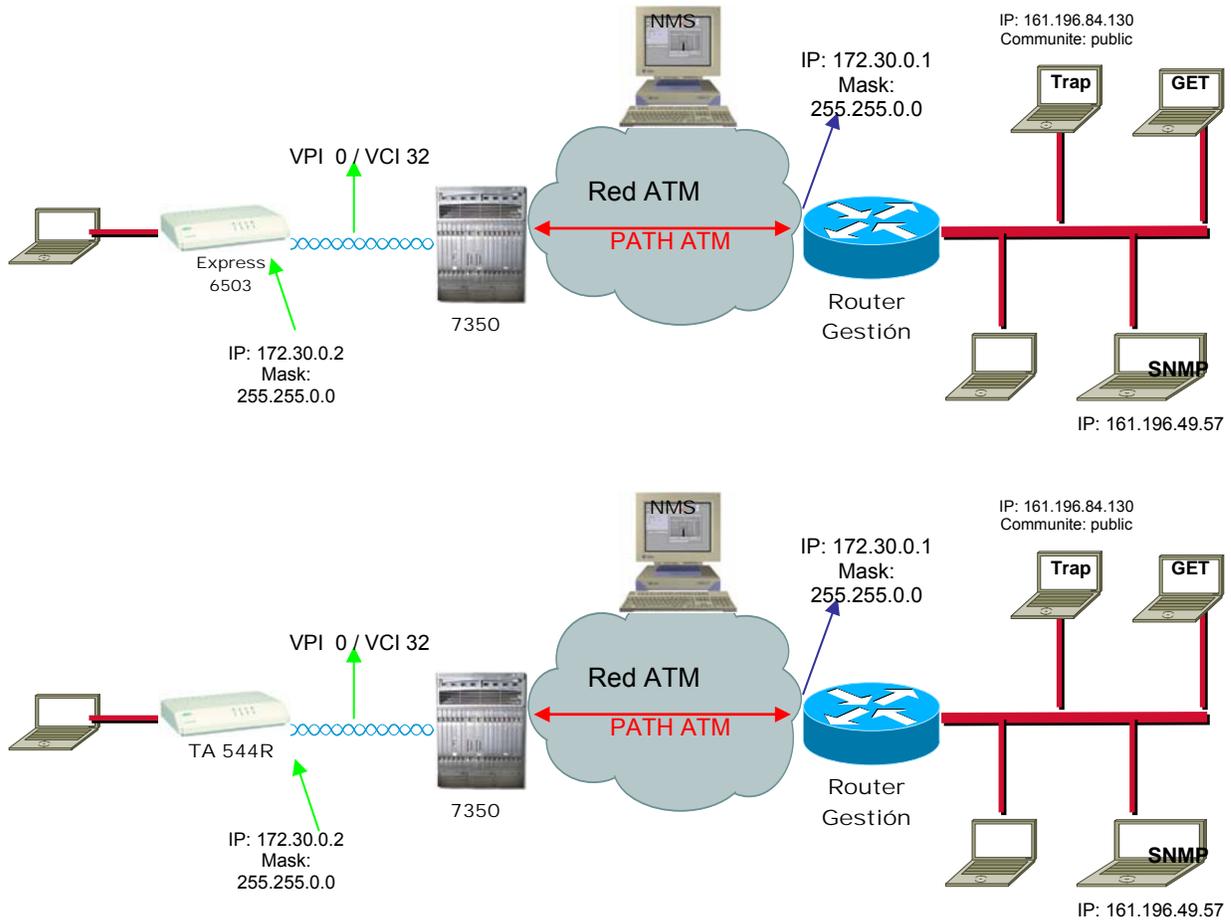


Figura A.29. Montaje para pruebas de administracion del Express 6503 y el TA 544R.

Resultados obtenidos

Se comprobó el acceso por PING para verificar la conexión entre los CPE y las estaciones de monitoreo y SNMP Manager, tanto desde los CPE, como desde el SNMP Manager.

Se comprobó la conexión remota vía telnet a los equipos CPE, desde el centro de gestión. Se monitorearon las estadísticas de desempeño en el menú de configuración del equipo a través de la conexión telnet establecida.

Se verificaron las consultas SNMP a los dispositivos CPE llevando las interfaces Serial o Ethernet (en el caso del Express 6503 y del TA 544R respectivamente) a estatus down y verificando los mensajes traps en el SNMP Manager

En resumen, se verificó la completa compatibilidad de los equipos CPE Express 6503 y TA 544R con los estándares de gestión SNMP y Telnet, y las funcionalidades de ping con los sistemas de gestiones existentes en CANTV, pudiéndose gestionar estos equipos de forma remota desde el centro de gestión de CANTV en los Palos Grandes.

ANEXO B

CONFIGURACIONES DEL TELINDUS 1431

A continuación se muestran las configuraciones típicas del modem Telindus 1431 para cada una de las modalidades de servicio que se consideraron en este trabajo.

CONFIGURACION MODO BRIDGE.

```
telindus1431Router
=====
|  sysName           = 1431
|  sysContact        =
|  sysLocation       = CANTV
|  bootFromFlash     = auto
|  security           [Empty table]
|  alarmMask          = 000000011
|  alarmLevel
|      notResponding = 4
|      alarmSyncLoss = 4
|      configChanged = 1
|      access         = 1
|      unknownState  = 0
|      coldBoot       = 1
|      warmBoot       = 1
|      codeConsistencyFail = 1
|      configConsistencyFail = 1
+-- lanInterface
|  name              = lan
|  ip
|      address       = 0.0.0.0
|      netMask        = 255.255.255.0
|      secondaryIp    [Empty table]
|      rip
|          metric     = 1
|          mode        = active
|          txVersion   = rip2
|          rxVersion   = rip2only
|          splitHorizon = poisonedReverse
|          authentication = disabled
|          filter       =
|      trafficPolicy =
|      directedBroadcasts = enabled
|      icmpRedirects  = enabled
|      igmp            = disabled
|      helpers         [Empty table]
|      nat             =
|  mode              = bridging
|  arp
|      timeOut        = 00000d 02h 00m 00s
|      proxyArp       = enabled
|  bridging
|      accessList     =
|      bridgeGroup    = bridge
|      priority        = 128
|      pathCost        = 100
|      topologyChangeDetection = enabled
|  alarmMask         = 1
|  alarmLevel
|      linkDown       = 3
|  adapter           = autoDetect
```

```

|         vlan          [Empty table]
+--- wanInterface
|     alarmMask        = 1
|     alarmLevel
|         linkDown = 3
|     priorityPolicy =
|     maxFifoQLen     = 200
|     name             = wan
|     encapsulation   = atm
+--- atm
|     vp               [Empty table]
|     lowSpeedPvc     [Empty table]
|     ces              [Empty table]
|     pvcTable
|         1) name      = PVCBridge
|            adminStatus = up
|            mode      = bridging
|            priorityPolicy =
|            ip
|                address      = 0.0.0.0
|                netMask      = 255.255.255.0
|                remote       = 0.0.0.0
|                unnumbered   =
|                gatewayPreference = 80
|                rip
|                    metric    = 1
|                    mode      = active
|                    txVersion = rip2
|                    rxVersion = rip2only
|                    splitHorizon = poisonedReverse
|                    authentication = disabled
|                    filter    =
|                trafficPolicy =
|                directedBroadcasts = enabled
|                icmpRedirects = enabled
|                igmp          = disabled
|                helpers       [Empty table]
|                nat           =
|            bridging
|                accessList    =
|                trafficPolicy =
|                bridgeGroup   = bridge
|                priority     = 128
|                pathCost     = 500
|                topologyChangeDetection = enabled
|     atm
|         vpi           = 1
|         vci           = 32
|         higherLayerProtocol = rfc2684
|         multiProtocolMech = llcEncapsulation
|         peakCellRate   = 1984kbps
|         sustCellRate   = 1984kbps
|         maxBurstSize   = 1536 cellTimes
|         inArpTimeout   = 00000d 00h 00m 30s
|         oamF5Loopback
|             operation   = disabled
|             interval    = 00000d 00h 00m 10s
|             failsPermitted = 4
|     ppp
|         linkMonitoring
|             operation   = disabled
|             interval    = 00000d 00h 00m 10s
|             replyTimeout = 00000d 00h 00m 02s
|             failsPermitted = 4
|         authentication = disabled
|         authenPeriod   = 00000d 00h 10m 00s
|         compression    = disabled
|         sessionName    =
|         sessionSecret  =

```

```

frAtm      [Empty table]
+-- line
  minSpeed      = 64kbps
  maxSpeed      = 2304kbps
  retrain
    enabled      = yes
    errorPersistenceTime = 10 seconds
    errorThreshold = 10 proMille
    snrThreshold = 23.0dB
    stepupMargin = disabled
  region        = auto
  alarmMask     = 01
  alarmLevel
    linkDown    = 3
    invalidNumRepeaters = 1
  startupMargin = 2dB
  linkAlarmThresholds
    lineAttenuationOn = 0.0 dB
    signalNoiseOn    = 0.0 dB
    errSecOn         = 00000d 00h 00m 36s
    sevErrSecOn      = 00000d 00h 00m 02s
  numExpectedRepeaters = 0
  eocHandling        = none
  channel            = remote
  testDuration       = 00000d 00h 03m 00s
  maxNrOfZBits      = 1
+-- linePair[1]
  alarmMask = 00000
  alarmLevel
    linkDown    = 3
    lineAttenuation = 1
    signalNoise = 1
    errSecExceeded = 1
    sevErrSecExceeded = 2
+-- g703
  alarmMask      = 00001
  alarmLevel
    linkDown    = 3
    ais         = 2
    lfa        = 2
    testActive  = 1
    sq         = 2
  aisDetection   = enabled
  sqTime        = 00000d 00h 01m 00s
  sqThreshold   = 10
  name          = g703
  clocking      = internal
  framing       = framed
  coding        = hdb3
  crc4Insertion = auto
  jitterAttenuation = 32Bits
  testDuration  = 00000d 00h 03m 00s
+-- channel[g703_1]
  alarmMask     = 1
  alarmLevel
    linkDown    = 3
  maxFifoQLen   = 200
  encapsulation = frameRelay
  timeSlots     = 11111111110000000000000000000000
+-- frameRelay
  lmi
    mode        = auto
    type        = q933-Annex-A
    pollingInterval = 00000d 00h 00m 10s
    errorThreshold = 3
    monitoredEvents = 4

```

```

|         expectedPollInterval = 00000d 00h 00m 15s
|         fullEnquiryInterval  = 6
+-- ces
|     maxCellVariation = 8
|     fillSize         = 47
|     sdtMethod        = enabled
|     dataBitsReversed = enabled
+-- router
|     sendPortUnreachable = enabled
|     sendAdminUnreachable = enabled
|     ripUpdateInterval   = 00000d 00h 00m 30s
|     sysSecret           =
|     pppSecretTable      [Empty table]
|     dhcpStatic          [Empty table]
|     dhcpDynamic         [Empty table]
|     dhcpCheckAddress    = disabled
|     defaultRoute
|         gateway        = 0.0.0.0
|         interface      =
|         preference     = 10
|         metric         = 2
|     routingTable       [Empty table]
|     helperProtocols    [Empty table]
|     sendTtlExceeded    = enabled
|     routingProtocol     = none
|     ripHoldDownTime    = 00000d 00h 03m 00s
|     alarmMask          = 1
|     alarmLevel
|         pingActive     = 3
|     ripv2SecretTable   [Empty table]
|     alternativeRoutes  = backup
|     radius
|         authServers [Empty table]
|         acctServer
|             address = 0.0.0.0
|             secret  =
|             timeOut = 00000d 00h 00m 05s
|             retries = 1
|             acctUpdate = 00000d 00h 00m 00s
|             login    = disabled
|             ppp      = enabled
|     dns
|         primaryDns   = 0.0.0.0
|         secondaryDns = 0.0.0.0
|         domainName  =
+-- tunnels
|     l2tpTunnels [Empty table]
|     ipsecL2tpTunnels [Empty table]
+-- defaultNat
|     patAddress      = 0.0.0.0
|     portTranslations [Empty table]
|     servicesAvailable [Empty table]
|     addresses       [Empty table]
|     gateway         = 0.0.0.0
|     tcpSocketTimeOut = 00001d 00h 00m 00s
|     udpSocketTimeOut = 00000d 00h 03m 00s
|     tcpSockets      = 1024
|     udpSockets      = 1024
|     dmzHost         = 0.0.0.0
+-- bridge
|     +-- bridgeGroup
|         bridgeCache = learning
|         bridgeTimeOut = 00000d 00h 05m 00s
|         name        = bridge
|         ip

```

```

        address          = 10.1.0.2
        netMask          = 255.255.255.0
        rip
            metric       = 1
            mode          = active
            txVersion    = rip2
            rxVersion    = rip2only
            splitHorizon = poisonedReverse
            authentication = disabled
            filter        =
        trafficPolicy    =
        directedBroadcasts = enabled
        icmpRedirects   = enabled
        igmp             = disabled
        nat              =
    arp
        timeOut         = 00000d 02h 00m 00s
        proxyArp        = enabled
    spanningTree
        protocol         = none
        bridgePriority   = 32768
        bridgeMaxAge    = 00000d 00h 00m 20s
        bridgeHelloTime = 00000d 00h 00m 02s
        bridgeForwardDelay = 00000d 00h 00m 15s
    vlan
        dotQTagging     = disabled
        vid              = 1
        userPriority     = 0
+-- snmp
    trapDestinations
        1) address      = 0.0.0.0
           community    = public
    mib2Traps          = off
+-- management
    cms2Address        = 0
    accessList         [Empty table]
    snmp               = enabled
    telnet             = enabled
    tftp               = enabled
    ftp                = enabled
    alarmFilter        = 0
    consoleNoTrafficTimeOut = 00000d 00h 30m 00s
    atwinGraphics      = enabled
    ctrlPortProtocol   = console
    timeServer         = 0.0.0.0
    timeZone
        timeZone       = utc+1
        daylightSaving = europeanUnion
    syslog
        separator      = ;
        destinations   [Empty table]
+-- loopback
    ipAddress          = 0.0.0.0
+-- fileSystem
+-- operatingSystem

```

CONFIGURACION MODULO BRIDGE.

```
telindus1431Router
=====
| sysName          = 1431
| sysContact       =
| sysLocation      = CANTV
| bootFromFlash    = auto
| security          [Empty table]
| alarmMask        = 000000011
| alarmLevel
|   notResponding  = 4
|   alarmSyncLoss  = 4
|   configChanged  = 1
|   access         = 1
|   unknownState   = 0
|   coldBoot       = 1
|   warmBoot       = 1
|   codeConsistencyFail = 1
|   configConsistencyFail = 1
+-- lanInterface
|   name           = lan
|   ip
|     address       = 10.2.0.1
|     netMask       = 255.255.255.0
|     secondaryIp   [Empty table]
|     rip
|       metric      = 1
|       mode        = active
|       txVersion   = rip2
|       rxVersion   = rip2only
|       splitHorizon = poisonedReverse
|       authentication = disabled
|       filter      =
|       trafficPolicy =
|       directedBroadcasts = enabled
|       icmpRedirects = enabled
|       igmp         = disabled
|       helpers      [Empty table]
|       nat          =
|   mode           = routing
|   arp
|     timeOut       = 00000d 02h 00m 00s
|     proxyArp      = enabled
|   bridging
|     accessList    =
|     bridgeGroup   = bridge
|     priority      = 128
|     pathCost      = 100
|     topologyChangeDetection = enabled
|   alarmMask      = 1
|   alarmLevel
|     linkDown      = 3
|   adapter        = autoDetect
|   vlan           [Empty table]
+-- wanInterface
|   alarmMask      = 1
|   alarmLevel
|     linkDown      = 3
|   priorityPolicy =
|   maxFifoQLen    = 200
|   name           = wan
|   encapsulation  = atm
+-- atm
|   vp             [Empty table]
|   lowSpeedPvc    [Empty table]
|   ces            [Empty table]
```

```

pvcTable
  1) name          = PVCRouting
     adminStatus   = up
     mode          = routing
     priorityPolicy =
     ip
       address     = 192.168.1.2
       netMask     = 255.255.255.0
       remote      = 192.168.1.1
       unnumbered  =
       gatewayPreference = 80
     rip
       metric      = 1
       mode        = active
       txVersion   = rip2
       rxVersion   = rip2only
       splitHorizon = poisonedReverse
       authentication = disabled
       filter      =
     trafficPolicy =
     directedBroadcasts = enabled
     icmpRedirects  = enabled
     igmp           = disabled
     helpers        [Empty table]
     nat            =
     bridging
       accessList   =
       trafficPolicy =
       bridgeGroup  = bridge
       priority     = 128
       pathCost     = 500
       topologyChangeDetection = enabled
     atm
       vpi          = 1
       vci          = 32
       higherLayerProtocol = rfc2684
       multiProtocolMech = llcEncapsulation
       peakCellRate = 1984kbps
       sustCellRate = 1984kbps
       maxBurstSize = 1536 cellTimes
       inArpTimeout = 00000d 00h 00m 30s
       oamF5Loopback
         operation  = disabled
         interval   = 00000d 00h 00m 10s
         failsPermitted = 4
     ppp
       linkMonitoring
         operation  = disabled
         interval   = 00000d 00h 00m 10s
         replyTimeout = 00000d 00h 00m 02s
         failsPermitted = 4
         authentication = disabled
         authenPeriod = 00000d 00h 10m 00s
         compression = disabled
         sessionName =
         sessionSecret =
     frAtm        [Empty table]
+-- line
   minSpeed      = 64kbps
   maxSpeed      = 2304kbps
   retrain
     enabled     = yes
     errorPersistenceTime = 10 seconds
     errorThreshold = 10 proMille
     snrThreshold = 23.0dB
     stepupMargin = disabled
   region        = auto
   alarmMask     = 01
   alarmLevel    =
   linkDown      = 3

```



```

dhcpStatic          [Empty table]
dhcpDynamic         [Empty table]
dhcpCheckAddress   = disabled
defaultRoute
  gateway          = 0.0.0.0
  interface        =
  preference       = 10
  metric           = 2
routingTable
  1) network       = 10.1.0.0
     mask           = 255.255.255.0
     gateway        = 192.168.1.1
     interface      =
     preference     = 10
     metric         = 2
helperProtocols     [Empty table]
sendTtlExceeded    = enabled
routingProtocol    = none
ripHoldDownTime    = 00000d 00h 03m 00s
alarmMask           = 1
alarmLevel
  pingActive       = 3
ripv2SecretTable   [Empty table]
alternativeRoutes   = backup
radius
  authServers      [Empty table]
  acctServer
    address        = 0.0.0.0
    secret          =
    timeout         = 00000d 00h 00m 05s
  retries           = 1
  acctUpdate       = 00000d 00h 00m 00s
  login            = disabled
  ppp              = enabled
dns
  primaryDns       = 0.0.0.0
  secondaryDns     = 0.0.0.0
  domainName       =
+-- tunnels
|   l2tpTunnels    [Empty table]
|   ipsecL2tpTunnels [Empty table]
+-- defaultNat
    patAddress     = 0.0.0.0
    portTranslations [Empty table]
    servicesAvailable [Empty table]
    addresses      [Empty table]
    gateway        = 0.0.0.0
    tcpSocketTimeout = 00001d 00h 00m 00s
    udpSocketTimeout = 00000d 00h 03m 00s
    tcpSockets     = 1024
    udpSockets     = 1024
    dmzHost        = 0.0.0.0
+-- bridge
|
+-- bridgeGroup
    bridgeCache    = learning
    bridgeTimeout  = 00000d 00h 05m 00s
    name           = bridge
    ip
      address      = 0.0.0.0
      netMask      = 255.255.255.0
      rip
        metric     = 1
        mode       = active
        txVersion  = rip2
        rxVersion  = rip2only
        splitHorizon = poisonedReverse
        authentication = disabled

```

```

        filter          =
        trafficPolicy   =
        directedBroadcasts = enabled
        icmpRedirects   = enabled
        igmp             = disabled
        nat              =
    arp
        timeOut         = 00000d 02h 00m 00s
        proxyArp        = enabled
    spanningTree
        protocol         = none
        bridgePriority   = 32768
        bridgeMaxAge     = 00000d 00h 00m 20s
        bridgeHelloTime = 00000d 00h 00m 20s
        bridgeForwardDelay = 00000d 00h 00m 15s
    vlan
        dotQTagging     = disabled
        vid              = 1
        userPriority     = 0
+-- snmp
    trapDestinations
        1) address      = 0.0.0.0
           community    = public
    mib2Traps          = off
+-- management
    cms2Address        = 0
    accessList         [Empty table]
    snmp               = enabled
    telnet             = enabled
    tftp               = enabled
    ftp                = enabled
    alarmFilter        = 0
    consoleNoTrafficTimeOut = 00000d 00h 30m 00s
    atwinGraphics      = enabled
    ctrlPortProtocol   = console
    timeServer         = 0.0.0.0
    timeZone
        timeZone       = utc+1
        daylightSaving = europeanUnion
    syslog
        separator      = ;
        destinations   [Empty table]
+-- loopback
    ipAddress          = 0.0.0.0
+-- fileSystem
+-- operatingSystem

```

CONFIGURACION SERVICE INTERWORKING.

```

telindus1431Router
=====
| sysName              = 1431
| sysContact           =
| sysLocation          = CANTV
| bootFromFlash        = auto
| security             [Empty table]
| alarmMask            = 000000011
| alarmLevel
|   notResponding     = 4
|   alarmSyncLoss     = 4
|   configChanged     = 1
|   access             = 1
|   unknownState      = 0
|   coldBoot          = 1

```

```

warmBoot          = 1
codeConsistencyFail = 1
configConsistencyFail = 1
+-- lanInterface
  name            = lan
  ip
    address       = 0.0.0.0
    netMask       = 255.255.255.0
    secondaryIp   [Empty table]
    rip
      metric      = 1
      mode        = active
      txVersion   = rip2
      rxVersion   = rip2only
      splitHorizon = poisonedReverse
      authentication = disabled
      filter      =
    trafficPolicy =
    directedBroadcasts = enabled
    icmpRedirects = enabled
    igmp          = disabled
    helpers       [Empty table]
    nat           =
  mode            = routing
  arp
    timeout      = 00000d 02h 00m 00s
    proxyArp     = enabled
  bridging
    accessList   =
    bridgeGroup  = bridge
    priority     = 128
    pathCost     = 100
    topologyChangeDetection = enabled
  alarmMask      = 1
  alarmLevel
    linkDown    = 3
  adapter        = autoDetect
  vlan           [Empty table]
+-- wanInterface
  alarmMask      = 1
  alarmLevel
    linkDown    = 3
  priorityPolicy =
  maxFifoQLen   = 200
  name          = wan
  encapsulation = atm
+-- atm
  vp             [Empty table]
  lowSpeedPvc   [Empty table]
  ces           [Empty table]
  pvcTable      [Empty table]
  frAtm
    1) name      = SIG05
       adminStatus = up
       mode      = frf8
       atm
         vpi      = 1
         vci      = 32
         peakCellRate = 1984kbps
         sustCellRate = 1984kbps
         maxBurstSize = 1536 cellTimes
         oamF5Loopback
           operation = disabled
           interval  = 00000d 00h 00m 10s
           failsPermitted = 4
       frameRelay
         dlci = 100
         cir  = 1984000

```

```

        eir = 0
        deClpMap = model
        frf8
            congestionMap = model
            mode = transparant
+-- line
    minSpeed = 64kbps
    maxSpeed = 2304kbps
    retrain
        enabled = yes
        errorPersistenceTime = 10 seconds
        errorThreshold = 10 proMille
        snrThreshold = 23.0dB
        stepupMargin = disabled
    region = auto
    alarmMask = 01
    alarmLevel
        linkDown = 3
        invalidNumRepeaters = 1
    startupMargin = 2dB
    linkAlarmThresholds
        lineAttenuationOn = 0.0 dB
        signalNoiseOn = 0.0 dB
        errSecOn = 00000d 00h 00m 36s
        sevErrSecOn = 00000d 00h 00m 02s
    numExpectedRepeaters = 0
    eocHandling = none
    channel = remote
    testDuration = 00000d 00h 03m 00s
    maxNrOfZBits = 1
+-- linePair[1]
    alarmMask = 00000
    alarmLevel
        linkDown = 3
        lineAttenuation = 1
        signalNoise = 1
        errSecExceeded = 1
        sevErrSecExceeded = 2
+-- v35
    alarmMask = 01
    alarmLevel
        linkDown = 3
        testActive = 1
    encapsulation = frameRelay
    maxFifoQLen = 200
    transmitSampleClock = normal
    receiveSampleClock = normal
    testDuration = 00000d 00h 03m 00s
    name = v35
+-- frameRelay
    lmi
        mode = auto
        type = ansiT1-617-d
        pollingInterval = 00000d 00h 00m 10s
        errorThreshold = 3
        monitoredEvents = 4
        expectedPollInterval = 00000d 00h 00m 15s
        fullEnquiryInterval = 6
    syncSettings
        clocking = slaveOnNetworkPreferred
        speed = 2048000 bps
+-- ces
    maxCellVariation = 8
    fillSize = 47
    dataBitsReversed = enabled
    syncSettings

```

```

                clocking = slaveOnNetworkPreferred
                speed     = 2048000 bps
+-- router
|
|   sendPortUnreachable = enabled
|   sendAdminUnreachable = enabled
|   ripUpdateInterval   = 00000d 00h 00m 30s
|   sysSecret           =
|   pppSecretTable      [Empty table]
|   dhcpStatic          [Empty table]
|   dhcpDynamic         [Empty table]
|   dhcpCheckAddress    = disabled
|   defaultRoute
|     gateway           = 0.0.0.0
|     interface         =
|     preference        = 10
|     metric            = 2
|   routingTable
|     1) network        = 10.1.0.0
|       mask            = 255.255.255.0
|       gateway         = 192.168.1.1
|       interface       =
|       preference      = 10
|       metric          = 2
|   helperProtocols     [Empty table]
|   sendTtlExceeded     = enabled
|   routingProtocol      = none
|   ripHoldDownTime     = 00000d 00h 03m 00s
|   alarmMask           = 1
|   alarmLevel
|     pingActive        = 3
|   ripv2SecretTable    [Empty table]
|   alternativeRoutes    = backup
|   radius
|     authServers [Empty table]
|     acctServer
|       address         = 0.0.0.0
|       secret          =
|       timeOut         = 00000d 00h 00m 05s
|       retries         = 1
|       acctUpdate      = 00000d 00h 00m 00s
|       login           = disabled
|       ppp             = enabled
|   dns
|     primaryDns        = 0.0.0.0
|     secondaryDns     = 0.0.0.0
|     domainName        =
+-- tunnels
|
|   l2tpTunnels          [Empty table]
|   ipsecL2tpTunnels    [Empty table]
+-- defaultNat
|
|   patAddress           = 0.0.0.0
|   portTranslations    [Empty table]
|   servicesAvailable   [Empty table]
|   addresses           [Empty table]
|   gateway              = 0.0.0.0
|   tcpSocketTimeOut    = 00001d 00h 00m 00s
|   udpSocketTimeOut    = 00000d 00h 03m 00s
|   tcpSockets          = 1024
|   udpSockets          = 1024
|   dmzHost             = 0.0.0.0
+-- bridge
|
|   +-- bridgeGroup
|     |   bridgeCache    = learning
|     |   bridgeTimeOut = 00000d 00h 05m 00s
|     |   name           = bridge
|     |   ip

```

```

        address          = 0.0.0.0
        netMask          = 255.255.255.0
        rip
            metric       = 1
            mode         = active
            txVersion    = rip2
            rxVersion    = rip2only
            splitHorizon = poisonedReverse
            authentication = disabled
            filter       =
        trafficPolicy   =
        directedBroadcasts = enabled
        icmpRedirects   = enabled
        igmp            = disabled
        nat             =
    arp
        timeOut = 00000d 02h 00m 00s
        proxyArp = enabled
    spanningTree
        protocol         = none
        bridgePriority   = 32768
        bridgeMaxAge    = 00000d 00h 00m 20s
        bridgeHelloTime = 00000d 00h 00m 02s
        bridgeForwardDelay = 00000d 00h 00m 15s
    vlan
        dotQTagging = disabled
        vid         = 1
        userPriority = 0
+-- snmp
    trapDestinations
        1) address = 0.0.0.0
           community = public
    mib2Traps = off
+-- management
    cms2Address = 0
    accessList [Empty table]
    snmp = enabled
    telnet = enabled
    tftp = enabled
    ftp = enabled
    alarmFilter = 0
    consoleNoTrafficTimeOut = 00000d 00h 30m 00s
    atwinGraphics = enabled
    ctrlPortProtocol = console
    timeServer = 0.0.0.0
    timeZone
        timeZone = utc+1
        daylightSaving = europeanUnion
    syslog
        separator = ;
        destinations [Empty table]
+-- loopback
    ipAddress = 0.0.0.0
+-- fileSystem
+-- operatingSystem

```

CONFIGURACION NETWORK INTERWORKING.

```

telindus1431Router
=====
| sysName          = 1431
| sysContact      =
| sysLocation     = CANTV
| bootFromFlash  = auto

```

```

security          [Empty table]
alarmMask         = 000000011
alarmLevel
  notResponding   = 4
  alarmSyncLoss   = 4
  configChanged   = 1
  access          = 1
  unknownState    = 0
  coldBoot        = 1
  warmBoot        = 1
  codeConsistencyFail = 1
  configConsistencyFail = 1
+-- lanInterface
  name            = lan
  ip
    address        = 0.0.0.0
    netMask        = 255.255.255.0
    secondaryIp    [Empty table]
    rip
      metric        = 1
      mode          = active
      txVersion     = rip2
      rxVersion     = rip2only
      splitHorizon  = poisonedReverse
      authentication = disabled
      filter        =
    trafficPolicy  =
    directedBroadcasts = enabled
    icmpRedirects  = enabled
    igmp           = disabled
    helpers        [Empty table]
    nat            =
  mode            = routing
  arp
    timeOut        = 00000d 02h 00m 00s
    proxyArp       = enabled
  bridging
    accessList     =
    bridgeGroup    = bridge
    priority       = 128
    pathCost       = 100
    topologyChangeDetection = enabled
  alarmMask       = 1
  alarmLevel
    linkDown       = 3
  adapter         = autoDetect
  vlan            [Empty table]
+-- wanInterface
  alarmMask       = 1
  alarmLevel
    linkDown      = 3
  priorityPolicy  =
  maxFifoQLen    = 200
  name           = wan
  encapsulation   = atm
+-- atm
  vp              [Empty table]
  lowSpeedPvc    [Empty table]
  ces            [Empty table]
  pvcTable       [Empty table]
  frAtm
    1) name       = SIG07
       adminStatus = up
       mode       = frf5
       atm
         vpi       = 1
         vci       = 33
         peakCellRate = 1984kbps

```

```

        sustCellRate = 1984kbps
        maxBurstSize = 1536 cellTimes
        oamF5Loopback
            operation = disabled
            interval = 00000d 00h 00m 10s
            failsPermitted = 4
        frameRelay
            dlci = 100
            cir = 1984000
            eir = 0
        deClpMap = model
        frf8
            congestionMap = model
            mode = transparant
+-- line
    minSpeed = 64kbps
    maxSpeed = 2304kbps
    retrain
        enabled = yes
        errorPersistenceTime = 10 seconds
        errorThreshold = 10 proMille
        snrThreshold = 23.0dB
        stepupMargin = disabled
    region = auto
    alarmMask = 01
    alarmLevel
        linkDown = 3
        invalidNumRepeaters = 1
    startupMargin = 2dB
    linkAlarmThresholds
        lineAttenuationOn = 0.0 dB
        signalNoiseOn = 0.0 dB
        errSecOn = 00000d 00h 00m 36s
        sevErrSecOn = 00000d 00h 00m 02s
    numExpectedRepeaters = 0
    eocHandling = none
    channel = remote
    testDuration = 00000d 00h 03m 00s
    maxNrOfZBits = 1
+-- linePair[1]
    alarmMask = 0000
    alarmLevel
        linkDown = 3
        lineAttenuation = 1
        signalNoise = 1
        errSecExceeded = 1
        sevErrSecExceeded = 2
+-- v35
    alarmMask = 01
    alarmLevel
        linkDown = 3
        testActive = 1
    encapsulation = frameRelay
    maxFifoQLen = 200
    transmitSampleClock = normal
    receiveSampleClock = normal
    testDuration = 00000d 00h 03m 00s
    name = v35
+-- frameRelay
    lmi
        mode = auto
        type = ansiT1-617-d
        pollingInterval = 00000d 00h 00m 10s
        errorThreshold = 3
        monitoredEvents = 4
        expectedPollInterval = 00000d 00h 00m 15s
        fullEnquiryInterval = 6

```

```

    syncSettings
        clocking = slaveOnNetworkPreferred
        speed    = 2048000 bps
+-- ces
    maxCellVariation = 8
    fillSize         = 47
    dataBitsReversed = enabled
    syncSettings
        clocking = slaveOnNetworkPreferred
        speed    = 2048000 bps
+-- router
    sendPortUnreachable = enabled
    sendAdminUnreachable = enabled
    ripUpdateInterval   = 00000d 00h 00m 30s
    sysSecret            =
    pppSecretTable      [Empty table]
    dhcpStatic          [Empty table]
    dhcpDynamic         [Empty table]
    dhcpCheckAddress    = disabled
    defaultRoute
        gateway         = 0.0.0.0
        interface       =
        preference      = 10
        metric          = 2
    routingTable        [Empty table]
    helperProtocols     [Empty table]
    sendTtlExceeded     = enabled
    routingProtocol     = none
    ripHoldDownTime     = 00000d 00h 03m 00s
    alarmMask           = 1
    alarmLevel
        pingActive      = 3
    ripv2SecretTable    [Empty table]
    alternativeRoutes    = backup
    radius
        authServers [Empty table]
        acctServer
            address     = 0.0.0.0
            secret      =
            timeOut     = 00000d 00h 00m 05s
            retries     = 1
            acctUpdate  = 00000d 00h 00m 00s
            login       = disabled
            ppp         = enabled
    dns
        primaryDns     = 0.0.0.0
        secondaryDns   = 0.0.0.0
        domainName     =
+-- tunnels
    l2tpTunnels         [Empty table]
    ipsecL2tpTunnels   [Empty table]
+-- defaultNat
    patAddress          = 0.0.0.0
    portTranslations    [Empty table]
    servicesAvailable  [Empty table]
    addresses           [Empty table]
    gateway             = 0.0.0.0
    tcpSocketTimeOut   = 00001d 00h 00m 00s
    udpSocketTimeOut   = 00000d 00h 03m 00s
    tcpSockets         = 1024
    udpSockets         = 1024
    dmzHost            = 0.0.0.0
+-- bridge
    +-- bridgeGroup
        bridgeCache    = learning

```

```

    bridgeTimeOut = 00000d 00h 05m 00s
    name           = bridge
    ip
      address      = 0.0.0.0
      netMask      = 255.255.255.0
      rip
        metric     = 1
        mode       = active
        txVersion  = rip2
        rxVersion  = rip2only
        splitHorizon = poisonedReverse
        authentication = disabled
        filter     =
      trafficPolicy =
      directedBroadcasts = enabled
      icmpRedirects = enabled
      igmp         = disabled
      nat         =
    arp
      timeOut = 00000d 02h 00m 00s
      proxyArp = enabled
    spanningTree
      protocol      = none
      bridgePriority = 32768
      bridgeMaxAge  = 00000d 00h 00m 20s
      bridgeHelloTime = 00000d 00h 00m 02s
      bridgeForwardDelay = 00000d 00h 00m 15s
    vlan
      dotQTagging = disabled
      vid         = 1
      userPriority = 0
+-- snmp
  trapDestinations
    1) address = 0.0.0.0
      community = public
  mib2Traps = off
+-- management
  cms2Address = 0
  accessList [Empty table]
  snmp = enabled
  telnet = enabled
  tftp = enabled
  ftp = enabled
  alarmFilter = 0
  consoleNoTrafficTimeOut = 00000d 00h 30m 00s
  atwinGraphics = enabled
  ctrlPortProtocol = console
  timeServer = 0.0.0.0
  timeZone
    timeZone = utc+1
    daylightSaving = europeanUnion
  syslog
    separator = ;
    destinations [Empty table]
+-- loopback
  ipAddress = 0.0.0.0
+-- fileSystem
+-- operatingSystem

```

CONFIGURACION EMULACION DE CIRCUITO.

```
telindus1431Router
=====
|   sysName           = 1431
|   sysContact        =
|   sysLocation       = CANTV
|   bootFromFlash     = auto
|   security           [Empty table]
|   alarmMask         = 000000011
|   alarmLevel
|       notResponding = 4
|       alarmSyncLoss = 4
|       configChanged = 1
|       access        = 1
|       unknownState  = 0
|       coldBoot      = 1
|       warmBoot      = 1
|       codeConsistencyFail = 1
|       configConsistencyFail = 1
+-- lanInterface
|   name              = lan
|   ip
|       address       = 0.0.0.0
|       netMask       = 255.255.255.0
|       secondaryIp   [Empty table]
|       rip
|           metric    = 1
|           mode      = active
|           txVersion = rip2
|           rxVersion = rip2only
|           splitHorizon = poisonedReverse
|           authentication = disabled
|           filter    =
|       trafficPolicy =
|       directedBroadcasts = enabled
|       icmpRedirects = enabled
|       igmp          = disabled
|       helpers       [Empty table]
|       nat           =
|   mode              = routing
|   arp
|       timeout      = 00000d 02h 00m 00s
|       proxyArp     = enabled
|   bridging
|       accessList   =
|       bridgeGroup  = bridge
|       priority     = 128
|       pathCost     = 100
|       topologyChangeDetection = enabled
|   alarmMask        = 1
|   alarmLevel
|       linkDown    = 3
|   adapter          = autoDetect
|   vlan             [Empty table]
+-- wanInterface
|   alarmMask        = 1
|   alarmLevel
|       linkDown    = 3
|   priorityPolicy   =
|   maxFifoQLen     = 200
|   name             = wan
|   encapsulation    = atm
+-- atm
|   vp               [Empty table]
|   lowSpeedPvc     [Empty table]
|   ces
```



```

+-- frameRelay
|   lmi
|       mode = auto
|       type = q933-Annex-A
|       pollingInterval = 00000d 00h 00m 10s
|       errorThreshold = 3
|       monitoredEvents = 4
|       expectedPollInterval = 00000d 00h 00m 15s
|       fullEnquiryInterval = 6
+-- ces
|   maxCellVariation = 8
|   fillSize = 47
|   sdtMethod = enabled
|   dataBitsReversed = enabled
+-- router
|   sendPortUnreachable = enabled
|   sendAdminUnreachable = enabled
|   ripUpdateInterval = 00000d 00h 00m 30s
|   sysSecret =
|   pppSecretTable [Empty table]
|   dhcpStatic [Empty table]
|   dhcpDynamic [Empty table]
|   dhcpCheckAddress = disabled
|   defaultRoute
|       gateway = 0.0.0.0
|       interface =
|       preference = 10
|       metric = 2
|   routingTable
|       1) network = 0.0.0.0
|           mask = 255.255.255.0
|           gateway = 0.0.0.0
|           interface =
|           preference = 10
|           metric = 2
|   helperProtocols [Empty table]
|   sendTtlExceeded = enabled
|   routingProtocol = none
|   ripHoldDownTime = 00000d 00h 03m 00s
|   alarmMask = 1
|   alarmLevel
|       pingActive = 3
|   ripv2SecretTable [Empty table]
|   alternativeRoutes = backup
|   radius
|       authServers [Empty table]
|       acctServer
|           address = 0.0.0.0
|           secret =
|           timeOut = 00000d 00h 00m 05s
|       retries = 1
|       acctUpdate = 00000d 00h 00m 00s
|       login = disabled
|       ppp = enabled
|   dns
|       primaryDns = 0.0.0.0
|       secondaryDns = 0.0.0.0
|       domainName =
+-- tunnels
|   l2tpTunnels [Empty table]
|   ipsecL2tpTunnels [Empty table]
+-- defaultNat
|   patAddress = 0.0.0.0
|   portTranslations [Empty table]
|   servicesAvailable [Empty table]
|   addresses [Empty table]
|   gateway = 0.0.0.0

```

```

        tcpSocketTimeOut = 00001d 00h 00m 00s
        udpSocketTimeOut = 00000d 00h 03m 00s
        tcpSockets       = 1024
        udpSockets       = 1024
        dmzHost          = 0.0.0.0
+-- bridge
|
+-- bridgeGroup
    bridgeCache = learning
    bridgeTimeOut = 00000d 00h 05m 00s
    name = bridge
    ip
        address = 0.0.0.0
        netMask = 255.255.255.0
        rip
            metric = 1
            mode = active
            txVersion = rip2
            rxVersion = rip2only
            splitHorizon = poisonedReverse
            authentication = disabled
            filter =
        trafficPolicy =
        directedBroadcasts = enabled
        icmpRedirects = enabled
        igmp = disabled
        nat =
    arp
        timeOut = 00000d 02h 00m 00s
        proxyArp = enabled
    spanningTree
        protocol = none
        bridgePriority = 32768
        bridgeMaxAge = 00000d 00h 00m 20s
        bridgeHelloTime = 00000d 00h 00m 02s
        bridgeForwardDelay = 00000d 00h 00m 15s
    vlan
        dotQTagging = disabled
        vid = 1
        userPriority = 0
+-- snmp
    trapDestinations [Empty table]
    mib2Traps = off
+-- management
    cms2Address = 0
    accessList [Empty table]
    snmp = enabled
    telnet = enabled
    tftp = enabled
    ftp = enabled
    alarmFilter = 0
    consoleNoTrafficTimeOut = 00000d 00h 30m 00s
    atwinGraphics = enabled
    ctrlPortProtocol = console
    timeServer = 0.0.0.0
    timeZone
        timeZone = utc+1
        daylightSaving = europeanUnion
    syslog
        separator = ;
        destinations [Empty table]
+-- loopback
    ipAddress = 0.0.0.0
+-- fileSystem
+-- operatingSystem

```