

Simulación del entorno de operación de las tecnologías de acceso en banda ancha ADSL2, ADSL2+, SHDSL, y VDSL2 en el contexto de la conexión ISP - suscriptor

LUIS MIGUEL OBANDO OLAYA

**Anteproyecto de grado presentado
como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
AREA DE TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI 2006**

Simulación del entorno de operación de las tecnologías de acceso en banda ancha ADSL2, ADSL2+, SHDSL, y VDSL2 en el contexto de la conexión ISP - suscriptor

**Luis Miguel Obando Olaya
Código: 0122298**

Aprobación del director del Proyecto

Ing. Fabio Germán Guerrero M.Sc.

Aprobación del Jefe de Área

**Ing. Leandro Antonio Villa
M.Sc.**

Aprobación del jefe de programa

**Ing. Mario Enrique Vera
Lizcano M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
AREA DE TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI 2006**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	2
3.	Formulación del problema.....	3
4.	Justificación.....	3
5.	Objetivos.....	4
5.1	Generales.....	4
5.2	Específicos.....	4
6.	Marco teórico.....	6
7.	Resultados Esperados.....	10
8.	Metodología.....	11
9.	Cronograma.....	12
10.	Presupuesto.....	12
11.	Glosario.....	13
12.	Referencias.....	15
13.	Bibliografía.....	15

1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda que las redes de banda ancha se encuentran en su mayor auge, donde existen muchos proveedores de servicios que se ven en la obligación de ofrecer cada vez más servicios de alta velocidad con una calidad mejorada, en Colombia ya se ofrecen combos de servicios donde se integran voz, video, audio y telefonía en el mismo canal digital del área local con las tecnologías xDSL haciendo uso de la red de cobre existente gracias a la facilidad de instalación de estos equipos en las premisas del suscriptor.

Las velocidades de transmisión van en aumento superando a las de tecnologías simétricas como SHDSL que hace pocos años alcanzaba velocidades hasta de 2.3 Mbps; tal es el caso del video streaming que ya se ofrece en Colombia a una rata máxima de 4.5 Mbps con los protocolos de transporte en versiones avanzadas.

Todo esto conlleva a que exista un interés, de parte del grupo de investigación SISTEL-UV en la Universidad del Valle, por comprender los esquemas complejos subyacentes de las tecnologías xDSL con las mejoras realizadas actualmente, con el fin de mantener a las personas interesadas en el tema al tanto de lo que mercado de las telecomunicaciones esta ofreciendo y proporcionarle las herramientas y conocimientos necesarios para que haga parte de este entorno.

El mundo de las comunicaciones es variante y no basta con adiestrarse en un tema específico dado que cada día se encuentran mejoras que cambian los esquemas que representan a los sistemas y tecnologías diseñadas; se trata de estar en un ejercicio constante de aprendizaje y renovación de conceptos que faciliten la labor como ingeniero de las telecomunicaciones y ayude a encontrar soluciones eficaces a los problemas presentes en esta área de la electrónica.

2. ANTECEDENTES.

En las universidades del mundo se tienen sistemas que simulan el comportamiento de las tecnologías de acceso banda ancha como ADSL con programas como LabView que no se utiliza dentro del grupo de investigación SISTEL de la universidad del Valle; en España la Universidad de Valencia ha realizado simulaciones xDSL con Matlab, sobre simulink que trabaja con bloques funcionales y no directamente con el lenguaje de programación. En Cali de las siete universidades más grandes de la ciudad el ICESI posee conocimientos profundos sobre el tema de interés pero las implementaciones que han realizado son más enfocadas a la práctica, donde se interactúa con entornos reales, y no a la simulación quizás porque tienen un acceso más frecuente a la empresa privada donde realizan las prácticas.

Se ha realizado un trabajo de grado previo [1] en el grupo SISTEL-UV dentro de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle, en donde se consideraron gran parte de los fenómenos presentes en la capa física de las tecnologías ADSL2, ADSL2+ y SHDSL, y donde se lograron implementar muchos de los sub-sistemas con herramientas como simulink en combinación con el lenguaje de programación propio de Matlab que facilitó el trabajo pero que le quitaba algo de homogeneidad a la representación de los modelos resultantes. No obstante, el trabajo presentado cumplía con los requerimientos de las normas ITU-T G.992.3, G.992.5 y G.991.2 quedando por realizar la evaluación de los sistemas ante nuevas condiciones y representar el comportamiento de las capas restantes en la pila de protocolos de la tecnología xDSL según las normas ITU-T.

3. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

Se desea entender el funcionamiento completo de una comunicación de lazo local entre un proveedor de servicios de acceso a una red banda ancha y el abonado digital de un usuario residencial para las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2 y G.993.2; y evaluar los modelos con datos de aplicaciones encapsuladas en el protocolo TCP-IP proveniente de trancceptores reales ante situaciones adversas de canal que permita estimar su capacidad de reconfiguración.

4. JUSTIFICACIÓN.

La razón por la cual se continua este trabajo de grado es debido a que aún hay etapas que faltan para tener sistemas que cumplan completamente con las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2 y G.993.2, para que de esta manera se puedan poner a disposición de los estudiantes y demás personas interesadas en el área de las telecomunicaciones, ya que les serviría como herramienta de apoyo en estudios o investigaciones futuras.

En la actualidad del mercado de las telecomunicaciones en Colombia resulta conveniente tener aplicaciones software que puedan encontrar la configuración adecuada para un cliente que se encuentra a cierta distancia del proveedor de servicios de las tecnologías xDSL dado que una simulación de este tipo de entornos evitaría tomar acciones equivocadas, por malos cálculos, en el momento de realizar una instalación del servicio en las premisas del suscriptor.

También cabe mencionar que esta sería una oportunidad de fortalecer los conocimientos en esta área y fomentar el ingenio a personas que deseen realizar este tipo de implementaciones dado que se pretende realizar el diseño de aplicaciones software que cumplan con varios aspectos presentes en las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2 y G.993.2.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General.

Simular el entorno de operación de las tecnologías de acceso en banda ancha ADSL2, ADSL2+, SHDSL Y VDSL2 definidas en las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2 Y G.993.2 respectivamente, en el enlace proveedor-suscriptor (interfaz xTU-C – xTU-R) considerando los protocolos TCP/IP, PPP, ETHERNET Y ATM para la parte superior del stack de protocolos.

5.2 Objetivos Específicos.

Incrementar la funcionalidad del software desarrollado en el trabajo de grado titulado SIMULACIÓN DE LA CAPA FÍSICA DE ADSL2, ADSL2+, Y SHDSL (ESTÁNDARES ITU-T G 992.3, G 992.5 Y G 991.2) hacia las capas superiores, considerando los protocolos ATM, ETHERNET, PPP y TCP/IP dentro de un enlace banda ancha.

Construir un modelo de simulación de la capa física para la tecnología de acceso en banda ancha sobre par trenzado de cobre VDSL2 definida en la recomendación G.993.2 [5].

Estudiar los modos de multiplexación Routed y Brigded en la interfaz xTU-R usados en la interconexión de módems xDSL [6].

Evaluar, por medio de simulación por software, el compromiso velocidad-distancia para la tecnología de acceso en banda ancha VDSL2.

Obtener los modelos equivalentes de cada una de las capas que caracterizan la comunicación de un lazo local en las interfaces xTU-C y xTU-R para las tecnologías ADSL2, ADSL2+, SHDSL y VDSL2 con base en la información suministrada por algún proveedor de servicio Internet banda ancha que actualmente se difunda en el mercado colombiano de las telecomunicaciones.

Homogenizar el contenido de los algoritmos y bloques funcionales de la capa física existente [1] en un solo código y acoplarlos a los algoritmos de los modelos equivalentes de las capas restantes en los estándares G.992.3, G.992.5 y G.991.2 de ADSL2, ADSL2+ y SHDSL respectivamente.

Evaluar el comportamiento de los modelos obtenidos para la capa física de las tecnologías ADSL2, ADSL2+, SHDSL Y VDSL2 con características nuevas como la reconfiguración en línea ante adversidades como el ruido impulsivo además de las que ya han sido probadas en [1].

Simular la capa ATM con la norma RFC 1483 [6], para la transmisión de datos de enlaces LAN Ethernet IEEE 802.1d [9] y WAN TCP/IP punto a punto encapsulados en la carga útil de las tramas AAL5 en circuitos virtuales para una conexión banda ancha sobre un par trenzado de cobre.

Validar y evaluar la pila de protocolos de las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2 y G.993.2 en ambientes realistas con datos provenientes de aplicaciones soportadas sobre los protocolos TCP/IP capturados en módems xDSL reales [7], por medio de un analizador de paquetes [8].

6. MARCO TEÓRICO.

En este escenario se requiere tener conocimiento de la información de soporte que ofrece el trabajo de grado del **Ing. Carlos Andrés Palacio López** [1], estudiante egresado de la Universidad del Valle que modeló e implementó los algoritmos necesarios para representar el comportamiento de la capa física de las tecnologías xDSL según las normas ITU-T G.992.3, G.992.5 y G.991.2. Los temas tratados en Sistemas Digitales, Redes de Comunicación y Telecomunicaciones Globales serán las herramientas básicas para comprender el funcionamiento de la pila de protocolos xDSL y la manera como estas trabajan conjuntamente con otros protocolos existentes como lo son TCP-IP y PPP.

Para las tareas que tienen como objetivo complementar lo que ya se ha desarrollado hasta el momento en xDSL, se debe tener claro el concepto de las primitivas entre los equipos que interactúan en un lazo de comunicación local cliente/proveedor y la forma de representarlas por medio de algoritmos en lenguajes de programación como C, Java ó Matlab según lo requiera la norma ITU-T para los módems de banda ancha.

La pila de protocolos involucrados en la comunicación entre el proveedor de servicios de Internet banda ancha y un cliente residencial, para tecnologías xDSL, puede ser descrito por la figura 1, en la cual se observa que se tienen varias capas relacionadas con el objetivo común de facilitar la comunicación extremo a extremo.

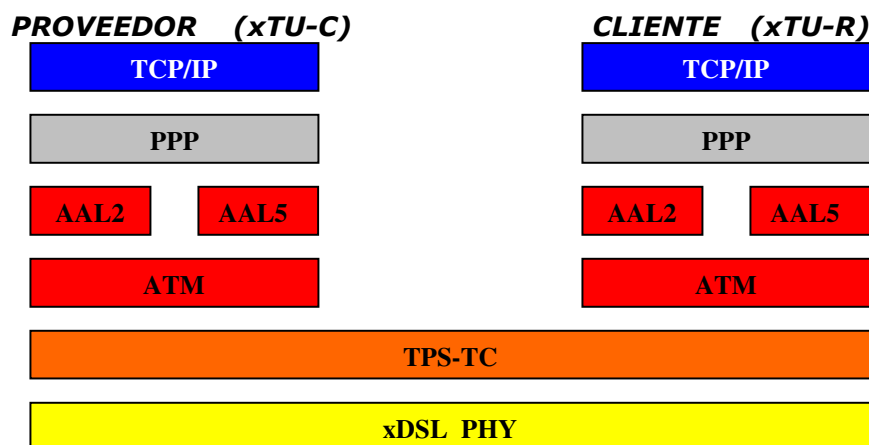


Figura 1. Pila de protocolos necesarios para un tipo de conexión banda ancha punto a punto xDSL.

En la parte inferior de esta pila, figura 1, se tiene en las dos primeras capas los estándares que comprenden las especificaciones de los

módems xDSL, la capa TPS-TC se separó del PHY, aunque en las normas ITU-T G.99x.x se encuentran integradas en un solo conjunto, resulta conveniente distinguir la funcionalidad de cada una por separado. Mientras que el PHY, que se compone de las sub-capas PMD y PMS-TC ampliamente tratadas en [1], se encarga de realizar transmisiones óptimas sobre el enlace físico local, mientras que la sub-capa TPS-TC se encarga de empaquetar los datos provenientes de la capa inmediatamente superior, celdas ATM para este caso, dentro de la trama xDSL en la cual se pueden multiplexar y alinear varios canales que transporten información de la aplicación que se este ejecutando en los equipos de lado del subcriptor, también posee la facultad de enviar y recibir mensajes de control sobre la tara de la sub-capa PMS-TC [2]. Debido a que la capa TPS-TC es específica de la aplicación debe aclararse que la prioridad de este proyecto de grado es estudiar el comportamiento de esta sub-capa con sus respectivas interfaces lógicas para el servicio de transmisión de datos únicamente dado que no es necesario incluir ningún servicio de banda estrecha y se enfoca en el modo de trabajo digital donde el mercado de las telecomunicaciones está ofreciendo los servicios de nueva generación como lo son VoIP e IPTV.

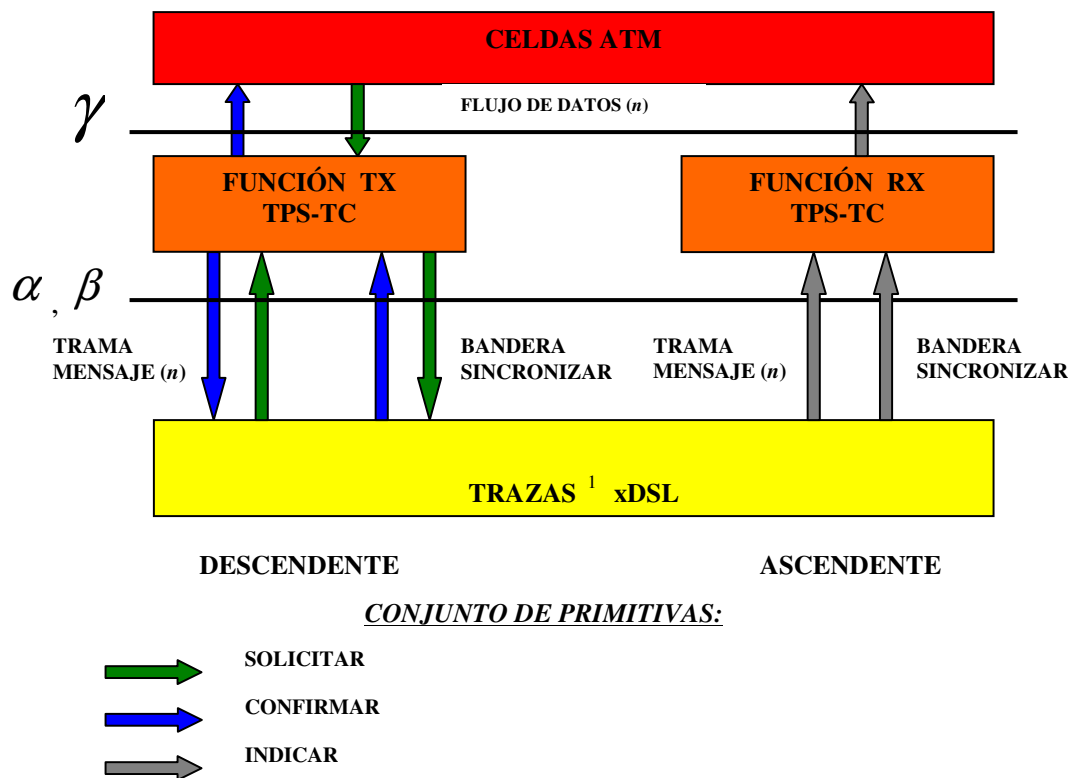


Figura 2 .Primitivas de la sub-capa TPS-TC de los tranceptores xDSL.

¹ del inglés Frame

La figura 2, hace alusión a la capa simplificada que faltaría por modelar con sus interfaces lógicas α , γ_R , β , γ_C correspondientes al receptor y al transmisor respectivamente, que en conjunto son las encargadas de la configuración, control, encapsulamiento y transporte de las celdas ATM dentro de las trazas xDSL, a estas funciones mencionadas se le agregan otras como es el control de errores y el aleatorizador. La primitiva *SOLICITAR* sirve para que la función ATM-TC, para el caso de la figura 2, le solicite a la función ATM de la capa inmediatamente superior que transporte una cantidad dada de celdas ATM; la primitiva *CONFIRMAR* es la que hace efectivo el flujo de celdas ATM solicitado previamente, la primitiva *INDICAR* transporta celdas ATM desde una capa inferior a una superior ambas ATM.

La capacidad de soporte es una característica que deben poseer los sistemas xDSL a modelar ya que es normal que los proveedores del servicio operen con algunas de las normas asimétricas como G.992.1, G.992.3 ó G.992.5 para los clientes residenciales. Es por ello que la fase de inicialización es vital para la negociación de todos los aspectos de la inter-operación con los equipos que se encuentren al otro extremo del lazo local, dada la heterogeneidad presente en la diversidad de equipos xDSL. La reconfiguración en línea se desea implementar como una característica más de los sistemas xDSL para probar la respuesta de los mismos ante situaciones adversas en el canal de transmisión y mostrar la capacidad de redistribución dinámica de la velocidad de transmisión en los módems como mecanismo de respuesta.

VDSL2 [5] es una tecnología que muy pronto estará compitiendo con los distribuidores de televisión de alta gama por cable y satélite dado que posee velocidades de transmisión cercanas a las 200 Mbps y es por ello que se debe la necesidad de modelar el comportamiento de la capa física e incluirlo en la pila de protocolos de banda ancha.

Una de las razones por la cuales se desea trabajar con un protocolo de transporte como ATM, es su flexibilidad con cualquier tipo de aplicación que se desee llevar sobre este, ya sea datos, voz o video, garantizando la calidad de la transmisión. ATM usa celdas de un tamaño igual a 53 bytes, 48 bytes para datos y 5 bytes para cabecera, transportadas en un modelo de transmisión similar al de conmutación de circuitos, en estas celdas llamadas ATM pueden enviarse datos y mensajes de control ó celdas OAM. El modo de transmisión de celdas ATM consiste en ocupar la mayor cantidad de celdas requeridas dentro de un canal de torrente continuo en cualquier momento dado, entonces si no hay datos para transmitir se inserta al canal celdas vacías hasta que se tengan nuevos datos por enviar y se baja la rata de celdas/segundo pero no se para de

transmitir. Existen dos tipos de interfaces ATM, la primera se conoce como UNI cuyo protocolo de señalización se redactó en [3] y se encuentra entre un equipo cliente y un switch ATM de la red central; la segunda cuyo protocolo de señalización se redactó en [4] se le dice NNI y existe entre dos switches ATM de la red central.

La capa ATM se compone de cuatro sub-capas que se basan en el modelo OSI de la ISO, pero comúnmente se ilustran dos sub-capas que se denominan la ATM y AAL como las que se muestran en la figura 1. Existen tres planos de comunicaciones descritos por la ITU-T para la capa ATM en general: El plano de usuario que transporta los datos de aplicación haciendo uso de ATM y AAL. El plano de control que se encarga del establecimiento, mantenimiento y desconexión de cada usuario, lo que se conoce como señalización. El plano y sub-capas de administración que se encarga de las tareas de monitoreo y coordinación en la red ATM.

LA capa física será representada por las normas ITU-T G.99.x de los módems xDSL sobre un par trenzado de cobre, como se mencionó y se ilustró en la figura 1. La sub-capas ATM transporta y conmuta los dos tipos de celdas ATM definidos anteriormente; hace uso del CRC como mecanismo de detección de errores que es enviado sobre el campo HEC de la cabecera de la celda para que al pasar a la capa física se convierta en herramienta de verificación, y por último evalúa los campos VPI/VCI de la cabecera para enrutar las celdas. La sub-capas AAL adapta los datos de capas superiores para ser introducidos en el campo de carga útil de la celda ATM, también reconstruye y ecualiza el flujo de datos recibidos del extremo distante para que sigan su rumbo hacia capas superiores en el lugar de destino. AAL se divide en otras dos capas conocidas como CS que se encarga de la labor de sincronización y la SAR que segmenta y compacta la información como se mencionó antes. Actualmente las redes banda ancha son utilizadas para ofrecer servicios multimedia y el transporte de información de pequeñas y medianas empresas, es por ello que se han seleccionado los servicios AAL2 para aplicaciones de tiempo crítico con tasa de bits variable, como por ejemplo redes inalámbricas móviles; AAL3/4 muy utilizadas en aplicaciones que requieran conmutación de circuitos y acceso a un medio compartido como se encuentran en la transferencia de datos usando tecnología ATM y en enlaces LAN; AAL5 se usa para servicios como Frame Relay y TCP/IP.

La implementación de la capa ATM se debe realizar según la norma RF1438 [6], dado que es la más propicia para la transmisión de datos de diversas aplicaciones que podrían transportar distintos protocolos sobre un enlace de banda ancha, esta norma permite multiplexar varios protocolos en un solo circuito virtual o trabajar con las aplicaciones por separado en varios circuitos virtuales según lo

requieran los manuales de los módems [7] a utilizar en este proyecto.

El protocolo PPP sirve como mediador en la fase de inicio y liberación entre la capa de transporte ATM entre el nivel 2 y la capa de red mejor conocido como IP, en el nivel 3 como lo muestra la figura 1; también sirve para incrementar las utilidades de ATM como tecnología de acceso donde las funciones operacionales sobre ATM son proporcionadas por PPP, dentro de las cuales se puede mencionar el encriptamiento, secciones PPP múltiples, autenticación entre otros.

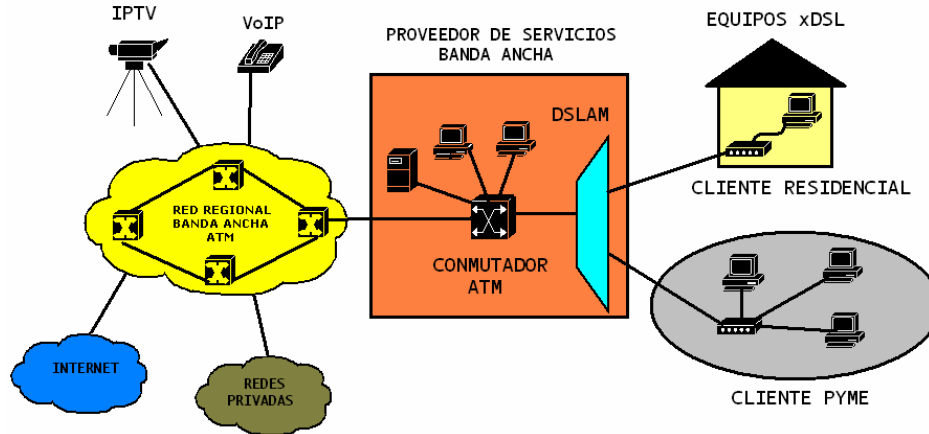


Figura 3 .Modelo Simplificado de la Interconexión de una red Banda Ancha.

El esquema general en el que se desarrollan las actividades comunes de una red banda ancha se visualiza en la figura 3, como se aprecia un equipo xDSL transporta información de diversos tipos de aplicaciones en protocolos que tienen mucho tiempo de servicio como lo es TCP/IP es por ello que este trabajo de grado debe ser concluido, aprovechando la gran acogida comercial que tienen las tecnologías de banda ancha, y la existencia de analizadores de paquetes de libre distribución se obtendría la carga útil de los paquete IP y celdas ATM, que en el gráfico 1 sería todo lo relacionado con la capa ATM hacia arriba, lo que permitiría la evaluación de los modelos implementados con datos reales.

7. RESULTADOS ESPERADOS.

Como primera medida, se espera que el cronograma este acorde con las metas establecidas y que en el menor tiempo posible se tenga un modelo compacto, con sus partes funcionando según los requerimientos mínimos de las normas ITU-T G.992.3, G.992.5, G.991.2, G.993.2. Una vez superado satisfactoriamente esto se

espera que también cada modelo reconfigure su funcionamiento ante distintas condiciones con datos provenientes de módems reales, capturados en tiempo real e introducidos fuera de línea en los modelos obtenidos para cada norma mencionada anteriormente. Por último se desea que los modelos construidos sirvan como base para futuras implementaciones y que la empresa colombiana de las telecomunicaciones comprenda que una forma de economizar costos y ahorrar tiempo es invirtiendo en investigaciones donde se involucre a la simulación como primera medida de evaluación de costos y configuraciones en proyectos relacionados con el tema.

8. METODOLOGÍA.

ACTIVIDAD 1: Lectura detallada de los estándares, libros y tutoriales necesarios para tener un conocimiento más profundo de la problemática y dominio completo de las herramientas a utilizar.

ACTIVIDAD 2: Consulta de manuales de módems xDSL de algún proveedor del servicio en Cali, con el fin de complementar y comparar los conceptos prácticos con los de los estándares; conjuntamente en esta etapa se debe capturar la información necesaria con el analizador de paquetes Ethereal 0.99.0 que mas adelante servirá para evaluar el transporte de esta información en los módulos implementados.

ACTIVIDAD 3: Comprensión de los modelos existentes y los algoritmos que los representan. Buscar la forma de adaptarlos a la herramienta software más actual, en este caso Matlab 7.0.

ACTIVIDAD 4: Involucra la conversión de todo el software realizado en la primera parte de la investigación [1], a un solo formato que en este caso será el lenguaje de programación propio de Matlab 7.0, sin cambiar en el esquema del modelo representado.

ACTIVIDAD 5: Obtención y diseño del modelo que represente el comportamiento de la capa de convergencia TPS-TC faltante, en cada una de las recomendaciones ITU-T para módems xDSL y de la capa física de VDSL2 según la norma G.993.2.

ACTIVIDAD 6: Coincidiría con el período donde la tesis se encuentre a la mitad, para tener tiempo de acoplar los modelos modificados con los diseñados y hacer evaluaciones con un solo esquema construido ante las condiciones adversas para poder evaluar la reconfiguración en línea.

ACTIVIDAD 7: Es la composición del documento o reporte de las consultas y resultados obtenidos durante el transcurso del proyecto de grado.

9. CRONOGRAMA

No.	ACTIVIDAD	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
		2006	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
1	COMPRESION DE ESTANDARES ITU-T G.99x.x												
2	LECTURA DE MANUALES xDSL y uso de ETHEREAL												
3	COMPRESION DE ALGORITMOS EXISTENTES												
4	MODIFICACIONES DE ALGORITMOS EXISTENTES												
5	MODELOS Y ALGORITMOS PARA CAPAS FALTANTES												
6	ACOPLE Y VALIDACION DE TODOS LOS MODELOS												
7	REPORTES Y REDACCIONES												

Tabla 1. Cronograma de Actividades del Proyecto de Grado.

10. PRESUPUESTO

RECURSOS MATERIALES		
	UNIVALLE	PERSONAL
SOFTWARE		
MATLAB 7.0	\$ 27.000.000	
ETHEREAL 0.99.0 (libre distribución)	\$ 0	
WINDOWS XP PROFESSIONAL	\$ 718.000	
MICROSOFT OFFICE 2003	\$ 390.000	
ADOBE ACROBAT 7.0	\$ 1.100.000	
Internet	\$ 500.000	
HARDWARE		
Estación de Trabajo (PC) con red	\$ 2.000.000	
OTROS		
Papelería	\$	500.000
Libros	\$	500.000
Transporte	\$	650.000
Visitas, congresos, simposios	\$	300.000
TOTALES	\$ 31.708.000	1.950.000

RECURSOS HUMANOS			
INTEGRANTES	Función	Disponibilidad	Fuente
Ing. Fabio Guerrero M.Sc.	Director	2 horas/semana	Univalle
Grupo SISTEL	Asesoría	2 horas/semana	Univalle
Est. Luis Miguel Obando Olaya	Tesista Encargado	40 horas/semana	Personal

Tabla 2. Recursos para el Proyecto de Grado.

PRESUPUESTO TOTAL	
PERSONAL	\$ 1.950.000
UNIVALLE	\$ 31.708.000
IMPREVISTOS	\$ 5.048.700
TOTAL	\$ 38.706.700

Tabla 3. Costo Total de la solución software del Proyecto de Grado.

11. GLOSARIO

AAL: ATM adaptation layer perteneciente al protocolo de transporte ATM.

ADSL2: ADSL Línea de abonado digital asimétrica (*asymmetric digital subscriber line*) en una versión mejorada que soporta una velocidad de datos neta comprendida entre un mínimo de 8 Mbit/s en sentido descendente y 800 kbit/s en sentido ascendente, referenciada con la norma ITU-T G.992.3.

ADSL2+: ADSL Línea de abonado digital asimétrica (*asymmetric digital subscriber line*) en una versión mejorada que soporta una velocidad neta de datos que alcanza como mínimo 16 Mbit/s en sentido descendente y 800 kbit/s en sentido ascendente, referenciada con la norma ITU-T G.992.5.

ATM: Modo de transferencia asíncrono (*asynchronous transfer mode*), uno de los protocolos de transporte en las tecnologías banda ancha.

CRC: cyclic redundancy check, herramienta de control utilizada por ATM en el campo HEC de la celda ATM.

Frame Relay: Tecnología WAN utilizada para el transporte de información en circuitos virtuales.

HEC: Header Error Control, campo de control de una celda ATM.

ICESI: Universidad de Cali especializada en el área de telecomunicaciones.

IPTV: IP televisión.

ITU-T: Unión internacional de telecomunicaciones (*International Telecommunication Union*) sector de normalización de las telecomunicaciones.

LABVIEW: Software utilizado en ingeniería para simulación de sistemas en distintas áreas de la electrónica.

LAN: Local Area Network, Red de Area Local.

Matlab 7.0: Herramienta software matemática que sirve como modelar de sistemas en diversas áreas de la ingeniería.

Mbps: Mega bits por segundo, valor de magnitud con la cual se determina la capacidad de transmisión de un enlace digital.

NNI: Network Node Interface, interfaz entre switches ATM de la red central ATM.

OAM: operation, administration and maintenance, un tipo de celdas ATM para actividades de señalización.

PPP: Peer to Peer Protocol, protocolo utilizado para el acceso banda ancha y que complementa las tareas de la capa ATM.

PMD: Dependiente del medio físico (subcapa) (*physical media dependent (sublayer)*).

PMS-TC: Capa de convergencia de transmisión específica de medios físicos (*physical media-specific TC*).

SHDSL: Línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (*single-pair high speed digital subscriber line*) para banda ancha.

Simulink: Herramienta software derivada de Matlab 7.0 en la cual se modelan por bloques los sistemas en diversas áreas de la ingeniería.

SISTEL-UV: Grupo de Investigación en sistemas de telecomunicaciones.

TCP-IP: Protocolo utilizado para operar en la capa de red y de transporte de la Internet según el modelo siete capas OSI de la ISO.

TPS-TC: Capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión (*transmission protocol specific TC layer*).

PHY: Abreviatura que hace referencia a la capa física de cualquier protocolo.

UNI: User Network Interface, interfaz entre un switch ATM cliente y uno de la red central ATM.

VCI: Virtual Channel Identifier, etiquetas ATM.

VDSL2: Very high speed Digital Subscriber Line Transceivers 2, nueva tecnología banda ancha que se redactó en la norma ITU-T G.993.2.

Video Streaming: Aplicación multimedia en la cual se distribuye video en tiempo real.

VoIP: Voice over IP.

VPI: Virtual Path Identifier, etiquetas ATM.

xDSL: Cualquiera de los diversos tipos de tecnología de línea de abonado digital de banda ancha.

xTU: Unidad Transceptora de línea de abonado digital DSL.

12. REFERENCIAS

- [1] C. Palacio, "SIMULACIÓN DE LA CAPA FÍSICA DE ADSL2, ADSL2+, Y SHDSL (ESTÁNDARES ITU-T G 992.3, G 992.5 Y G 991.2)", Proyecto de grado, Universidad del Valle, 2005.
- [2] Recomendación ITU-T G 992.5 "Transceptores para línea de abonado digital asimétrica – Línea de abonado digital asimétrica 2" enero 2005.
- [3] Digital Subscriber Signalling System No. 2 - User-Network Interface (UNI) layer 3 specification for basic call/connection control Modified by ITU- T Q.2971 (10/1995).
- [4] Signaling System No. 7 B-ISDN User Part (B-ISUP) - Basic call procedures.
- [5] Recomendación ITU-T G 993.2 "Tranceptores versión 2 para línea de abonado digital de muy alta velocidad – Línea de abonado digital asimétrica 2" febrero 2006
- [6] Request for Comments 1483, Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5, Juha Heinanen, Julio de 1993.
- [7] Prestige 623 Series, ADSL Ethernet/USB Gateway Manual, www.zyxel.com.
- [8] 2005 J.F. Kurose, K.W. Ross. Ethereal Lab: Getting Started, Version: 1.0.
- [9] IEEE 802.1D, Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridges, junio 2004

13. BIBLIOGRAFIA

- Recomendación ITU-T G 992.3 "Transceptores de línea de abonado digital asimétrica 2", julio de 2002.
- Recomendación ITU-T G 992.5 "Transceptores para línea de abonado digital asimétrica – Línea de abonado digital asimétrica 2 de anchura de banda ampliada (ADSL2+)", mayo 2002.
- Recomendación ITU-T G 991.2 "Single-Pair High-Speed Digital Subscriber Line (Shdsl) transceivers – For approval – Updated" diciembre 2003.
- Schultz Stephan, Pocket Guide for Asynchronous Transfer Mode and ATM Testing, <http://www.acterna.com>, enero de 2000.
- Broadband Service Architecture for Access to Legacy Data Networks. Over ADSL Issue 1, Technical Report TR-012, junio de 1998.