

**ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE
COMUNICACIONES MÓVILES GSM/GPRS (ESTÁNDAR ENHANCED
DATA GSM ENVIRONMENT) y CDMA 2000-1X (ESTÁNDAR TIA-
2000.2-D), EN LAS CAPAS RLP Y MAC PARA SOPORTAR TCP**

JULIÁN ALBERTO BUITRAGO GIRALDO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ÁREA DE TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2006**

**ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE
COMUNICACIONES MÓVILES GSM/GPRS [ESTÁNDAR ENHANCED
DATA GSM ENVIRONMENT] y CDMA 2000-1X [ESTÁNDAR TIA-
2002.2-D], EN LAS CAPAS RLP Y MAC PARA SOPORTAR TCP**

JULIÁN ALBERTO BUITRAGO GIRALDO

**Anteproyecto de grado
Maestría en Ingeniería con énfasis en Electrónica**

**Director
FABIO GUERRERO
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ÁREA DE TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2006**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	4
MARCO TEÓRICO	5
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS	10
RESULTADOS ESPERADOS	10
INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	11
PERTINENCIA	12
METODOLOGÍA	12
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	13
RECURSOS DISPONIBLES	13
PRESUPUESTO	14
BIBLIOGRAFÍA	14

1. TITULO DEL PROYECTO

ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DE LAS CAPAS RLP Y MAC PARA SOPORTAR TCP EN SISTEMAS DE TERCERA GENERACION GSM/GPRS/EDGE y CDMA 2000

2. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como objeto hacer un estudio comparativo del comportamiento de TCP para dos de las tecnologías móviles celulares predominantes en Colombia para sus versiones de tercera generación: GSM/GPRS/EDGE (Sistema Global para Comunicaciones Móviles/ Servicio de Radio de Paquetes Generales/Enhanced Data rates for GSM Evolution), y CDMA (Acceso Múltiple por División de Código). En esta investigación se busca estudiar el problema desafiante que proporcionan los servicios de Internet en redes inalámbricas de tercera generación (3G). Siendo que el protocolo de la capa de transporte (TCP) es el más usado en muchas aplicaciones de Internet como http, FTP, TELENET, este protocolo está sufriendo una degradación bastante significativa del desempeño cuando es aplicado a enlaces con velocidades con pérdidas altas, lo cual afecta directamente a los enlaces inalámbricos. Este problema es causado por la congestión del mecanismo de control, lo cual reduce el tamaño de la ventana en el caso que ocurra la pérdida de un paquete.

Proveer apoyo para TCP con una conexión de enlace de buena calidad, es clave para las redes inalámbricas en las cuales el acceso a Internet, se está convirtiendo en uno de los servicios de datos más importantes. Es importante estudiar el desempeño de combinar el protocolo de la capa de enlace con retransmisiones para soportar las conexiones TCP, además investigar métricas como la velocidad del error del paquete y el retraso proporcionado por las retransmisiones en las capas RLP (Protocolo de enlace de radio) y MAC (Control de Acceso Medio) importantes para el desempeño del TCP .

El trabajo pretende tomar como base los trabajos de pregrado, ya realizados en la Universidad del Valle sobre las simulaciones de la capa física del sistema de comunicaciones móviles CDMA2000 1X [ESTÁNDAR TIA-2000.2-D] y de la simulación de la interfaz de radio del sistema GSM/GPRS [ESTÁNDAR 09.020.V7.0.5] [1] [6]. El desarrollo e implementación del estudio se hará a partir de estos dos proyectos de grado aprovechando un camino ya recorrido en el tema.

En esta propuesta se quiere desarrollar un estudio del funcionamiento, de cada una de las dos tecnologías móviles propuestas y cual es su momento tecnológico en Colombia. Luego de esto se estudiara las mejoras hechas a cada estándar, siguiendo paso a paso sus últimas revisiones. Dado esto, sigue hacer un ajuste a las dos simulaciones realizadas en los trabajos de pregrado sobre las capas físicas de ambos sistemas [1] [6]. El siguiente paso es desarrollar una simulación en software, de la capa física usando MatLab de cada uno de los protocolos de la capa de enlace de radio (RLP) y de la capa de control de acceso medio (MAC) para soportar TCP en ambos sistemas. El último paso es realizar un análisis de los resultados para cada sistema y comparar dichos resultados exhaustivamente en un entorno de transmisión de paquetes usando TCP.

3. MARCO TEÓRICO

Las comunicaciones móviles son el elemento de más utilidad, para las diversas actividades que nuestra sociedad realiza. Ya se trascendió la utilización únicamente del servicio de voz, a una cantidad de aplicaciones tendientes a darle cobertura a todas las necesidades tanto empresariales como personales, en área de información, entretenimiento tal como multimedia y todos los servicios que se desarrollan a través de Internet. Los servicios de datos constituyen el mayor potencial de crecimiento de los servicios móviles. Los sistemas móviles han conseguido un rotundo éxito en su implantación, habiéndose alcanzado niveles de penetración en las sociedades inimaginables hace tan sólo muy pocos años. El servicio de datos aparece así como el segmento de mayor potencial de crecimiento en los próximos años, constituyendo un factor clave no sólo para incrementar los ingresos en mercados maduros donde se dispone de una cuota de clientes, sino también para mejorar mediante los mismos la posición competitiva en los mercados.

Estos sistemas de comunicaciones evolucionan día tras día. Pero lo que realmente marca una generación nueva en cada sistema es los servicios tecnológicos que pueda prestar. La tercera generación de sistemas de comunicaciones móviles fue coordinada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) a través de tecnologías y caminos migratorios. Esta tercera generación de telefonía prevee además del incremento de la capacidad del sistema de voz, una gran conectividad de paquetes de datos en red vía celular [2]. Un camino migratorio es CDMA Multi-Carrier, al que se le asignó la familia de estándares CDMA2000. En Colombia actualmente se usa predominantemente GSM/GPRS y CDMA2000 1X, los cuales estuvieron disponibles comercialmente a partir del 2003.

La familia CDMA2000 está compuesta por tres estándares: estándares de interfaz de aire, estándares para el mínimo desempeño y estándares para servicios. Los primeros tratan la pila de protocolos necesaria para que las aplicaciones puedan ejecutarse sobre la interfaz de aire entre la estación móvil y la estación base, aquí están definidas la capa física y la capa MAC, la capa de control de enlace (LAC). El segundo grupo define los requerimientos mínimos en el desempeño de varios elementos del sistema CDMA2000, por ejemplo el valor máximo de la densidad de potencia transmitida fuera del ancho de banda asignado a las estaciones móviles. El último grupo define un conjunto amplio de servicios que es posible prestar al usuario final en un sistema CDMA2000, entre los servicios más destacados se tienen codecs de voz, mensajería corta, transmisión de datos y posicionamiento geográfico entre otros [1].

El estándar de la capa física CDMA2000, define la capa física de las tecnologías CDMA2000 1X y CDMA2000 3X y una estación móvil que implemente la totalidad del estándar debería ser usada en áreas donde exista disponibilidad de ambas tecnologías. Pero en el proceso de migración de un sistema de comunicación móvil hacia CDMA2000 normalmente se instala primero una red CDMA 2000 1X, como ha ocurrido en Colombia. Dado esto fabricantes han desarrollado sistemas que cumplen solamente con la especificación CDMA 2000 1X abaratando los costos de fabricación lo que facilita el incremento de la penetración de la tecnología [1].

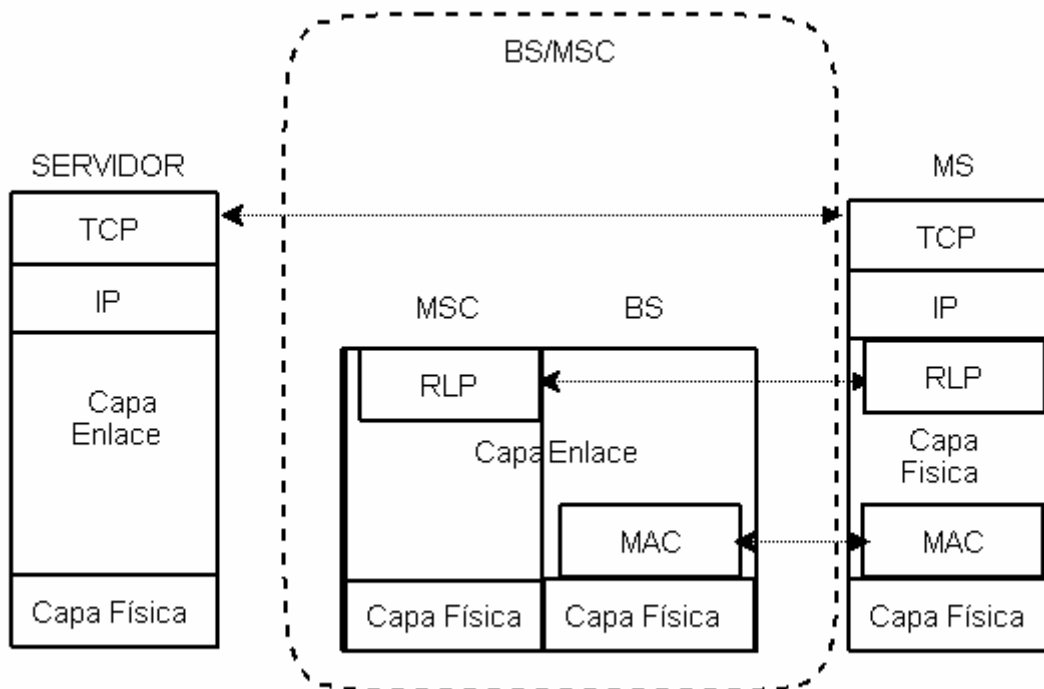


Figura1. PROTOCOLO DE SISTEMA PARA CDMA

En la figura 1, se encuentra la arquitectura bajo consideración, la cual incluye tres capas de retransmisión: la capa MAC, la RLP y la capa de transporte (TCP). El protocolo de la capa MAC se debe ejecutar entre la estación base (BS) y la estación móvil (MS). El protocolo RLP, en el nivel superior de la capa de enlace debe ejecutarse entre MS y el centro de transferencia móvil (MSC).

En la operación para datos se tiene canal de tráfico inverso, de este se puede decir que incluye los canales de código, canal de indicador de calidad y el canal de reconocimiento, los cuales no son usados en Colombia porque de acuerdo con el estándar de la capa física CDMA2000 deben estar presentes cuando la estación móvil, implementa la recepción del canal de Paquete de Datos Directo, que transporta la datos de capas superiores a altas velocidades (3.09 Mbit/s máximo), velocidad que no ofrece el operador en Colombia.

La especificación de la tecnología CDMA 2000 ha sido varias veces revisada, y las primeras revisiones no incluyen todas las características presentes en la última revisión. La última revisión del grupo de estándares para la interfaz de aire de la familia de estándares CDMA2000 es la D de Marzo 2004 o sea que ha habido cuatro versiones desde la primera publicación de este grupo de estándares. La revisión D tiene como objetivo mejorar la capacidad de llevar datos en el enlace inverso, para cuatro canales como son el canal inverso para paquetes de datos, el canal inverso para el control del paquete de datos, el canal inverso piloto secundario y el canal inverso de demanda [2]. En esta revisión el pico de la tasa de datos del enlace inverso tiene un incremento de 153.6 kb/s a 1.8 Mb/s y el rendimiento tiene una significativa mejora de aproximadamente 280kb/s a 600 kb/s. La clave para lograr este mejoramiento incluye un híbrido entre repetición automática, modulación adaptable y direccionamiento de esquemas avanzados. La revisión D introduce una variedad flexible en los mecanismos

de control de acceso medio (MAC) asignando los recursos apropiados a la estación base para enlaces inversos con varios requerimientos de servicio. Esta revisión del estándar cdma 2000 refuerza enormemente la calidad del servicio para soportar el enlace inverso [3]. Entre las nuevas características de la última revisión se tiene un nuevo modo de operación en canal CDMA inverso. Este nuevo modo de operación introduce nuevos canales de código, los cuales son Canal Piloto Secundario Inverso, Canal de Paquete de Datos Inverso, Canal de Control de Paquetes de Datos inverso y Canal de Petición Inverso. Una mejora adicional en la revisión del estándar, en la tercera generación para cdma 2000, es el arreglo de velocidad de llamada, que consta de unos mecanismos que sirven para mejorar la latencia en el arreglo. Esta tecnología esta conformada por mecanismos de rastreo de la estación móvil, procedimientos para asignar canales, y procedimientos para la inicialización del tráfico en el canal. La combinación de estas técnicas contribuye para mejorar el retraso global en el arreglo. Es decir que esto es un conjunto de mejoras en rastreo, asignación de recursos, arreglo en el tráfico del canal y configuración de servicios en la estación móvil donde se origine una llamada [4].

En Corea el sistema cdma 2000 1x ha evolucionado al 1xEV-DV que es un sistema diseñado para soportar la creciente demanda del envío de paquetes a alta velocidad manteniendo el mismo nivel en comunicaciones convencionales para voz en el existente sistema cdma 2000-1x. En una sola portadora de 1.25Mhz, para cdma se soporta la coexistencia de la voz y los datos a alta velocidad, dando a los operadores la flexibilidad de ambos servicios a un costo razonable, ya que la tendencia de los usuarios es no usar la red móvil para sus servicios como video, descarga de música MP3 ya que no se justificaba dado su elevado costo. Este ha sido el gran problema ha solucionar debido a que los operadores de telefonía móvil deben buscar un servicio atractivo a los usuarios a un costo razonable [5].

Por otro lado el sistema GSM/GPRS consta de una combinación de tres sistemas principales: el subsistema de red, el subsistema de radio y el subsistema de soporte de operaciones. Para asegurar que los operadores de las redes tengan disponibles la suficiente cantidad recursos para los equipos que conforman la infraestructura celular, GSM/GPRS especifica, la interfaz entre el *MSC* (Centro de Suicheo Movil) y el *BSC* (Controlador estación Base), la interfaz A-bis entre el BSC y el *BTS* (Estación base de transceiver) y la interfaz Um entre la BTS y la *MS* [6].

El subsistema de red incluye los equipos y las funciones dedicadas para realizar la comunicación end-to-end, la administración de los abonados, la movilidad y la interfaz con la Red Telefónica Pública Conmutada (*PSTN*). En particular el subsistema de conmutación consiste del VLR (Base de datos temporal para los usuarios visitantes), el HLR (Registro de Localización de usuarios Domesticos), el *AUC* (Centro de autenticación) y el EIR (Equipo de identificación de registro). El MSC provee control de llamadas, enrutamiento y *handover* entre las BSC de su área y desde o hacia otros MSC; además de proporcionar una interfaz a la PSTN; y otras funciones como es la tarificación.

El subsistema *OMC* (Centro de Mantenimiento y Operacion) incluye la operación y mantenimiento de los equipos GSM/GPRS y soporta la interfaz de la red del operador. Este es conectado a todos los equipos del sistema de conmutación y el BSC. En la figura 2, se muestra el protocolo para GSM.

GPRS comprende la comunicación entre la MS y BTS la cual se controla en la capa física, directamente en los subniveles MAC y RLC (Control de enlace de Radio). La subcapa RLC/MAC permite una eficiente multiplexación de los canales de paquetes de datos PDCH (Canal de Paquete de Datos), compartidos por los usuarios. Estas subcapas manejan un protocolo ARQ selectivo para lograr una transmisión confiable a través de la interfaz de Aire. El canal dedicado para el tráfico de paquetes de datos es el PDCH. Una celda que soporta GPRS puede alojar varios PDCHs compartidos que son tomados del conjunto de canales físicos disponibles por la celda. Las unidades de datos del protocolo de red, recibidas desde la capa de red son transmitidas a través de la interfaz de aire entre la MS y SGSN (Nodo del Servidor del Soporte GPRS) [6].

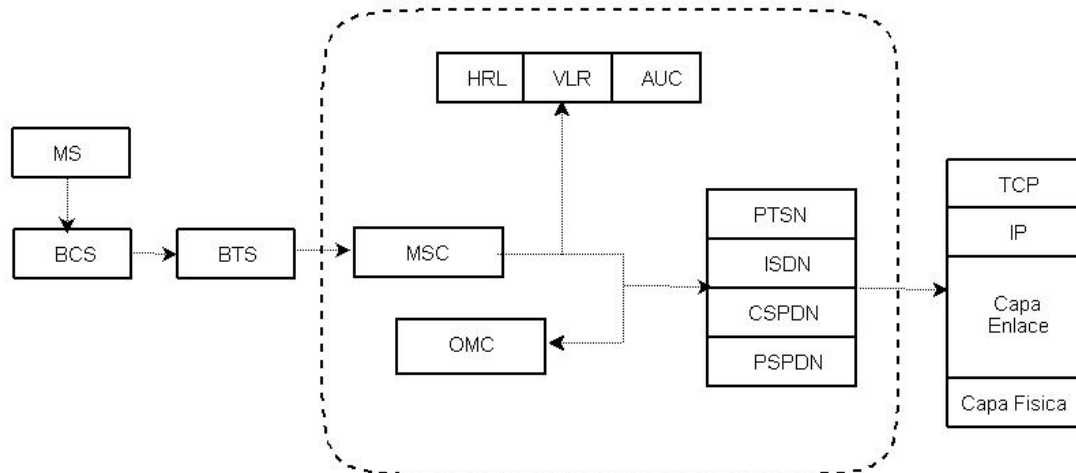


Figura2. Protocolo Sistema GSM

TCP es un protocolo de comunicaciones que se basa en software utilizado en redes. Este protocolo de comunicaciones debe manejar los errores en la transmisión, administrar el encaminamiento y entrega de los datos, así como controlar la transmisión real mediante el uso de señales de estado predeterminadas. La arquitectura TCP consta de varios niveles o capas en las que se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI (Open Systems Interconnection) de la siguiente manera:

Aplicación: Se corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios, tales como correo electrónico (SMTP), transferencia de ficheros (FTP), conexión remota (TELNET) y otros más recientes como el protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*).

Transporte: Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de este nivel, tales como TCP y UDP, se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.

Internet: Es el nivel de red del modelo OSI. Incluye al protocolo IP, que se encarga de enviar los paquetes de información a sus destinos correspondientes. Es utilizado con esta finalidad por los protocolos del nivel de transporte.

Físico: Análogo al nivel físico del OSI.

Red: Es la interfaz de la red real. TCP no especifica ningún protocolo concreto, así es que corre por las interfaces conocidas, como por ejemplo: 802.2, CSMA/CD, X.25, etc.

Acerca del desempeño del protocolo TCP sobre los enlaces inalámbricos se nota que han sido ampliamente estudiados. El desempeño analítico de diferentes versiones de implementaciones del TCP sobre enlaces inalámbricos ha sido reportado frecuentemente. Mientras muchos trabajos han confirmado que las retransmisiones de las capas de enlace locales mejoran el desempeño TCP al reducir la velocidad de pérdida del paquete, algunos autores señalan el impacto adverso de utilizar retransmisiones locales que es la gran varianza en el retraso introducido por estas retransmisiones [7] [8] [9].

El RLP es introducido dentro de los sistemas cdma 2000, como una subcapa de la capa de enlace para mejorar el desempeño de los datos en redes inalámbricas. En lugar de permitir a TCP prevenir la pérdida de paquetes, RLP intenta recuperar los marcos perdidos de la capa de enlace.

El tiempo de viaje completo de una retransmisión RLP puede tomar varios cientos de milisegundos, para mejorar este desempeño, se propone que la retransmisión de la capa MAC, sea entre la estación móvil y la estación base; lo cual es mas rápido, pero la retransmisión de la capa MAC debe ser completada antes de que el tiempo del enlace se agote, para evitar duplicar las retransmisiones de RLP. Se puede tomar como unidad de transmisión en la capa MAC el marco MAC, ya que un marco RLP es más pequeño que el MAC y varios pueden ser insertados dentro de un marco MAC, para hacer la retransmisión. En [7] se comprobó que realmente con una sola retransmisión en la capa MAC aumenta la ganancia en el desempeño, por lo tanto para hacer esta métrica de desempeño sobre TCP es recomendable asumir una sola retransmisión en la capa MAC.

Aunque la retransmisión de la capa MAC proporciona ganancia adicional al desempeño, el RLP aun es necesitado por que una sola capa MAC proporciona una limitada confiabilidad, dado que el número de retransmisiones tiene que ser muy pequeño, mientras RLP proporciona la confiabilidad necesaria para el servicio de datos. Adicional a esto la retransmisión en la capa MAC debe ser demasiado rápida para canales fading lentos, en este caso RLP es mas conveniente y eficiente.

TCP comparado con los protocolos de las capas más bajas tales como RLP y MAC, tiene un mecanismo de retransmisión mucho mas complicado. Este tiene dos ventanas de envío, la ventana de congestión y la ventana máxima, la más pequeña de las dos decide el tamaño de la ventana de transmisión. La parte más importante de la evaluación del desempeño del TCP es su mecanismo de control de congestión. Para implementaciones como reconocimiento selectivo, cuando ocurre la pérdida de un paquete, TCP primero intenta recuperar los paquetes perdidos en una fase de recuperación rápida. Si esto es exitoso, la ventana de congestión se contrae a la mitad, de lo contrario se contrae a 1. También el valor del tiempo fuera de la retransmisión de TCP es adaptable. Su valor inicial es obtenido midiendo la duración de la conexión [7].

El retraso total en la entrega del paquete TCP/IP sobre las capas RLP y MAC se mide entre el instante que el paquete llega al remitente RLP y el instante en que el paquete es entregado a la capa superior en el lado del receptor. Como el interés se centra en la parte donde el receptor de paquetes es móvil, se puede asumir para la simulación que el tiempo tomado por el receptor RLP para enviar el paquete a la capa superior es despreciable. Por lo tanto el retraso en la entrega para un paquete incluye dos partes, la

primera, es el retraso del tiempo en espera del último marco RLP perteneciente a este paquete y la segunda parte es el retraso, entre el instante de tiempo en que el RLP empieza a transmitir el último marco del paquete y el instante en que el último y todos los marcos anteriores han sido recibidos exitosamente o han sido abortados por el receptor RLP.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto se enfoca esencialmente en un problema principal, es el de proveer el apoyo para TCP con una conexión de enlace de buena calidad que es un problema clave para las futuras redes inalámbricas en las cuales el acceso a Internet se está convirtiendo en uno de los servicios de datos más importantes. En resumen el principal problema a estudiar es el efecto de las retransmisiones de las capas inferiores (MAC y RLP) sobre la capa superior (TCP). Dado esto se espera hacer el estudio en ambos sistemas, del desempeño sobre el problema de la degradación de este cuando sea aplicado a enlaces de alta velocidad, en un entorno inalámbrico.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la incidencia de las capas MAC y RLP sobre el desempeño de TCP en los sistemas de comunicaciones móviles CDMA 2000 y GSM/GPRS por medio de un modelo de simulación en software.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar cada uno de los sistemas de comunicaciones móviles, partiendo de la simulación de la capa física desarrollada en dos trabajos de grado anteriormente desarrollados en la Universidad del Valle.
- Evaluar las mejoras introducidas en los sistemas, a partir de las revisiones que se hacen a nivel internacional de los estándares y como van evolucionando y en que punto se encuentran en Colombia.
- Desarrollar un sistema de simulación para medir el desempeño del protocolo de la capa de enlace de radio (RLP) y de la capa de control de acceso medio (MAC) para soportar TCP en ambos sistemas para aplicaciones de Internet.
- Evaluar el estudio de desempeño en varios ambientes de operación para observar el efecto de estos sobre la capa TCP
- Simular en software, el desarrollo para medir el desempeño del protocolo de la capa RLP y de la capa MAC para soportar TCP, tanto para el sistema CDMA2000 1X, como para GSM/GPRS.

5. RESULTADOS ESPERADOS

1. Obtener cual de las dos tecnologías puede tener mejor desempeño a la hora de hacer retransmisiones RLP y MAC considerando diferentes modelos de canales.
2. Proporcionar un análisis de un caso promedio utilizando técnicas como la cadena de Markov para modelar la segmentación de paquetes TCP/IP dentro de los marcos RLP.
3. Realizar la caracterización exacta de la variación del retraso causado por las retransmisiones locales en las capas de enlace y MAC.
4. Encontrar cual es la diferencia entre usar canales correlacionados con otros esquemas de retransmisión RLP que muestran diferentes efectos de desempeño. Además hacer el estudio del desempeño TCP bajo canales independientes e idénticamente distribuidos (I.I.D), todo esto aplicada a cada una de las tecnologías desarrolladas en Colombia.

6. INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Muchos mecanismos han sido propuestos para solucionar el problema de la degradación del desempeño del TCP sobre las redes inalámbricas. Las retransmisiones de las capas bajas han sido implementadas en varios sistemas CDMA para proporcionar enlaces inalámbricos confiables para TCP, pero no se ha realizado el estudio comparativo con el sistema GSM/GPRS. Los realizados incluyen el protocolo de enlace de radio RLP en el estándar y el control RLC en el sistema universal de telecomunicaciones móviles.

Aunque las retransmisiones ya estudiadas de las capas de enlace solucionan el problema, la retransmisión no parece ser lo suficientemente rápida si la aplicación tiene una restricción estricta en el tiempo de respuesta o si la aplicación prefiere retardarse con menos varianza. Es pertinente especificar que estos estudios no se han realizado en la Universidad del Valle. Las simulaciones anteriormente hechas enfatizaban solamente los problemas físicos de la capa tales como los esquemas de modulación que han sido desarrollados.

Un estudio preliminar del desempeño de las retransmisiones ya se ha realizado, sin embargo, la demora en el desempeño y la colocación completa no son estudiadas realmente [8]. De hecho no se ha estudiado como trabajan juntas las capas de enlace y MAC para soportar TCP. Tampoco se ha estudiado el desempeño de las retransmisiones RLP y MAC bajo canales correlacionados y finalmente se ha prestado muy poca atención a los procesos de segmentación y buffering en RLP.

De otro lado mientras la mayoría de trabajos realizados han confirmado que las retransmisiones de las capas de enlace locales mejoran el desempeño TCP al reducir la velocidad de pérdida de paquetes, algunos autores señalan el impacto adverso de utilizar este tipo de retransmisiones locales como es una varianza demasiado grande siendo este un punto de amplio estudio [8].

7. PERTINENCIA

A primera vista el proyecto por ser de simulación de sistemas de telecomunicación no evidencia la importancia y la pertinencia suficiente, pero se tienen muchas razones para validarlo con la relevancia adecuada.

En primer lugar desarrollar un sistema simulado que se pueda implementar sobre la simulación de una capa física, también simulada siguiendo los requerimientos tanto de funcionamiento como tecnológicos de los estándares internacionales, que este acorde a los desarrollos implementados en la industria, tiene un grado de dificultad apropiado para un trabajo de grado de maestría. Adicionalmente la industria enfoca su mirada a las investigaciones de este tipo que se puedan hacer en las universidades y que sigan cuidadosamente los estándares internacionales. Es importante tener en cuenta que la universidad se beneficia notablemente teniendo este tipo de simulaciones, ya que servirá para capacitar a los diferentes estudiantes tanto de posgrado como de pregrado, que puedan seguir desarrollando sistemas que trabajados en equipos de telecomunicaciones reales, son de muy difícil acceso tanto por la privacidad y reserva de estos, como por el costo que implica su manipulación.

La simulación aquí planteada es pertinente ya que se quiere con ella hacer una muy buena aproximación a la realidad, se puede probar bajo diferentes ambientes de trabajo el desempeño de los dos sistemas de comunicaciones sobre los que se quiere trabajar (CDMA y GSM/GPRS) mirando ventajas y desventajas de cada uno y así enriquecer el grupo de investigación en el área de comunicaciones SISTEL-UV y por ende la Universidad que cada día puede ir mas de la mano con la industria.

8. METODOLOGÍA

La metodología que se pretende ejecutar en este proyecto se va desarrollar en diferentes etapas, las cuales deben ir dando estricto cumplimiento a los objetivos trazados.

En la primera fase se hará un estudio profundo del funcionamiento de las tecnologías CDMA y GSM/GPRS, sus conceptos básicos y diferentes modos de operación. También se empezaran a clasificar sus diferencias más notables.

En la siguiente fase se realizara una revisión bibliográfica de los estándares y sus últimas actualizaciones, además de los cambios tecnológicos y mejoras realizadas en cada uno de los sistemas.

Como tercera fase se estudiara las simulaciones de la capa física tanto para CDMA como para GSM realizadas en los dos trabajos de grado desarrollados en la Universidad del Valle.

La cuarta fase trata el estudio de las capas de enlace de radio (RLP) y de control de acceso medio (MAC). Adicionalmente hacer el estudio de las técnicas desarrolladas para modelar la segmentación de paquetes TCP/IP. También estudiar el funcionamiento de los diferentes software de telecomunicaciones como el OPNET y el NS-2 y su pertinencia en el trabajo.

La Quinta fase esta enfocada en desarrollar a partir de la capa física, el simulador en MatLab (Software recomendado) para probar el desempeño del protocolo de la capa de enlace de Radio (RLP) y de la capa de control de acceso medio (MAC) para soportar TPC en ambos sistemas para aplicaciones de Internet aplicando las técnicas investigadas en etapas anteriores.

La sexta fase consistirá en probar el software para diferentes ambientes y condiciones y evaluar la respuesta de cada uno de los sistemas, además comparar estos resultados con evaluaciones y/o desarrollos realizados en otros lugares (Que puedan existir).

La séptima y última fase es la de análisis, comparación y entrega de resultados, de la evaluación del desempeño para los sistemas.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Revisión Bibliografica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2. Estudio Tecnologías CDMAyGMS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. Aprendizaje de las Capas físicas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4. Manejo Capas RLP y MAC para TCP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Utilización Software existentes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. Desarrollo del Simulador	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7. Pruebas y Validación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8. Entrega de Resultados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

10. RECURSOS DISPONIBLES

En este proyecto se cuenta con los recursos físicos proporcionados por la universidad del valle entre los cuales están el laboratorio comunicaciones y la sala de computo del posgrado, también se tiene un computador portátil de propiedad del estudiante. Además se puede tener apoyo en diferentes dispositivos y software desarrollados en el grupo de investigación en sistemas de Telecomunicaciones, SISTEL-UV.

Adicionalmente se cuenta con la biblioteca central de la Universidad del valle “Mario Carvajal”, la biblioteca central de la Universidad del Quindío “Euclides Jaramillo”, la biblioteca del Posgrado de la escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle y la biblioteca del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío.

Como recurso humano, se tiene un estudiante de Maestría en Ingeniería Electrónica de la Universidad del Valle, el grupo de investigación en sistemas de Telecomunicaciones, SISTEL-UV con la dirección de los profesores del área Fabio Guerrero (Director del Proyecto) y Oscar Polanco, expertos en redes de computadores.

11. PRESUPUESTO

El recurso disponible para el proyecto es de \$12.000.000 Distribuidas así:

Dispositivos y Elementos	\$5.000.000
Gastos de Desplazamiento	\$2.000.000
Estudiante Maestría Dedicación TC	<u>\$5.000.000</u>
Total	\$12.000.000

12. BIBLIOGRAFÍA

[1] Parra J. Simulación de la Capa Física del Sistema CDMA 2000-1X, Trabajo de Grado 2005.

[2] DV, R. Thomas Derryberry and Zhouyue Pi, Reverse High-Speed Packet Data Physical Layer Enhancements in cdma2000 1xEV-, Nokia Research Center April 2005.

[3] Yuchul K., Jungsoo J., Beomsik B., Daegyun K., Purva R. Rajkotia, and Young K., Samsung Electronics, Upper Layer Enhancements for Fast Call Setup in cdma2000 Revision D, 2005.

[4] Youn-Kwan K., LG Telecom, Byung K. Yi, LG Electronics 3G Wireless and cdma2000 1X Evolution in Korea, 2005.

[5] Youn K., LG Telecom, Byung K. Yi, LG Electronics Reverse Link High-Speed Packet Data Support in cdma2000 1xEV-DV: Upper Layer Protocols, April 2005

[6] Vejarano G., Simulación de la Interfaz de Radio para sistemas de Comunicaciones Móviles GSM/GPRS, Trabajo de Grado, 2005.

[7] Haitao Lin, Student Member, IEEE, and Sajal K. Das, Member, IEEE, Performance Study of Link Layer and MAC Layer Protocols to Support TCP in 3G CDMA Systems, April 2005.

[8] Chan and R. Ramjee, TCP/IP Performance over 3G Wireless Links with Rate and Delay Variation, Proc. Eighth Int'l Conf. Mobile Computing and Networking (MobiCom '02), M.C.. pp, 71-82, 2002.

[9] A.A. Abouzeid, S. Roy, and M. Azizoglu, Comprehensive Performance Analysis of a TCP Session over a Wireless Fading Link with Queuing, Trans. Wireless Comm., vol. 2, no. 2, pp. 344- 356, 2003.