



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES

TESIS DE GRADO

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA
COEXISTENCIA ENTRE NODOS WLAN 802.11b, g Y
802.11e”

Previo a la obtención de Título de:
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y
COMPUTACIÓN

Presentado por:
Ana María Narváez Cruz
Mónica Jeanette Flores Villafuerte

Riobamba – Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

En primera instancia queremos agradecer a Dios, por habernos dado la sabiduría, la fe y la fortaleza necesaria para salir adelante pese a las dificultades y tropiezos que encontramos en el desarrollo de la Tesis.

Además nos gustaría agradecer sinceramente a nuestro director de tesis, el Ing. Daniel Haro, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación, que han sido fundamentales para nosotras y concluir satisfactoriamente este proyecto.

Ellos han inculcado en nosotras un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podríamos tener una formación completa como investigadoras.

DEDICATORIA

Nuestra tesis la dedicamos a nuestros padres, a ellos que nos inculcaron los valores de la responsabilidad y la perseverancia para cumplir nuestras metas sin rendirnos; a ellos que nos dieron la vida y velaron por nosotras hasta vernos convertidas en todas unas ingenieras; a ellos que nos apoyaron y estuvieron con nosotras dándonos su apoyo incondicional para terminar este proyecto.

A muchas de las personas que creyeron en nosotras, en nuestras capacidades y que siempre de una manera u otra estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo incondicional.

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes	_____	_____
DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA		
Ing. José Guerra	_____	_____
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES		
Ing. Daniel Haro	_____	_____
DIRECTOR DE TESIS		
Ing. William Calvopiña	_____	_____
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		
Tlgo. Carlos Rodríguez	_____	_____
DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN		

Nosotras, Mónica Jeanette Flores Villafuerte y Ana María Narváez Cruz, somos las responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Mónica Jeanette Flores Villafuerte

Ana María Narváez Cruz

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.

1.	MARCO REFERENCIAL.....	25
1.1.	ANTECEDENTES	255
1.2.	JUSTIFICACIÓN	289
1.2.1.	JUSTIFICACIÓN TEORICA	289
1.2.2.	JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	30
1.3.	OBJETIVOS	322
1.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	322
1.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	322
1.4.	HIPÓTESIS.....	322

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEORICO.....	33
2.1. REDES INALÁMBRICAS	333
2.1.1. ¿Qué es una Red Inalámbrica?	333
2.1.2. Ventajas de las Redes Inalámbricas	344
2.1.3. Desventajas de las Redes Inalámbricas	344
2.1.4. WI-FI ALLIANCE	344
2.1.5. Estándares de las redes inalámbricas (IEEE 802.11)	377
2.1.6. ARQUITECTURA WLAN IEEE 802.11.	39
a. Independent Basic Service Sets (IBSS).....	39
b. Basic Service Sets (BSS).....	39
c. Extended Service Set (ESS)	400
2.1.7. SSID (SERVICE SET IDENTIFIER, IDENTIFICADOR DE CONJUNTO DE SERVICIOS)	411
2.1.8. DHCP (DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONFIGURACIÓN DINÁMICA DE SERVIDOR)	422
2.1.9. ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP.....	433
2.1.10. DIRECCIÓN MAC (MEDIA ACCESS CONTROL ADDRESS, DIRECCIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO	444
2.1.11. QoS (QUALITY OF SERVICE, CALIDAD DE SERVICIO).....	455
2.1.12. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE SERVICIO	466
a. Retardo... ..	466
b. Jitter.....	477
c. Pérdida de paquetes.....	49
d. Ancho de Banda.....	500
2.1.13. AP (ACCESS POINT, PUNTO DE ACCESO)	500
2.2. ESTANDAR IEEE 802.11e	500

2.2.1.	EDCA (Enhanced Distributed Channel Access, Función Mejorada de Distribución de Acceso al Canal)	522
2.2.2.	HCCA (Acceso controlado al canal HCF)	555
2.2.3.	MODELOS DE SERVICIOS	566
a.	SERVICIO DE MEJOR ESFUERZO.	577
b.	SERVICIOS INTEGRADOS: INTSERV	577
c.	SERVICIOS DIFERENCIADOS: DIFFSERV.....	622

CAPÍTULO III.

3.	MARCO METODOLÓGICO E HIPOTÉTICO.....	70
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION.....	700
3.1.1.	Experimental	711
3.1.2.	Correlacional.....	71
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	71
3.3.	SISTEMA DE HIPOTESIS	73
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	73
3.4.1.	OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL	744
3.4.2.	OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA .. iError! Marcador no definido.	5
3.5.	POBLACION Y MUESTRA.....	766
3.6.	PROCEDIMIENTOS GENERALES.....	766
3.7.	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	777
3.7.1.	INSTRUMENTOS DE HARDWARE.....	777
3.7.2.	HERRAMIENTAS DE SOFTWARE.....	777
a.	Analizadores de Paquetes.....	78
b.	Servidores.....	78
c.	Clientes	78
3.8.	VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	78

CAPITULO IV

4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	80
4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	811
4.2. RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE LA RED DE PRUEBA	822
4.2.1. AMBIENTE DE SIMULACIÓN	833
4.2.2. RESULTADOS DEL AMBIENTE 1	855
4.2.3. RESULTADOS DEL AMBIENTE 2	866
4.2.4. RESULTADOS DEL AMBIENTE 3	87
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AMBIENTE 1.....	88
4.3.1. Variable Independiente	88
4.3.2. RESUMEN DE LOS AMBIENTES DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	1000
4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AMBIENTE 2.....	1000
4.4.1. Variable Dependiente	1000
4.5. RESUMEN DE LAS EQUIVALENCIAS DE LOS PESOS PARA INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	1122
4.6. RESUMEN DE LAS EQUIVALENCIAS DE LOS PESOS PARA INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	1133
4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	1144
4.7.1. Variable Independiente	1144
4.7.2. Variable Dependiente	1155
4.8. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS	11717

CAPÍTULO V

4. MARCO PROPOSITIVO.....	121
5.1. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	1211
5.2. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	1244

5.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	1244
------	-------------------------------------	------

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

KBPS: Kilobyte por segundo

IRC: Internet Relay Chat

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

WLAN: Wireless Local Area Network

IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos

QoS: Quality of Service

MAC: Media Access Control

IP: Internet Protocol

nQSTA : Non Quality of Service Station

AC: Acceso Al Medio

QSTA: Calidad de la Estación de Servicio

HCF: Función de Coordinación Híbrida

EDCA: Mejora del Canal de Acceso Distribuido

HCCA: Control de HCF canal de Acceso

Wi-Fi: Wireless Fidelity

VoIP: Voz Sobre Ip

FTP: File Transfer Protocol

AP: Access Point

HCF: Hybrid Fiber Coax

INTSERV: Integrated Services

SSID: Service Set Identifier

BSSID: Basic Service Set Identifier

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

AC_BK: Background

AC_BE: Best Effort

AC_VI: Video

AC_VO: Voice

GNU: No es Unix

SFPT: Secure File Transfer Protocol

SSL: Secure Sockets Layer

LAN: **red** de área local

MAN: **Red** de Área Metropolitana

OSI: Open Systems Interconnection

ISO: International Systems Interconnection

HDLC: alto nivel de enlace de datos de control

LLC: logical link Control

CSMA / CD: Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection Mbits:
millón de bits

MAN: **Red** de Área Metropolitana

ANSI: American National Standard de identificación

IBM: International Business Machines

FDDI: Fiber Distributed Data Interface

DQDB: Distributed Bus de cola doble

SMDS: Switched Multimegabit Data Service

ISDN: Integrated Services Digital Network

ATM: Asynchronous Transfer Mode

WEP: Wired Equivalent Privacy

WPA: Wi-Fi Protected Access

IPsec: Internet Protocol Security

VPN: Virtual Private Network

GPRS: General Packet Radio Service

UMTS: Universal Telecommunications System

QBSS: QBone Service Scanverger

CR: Cognitive radio

ER: Entidad Relacion

TCS: Sistema de Comando Táctico

IBSS : Independiente Basic Service Set

BSS: BASIC Servicio Set

ESS: Extended Service Set

DSCP: Servicios Diferenciados Punto de Codigo

UDP: User Datagram Protocol

SLAs : Acuerdos de Nivel de Servicio

SD: Señalización Digital

TCP / IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol

BOOTP: Bootstrap Protocol

BIA: Business Intelligence Accelerator

PCF: Funcion de Control de Paquetes

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

EF: Bandera de Extensión

PC: Personal Computer

AF: Assured Forwarding

FIFO: First In – First Out (primero en entrar - primero en salir)

CWmin: Contention Window Mínimo (mínima ventana de contención)

CWmax: Contention Window Máximo (mínima ventana de contención)

CW: Contention Window (ventana de contención)

IFS: Interframe space (Espacio entre tramas)

AIFS: Arbitration Inter Frame Space (Espacio entre tramas arbitrario)

SIFS: Short Inter Frame Space (Espacio entre tramas corto)

AIFSN: Arbitration Inter Frame Space Number (Número arbitrario de espacio entre tramas)

NAV: Vector de Asignación de Red

ISP: Proveedor de Servicios de Internet

TS: traffic stream

TID: identificador de prioridad de usuario

TXOP: Transmisión Opportunity

RED: Random Early Detection

RSVP: Resource Reservation Protocol

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura I.01. Conjunto Escenario de pruebas
- Figura II.02. Conjunto Independiente de servicios Básicos
- Figura II.03. Conjunto de Servicios Básicos
- Figura II.04. Conjunto de Servicios Extendidos
- Figura II.05. Ejemplo de una transmisión con Jitter
- Figura II.06. Diagrama del modelo OSI, con las modificaciones introducidas para la norma 802.11e la enmienda.
- Figura II.07. Descripción del Proceso EDCA
- Figura II.08. Prioridad de usuario y Categorías de Acceso
- Figura II.09. Esquema de funcionamiento del modelo Intserv
- Figura II.10. Esquema de funciones internas de nodo Intserv
- Figura II.11. Elementos que conforman un dominio Diffserv
- Figura II.12. Campo de identificación Diffserv
- Figura II.13. Códigos DSCP para el perfil PHB AF
- Figura II.14. Funciones de los nodos en un dominio Diffserv
- Figura III.15. Escenario de Pruebas (Hardware)
- Figura III.16. Escenario de pruebas (Software)
- Figura IV.17. Topología y Dispositivos utilizados
- Figura. IV.18. Diagrama de comparación de paquetes transmitidos en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.19. Diagrama de porcentaje de paquetes transmitidos en el ambiente 1
- Tabla IV.12. Comparación de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2

- Figura. IV.20. Diagrama de comparación de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.21. Diagrama de porcentaje de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.22. Diagrama de comparación de ancho de banda en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.23. Diagrama de porcentaje de ancho de banda en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.24. Diagrama de comparación de retardo en el ambiente 1 y 2
- Figura. IV.25. Diagrama de porcentaje de retardo en el ambiente 1 y 2
- Figura IV.26. Diagrama de comparación de jitter en el ambiente 1 y 2
- Figura IV.27. Diagrama de porcentaje de jitter en el ambiente 1 y 2
- Figura IV.28. Diagrama de Barras de Paquetes de datos perdidos en la transmisión, VOZ
- Figura IV.29. Diagrama de Barras de Paquetes de datos perdidos en la transmisión, VIDEO
- Figura IV.30. Diagrama de Barras de Ancho de Banda en la transmisión, VOZ
- Figura IV.31. Diagrama de Barras de Ancho de Banda en la transmisión, VIDEO
- Figura IV.32. Diagrama de Barras de Retardo en la transmisión, VOZ
- Figura IV.33. Diagrama de Barras de Retardo en la transmisión, VIDEO
- Figura IV.34. Diagrama de Barras de Jitter en la transmisión, VOZ
- Figura IV.35. Diagrama de Barras de Jitter en la transmisión, VIDEO
- Figura IV.36. Diagrama de Barras de los resultados de la Variable Independiente
- Figura IV.37. Diagrama de Barras de los resultados de la Variable Dependiente

Figura IV.38. Diagrama de fijación del nivel de significación

Figura V.39. Configuración de QoS.

Figura V.40. Configuración de servicios de QoS.

Figura V.41. Configuración de Mascara de Red

Figura V.42. Configuración de MAC

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I. Modificaciones del estándar 802.11

Tabla III.II. Operacionalización Conceptual de las variables del proyecto

TABLA III.III. Operacionalización Metodológica de las variables del proyecto

Tabla IV.IV. Detalles Técnicos de los equipos del Ambiente de Simulación

Tabla IV.V. Datos obtenidos en FTP sin QoS

Tabla IV.VI. Datos obtenidos en Voz sin QoS

Tabla IV.VII. Datos obtenidos en Voz y Video sin QoS

Tabla IV.VIII. Datos obtenidos en FTP con QoS

Tabla IV.IX. Datos obtenidos en Voz con QoS

Tabla IV.X. Datos obtenidos en Voz y Video con QoS

Tabla IV.XI. Datos obtenidos en FTP con QoS

Tabla IV.XII. Datos obtenidos en Voz con QoS

Tabla IV.XIII. Datos obtenidos en Voz y Video con QoS

Tabla IV.XIV. Comparación de paquetes transmitidos en el ambiente 1 y 2

Tabla IV.XV. Comparación de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2

Tabla IV.XVI. Comparación de ancho de banda en el ambiente 1 y 2

Tabla IV.XVII. Comparación de retardo en el ambiente 1 y 2

Tabla IV.XVIII. Comparación de jitter en el ambiente 1 y 2

Tabla IV.XIX. Paquetes de datos perdidos en la transmisión

Tabla IV.XX. Ancho de Banda en la transmisión

Tabla IV.XXI. Retardo en la transmisión

Tabla IV.XXII. Jitter en la transmisión

TABLA IV.XXIII. Pesos de los indicadores de la variable Independiente

TABLA IV.XXIV. Pesos de los indicadores de la variable dependiente

TABLA IV.XXV. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total
Indicadores

TABLA IV.XXVI. Análisis de Resultados para la Variable Dependiente: Total
Indicadores

TABLA IV.XXVII. Prueba de la Hipótesis, valores del test de Chi-cuadrado

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Tráfico de datos del primer escenario sin QoS
- Anexo 2. Especificación del Tráfico entre el Servidor y la PC1 del primer escenario sin QoS
- Anexo 3. Tráfico de voz del segundo escenario sin QoS
- Anexo 4. Especificación del Tráfico de voz del segundo escenario sin QoS
- Anexo 5. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs del segundo escenario sin QoS
- Anexo 6. Tráfico de voz-video del tercer escenario sin QoS
- Anexo 7. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs del tercer escenario sin QoS
- Anexo 8. Especificación del Tráfico de voz-video del tercer escenario sin QoS
- Anexo 9. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios sin QoS
- Anexo 10. Tráfico de Datos del cuarto escenario con QoS
- Anexo 11. Especificación del Tráfico de Datos del cuarto escenario con QoS
- Anexo 12. Tráfico de voz del quinto escenario con QoS
- Anexo 13. Especificación del Tráfico de voz del escenario cinco con QoS
- Anexo 14. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs del quinto escenario con QoS
- Anexo 15. Tráfico voz-video del sexto escenario con QoS
- Anexo 16. Especificación del Tráfico de voz-video del sexto con QoS
- Anexo 17. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs del sexto escenario con QoS
- Anexo 18. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios con QoS

Anexo 19. Tráfico de Datos en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 20. Especificación del Tráfico de Datos en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 21. Tráfico de Voz en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 22. Especificación del Tráfico de Voz en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 23. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 24. Tráfico de voz-video en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 25. Especificación del Tráfico de voz-video en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 26. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 27. Grafica del Ancho de Banda Usado en el mejor de los casos sin QoS

Anexo 28. Tráfico de Datos en las mejores condiciones con QoS

Anexo 29. Especificación del Tráfico de Datos en las mejores condiciones con QoS

Anexo 30. Tráfico de voz en las mejores condiciones con QoS

Anexo 31. Especificación del Tráfico de voz en las mejores condiciones con QoS

Anexo 32. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs en las mejores condiciones con QoS

Anexo 33. Tráfico de voz-video en las mejores condiciones con QoS

Anexo 34. Especificación del Tráfico de voz-video en las mejores condiciones con QoS

Anexo 35. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs en las mejores condiciones con QoS

Anexo 36. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios sin QoS

Anexo 37. Tabla de Chi-Cuadrado

INTRODUCCIÓN

Mediante la investigación realizada para determinar si la coexistencia entre los diferentes estándares Wifi con QoS, garantizan la transmisión de las aplicaciones además de la buena coexistencia entre los estándares que soportan y no soportan la Calidad de Servicio, en la presente tesis se muestran los resultados obtenidos. El objetivo principal es analizar e Investigar los problemas que aparecen al implementar QoS en un ambiente 802.11 b, g y 802.11e y evaluar las posibles soluciones que permitan asegurar la coexistencia entre estos nodos.

La ejecución de dicho estudio se lo realizará utilizando el equipo de Cisco Router Lynksys DD-WRT v12.4. La investigación de los equipos utilizados nos permitirá definir sus características, ventajas, desventajas y otros aspectos importantes. Con respecto a la gestión de QoS, se ha optado por el modelo de servicios diferenciados, el cual se ajusta a las especiales características de la red Inalámbrica de prueba.

El desarrollo de la tesis contendrá cinco capítulos los cuales abarcan información importante.

El capítulo I Marco Referencial se detallará los antecedentes, justificación, objetivos e hipótesis, los cuales deberán cumplirse al momento de finalizar dicha tesis.

El Capítulo II, Marco Teórico en este capítulo se detallada los conceptos básicos sobre las Redes Inalámbricas, su estructura y funcionamiento, entre otros conceptos; además se explica de manera detallada el estándar 802.11e, modelos de servicios, algoritmos y funciones.

En el Capítulo III, Marco metodológico en este capítulo se explicara los diferentes métodos de Investigación usados para realizar esta tesis, también se detallara los instrumentos y herramientas utilizados, además de la validación de los mismos para la comprobación de las hipótesis.

Seguidamente, se propone la implementación que se realizará configurando el Router Lynksys, debiendo verificar el correcto funcionamiento de la red.

En el Capítulo IV, Análisis e Interpretación de Resultados, se analizará los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, se procederá a resumir los principales resultados alcanzados en la tesis, en función de las gráficas obtenidas.

En el Capítulo V, Marco Propositivo, se dará una posible solución y evaluación de los diferentes problemas presentados en la coexistencia de los estándares WI-FI, además de la implementación de la solución presentada.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

Han pasado muchos años desde la aparición de Internet en nuestras vidas. El escaso ancho de banda que proporcionaban los antiguos módems de 14.4 kbps apenas permitía una navegación web basada principalmente en texto, acceso al IRC, o la descarga de pequeñas aplicaciones cuyo tamaño no solía superar algunos cientos de kilobits.

La progresiva aparición de nuevas tecnologías en la red de acceso (RDSI, ADSL, UMTS) y en el núcleo de la red (fibra óptica) ha permitido el desarrollo de aplicaciones con cada vez mayores requisitos en cuanto a ancho de banda o retardo se refiere. Aplicaciones como la videoconferencia, la descarga de videos bajo demanda, o el acceso a bases de datos con elevadas cargas de información son en la actualidad posibles gracias a estas mejoras.

Sin embargo desde el nacimiento de Internet poco hemos avanzado en relación a la **calidad de servicio** ofrecida al usuario.

Las redes inalámbricas de área local (WLANs) se han convertido en una solución muy común para proporcionar acceso a Internet. El principal mecanismo usado a nivel MAC (Medium Access Control) para las WLANs es el definido por el estándar IEEE 802.11.

Las redes inalámbricas son una realidad bien asentada. Sin embargo, dicha realidad proporciona un servicio de cierta calidad únicamente en condiciones de baja carga de tráfico y/o ausencia de requisitos en la entrega del tráfico. El hecho de disponer de un acceso al medio compartido sin capacidad de diferenciación puede ocasionar que una aplicación de voz, por ejemplo, sufra de pérdidas o retardos muy elevado debido a la existencia de una o varias descargas de ficheros en la misma WLAN. Que las redes WLAN puedan ser empleadas con garantías en telefonía IP inalámbrica o cualquier otro tipo de servicio que incluya requisitos de entrega dependerá, en gran medida, de su capacidad para proporcionar calidad de servicio (Quality of Service).

Resulta innegable la gran aceptación de dispositivos WLAN basados en el estándar 802.11. Los interfaces inalámbricos que emplean dicha tecnología no sólo se encuentran en cualquier ordenador portátil reciente, sino que también aparecen en dispositivos de telefonía móvil e, incluso, de entretenimiento. Si bien el estándar planteaba un mecanismo de acceso centralizado para proporcionar ciertas garantías de servicio, éste no ha

tenido gran difusión. Sin embargo, debido a la gran penetración de 802.11 y al uso de aplicaciones real-time sobre dichas redes, se hace necesario alguna herramienta que permita proporcionar garantías de servicio a las aplicaciones.

El nuevo estándar 802.11e ofrece mecanismos en el nivel MAC que permiten proporcionar diferentes tipos de servicio a aplicaciones que comparten el mismo medio inalámbrico.

El estándar IEEE 802.11e, es una propuesta que define los mecanismos utilizados en una WLAN para proporcionar QoS a aplicaciones en tiempo real como voz y vídeo. En este nuevo estándar, se hace una distinción entre aquellas estaciones que no utilizan los servicios QoS, que se denominan nQSTA, y aquellas que si los utilizan, llamadas QSTA. Para proporcionar soporte QoS, en IEEE 802.11e se introduce una tercera función de coordinación, llamada HCF (Hybrid Coordination Function). HCF incorpora dos nuevos mecanismos de acceso al canal:

- EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)
- HCCA (HCF Controlled Channel Access).

En este estándar se definen cuatro categorías de acceso al medio (Ordenadas de menos a más prioritarias).

- Background (AC_BK)
- Best Effort (AC_BE)
- Video (AC_VI)
- Voice (AC_VO)

Para conseguir la diferenciación del tráfico se definen diferentes tiempos de acceso al medio y diferentes tamaños de la ventana de contención para cada una de las categorías.

1.2. JUSTIFICACION

1.2.1. JUSTIFICACION TEORICA

Aunque las tecnologías que hacen posible la comunicación inalámbrica (infrarrojo y radio) existen hace muchos años, su implantación comercial para aplicaciones de usuarios finales ha sido posible solo en fechas relativamente recientes.

Es así que la tecnología inalámbrica está ocupando rápidamente las preferencias de todo tipo de usuarios. En la actualidad estamos rodeados de toda clase de dispositivos móviles y computadoras portátiles.

Todos estos dispositivos son susceptibles a intercomunicarse entre si y aunque pueden hacerlo con sistemas de cables tradicionales su mayor potencial lo alcanzan a través de las comunicaciones inalámbricas.

Debido a todo esto no es de extrañar que crezca el número de soluciones inalámbricas, especialmente para coberturas personales como es comunicaciones entre dispositivos celulares y coberturas locales comunicaciones entre computadores portátiles o acceso a redes inalámbricas (WLAN ej. Wifi).

Como sabemos las WLAN permiten a sus usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectados a un determinado lugar. La implantación de QoS en el backbone es esencial para el éxito de aplicaciones avanzadas, como telemedicina, videoconferencia y VoIP (voz sobre IP o telefonía sobre IP). Estas aplicaciones demandan, además de gran ancho de banda, un servicio diferenciado. En muchos casos es necesario garantizar que la transmisión de los datos sea realizada sin interrupción o pérdida de paquetes.

No tiene importancia si un mensaje de correo electrónico se entrega en 4 segundos o en 14 segundos, pero sí hay una diferencia enorme si un paquete de audio se entrega en 200 milisegundos o en 2 segundos. Una red que tenga el mismo comportamiento para correo electrónico que para multimedia no alcanzará los resultados necesarios para experiencias de alta calidad.

La telefonía IP, videoconferencia y video streaming por nombrar algunas aplicaciones son viables con las actuales redes y sistemas de propósito general, a pesar de que a menudo la calidad del audio y del video resultante está lejos de ser satisfactoria. Las aplicaciones multimedia generan y consumen flujos de datos continuos en tiempo real. Las aplicaciones en tiempo real no soportan retardos, por ello, se define un esquema de prioridades basados en los conceptos de QoS.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La red de fibra Óptica permite enviar voz, datos e imágenes simultáneamente a una gran velocidad de transmisión, lo que se logra también a través de la tecnología de comunicación inalámbrica, el potencial que las nuevas tecnologías de comunicación e información proporcionan al ser humano y a la sociedad tienen que ver con la rapidez en el procesamiento de información con el manejo de grandes volúmenes de la misma, con el fácil acceso, disposición, intercambio y transformación de información.

Escenario de Pruebas

En la Figura I.01 se muestra la red utilizada incluyendo los equipos que se utilizarán para la realización de las pruebas:

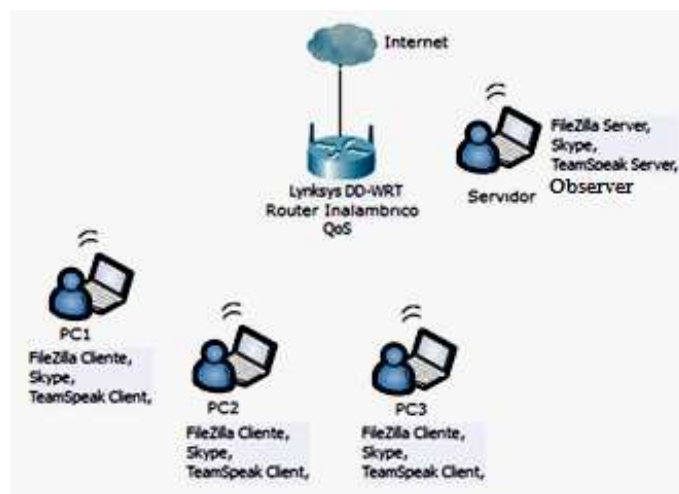


Figura I.01. Escenario de pruebas

Elementos Hardware

El esquema muestra el escenario para las pruebas compuesto por:

- Portátil
- Router D-Linck
- Servidor de pruebas

Elementos Software

El esquema muestra el escenario para las pruebas compuesto por:

Observer

Es un completo analizador de protocolos para redes alámbricas e inalámbricas, que captura y descifra sobre 500 protocolos¹.

Wireshark (Ethereal Network Protocol Analyzer)

Es un analizador de protocolos utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos. Cuenta con todas las características estándar de un analizador de protocolos.

FileZilla

FileZilla es un cliente FTP, gratuito, libre (GNU) y de código abierto. Sustenta FTP, SFTP y FTP sobre SSL. Inicialmente sólo diseñado para funcionar bajo Windows, desde la versión 3.0.0, gracias al uso de wxWidgets, es multiplataforma.

Skype

Es un software para realizar llamadas sobre Internet de forma gratuita. Además se puede tener video llamadas, mensajería instantánea, entre otros.

TeamSpeak

TeamSpeak es un software propietario de voz sobre IP, permite a los usuarios hablar en un canal de chat con otros usuarios, tal como se hace en una conferencia vía llamada telefónica tradicional, permitiéndote una comunicación en tiempo real y sin apenas ocupar recursos del sistema.

Te permite usar distintos canales de comunicación y designar acciones asociándolas con combinaciones de teclas.

(1) Analizador de Paquetes de redes. <http://www.integracion-de-sistemas.com/analisis-y-monitoreo-de-redes/index.html>

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar e Investigar los problemas que aparecen al implementar QoS en un ambiente 802.11 b, g y 802.11e y evaluar las posibles soluciones que permitan asegurar la coexistencia entre estos nodos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las tecnologías y estándares de redes las inalámbricas; la arquitectura en general, los componentes de hardware y las principales aplicaciones de este tipo de soluciones, para poder utilizarlas de una manera más eficiente en el presente trabajo investigativo.
- Analizar los problemas que se introducen al implementar QoS en una red WLAN con nodos 802.11 b,g y 802.11e.
- Proponer soluciones a los problemas de coexistencia entre las tecnologías de redes inalámbricas a estudiar.
- Implementar QoS en un ambiente WLAN simulado, en el cual coexista una tecnología 802.11 b,g sin soporte de QoS y una tecnología WLAN 802.11e con soporte de QoS asegurando un nivel de servicio aceptable.
- Configurar los equipos necesarios utilizando el estándar IEEE 802.11e, para brindar QoS a los diferentes sistemas que lo necesiten.

1.4. HIPOTESIS

Mejorar algunos de los problemas existentes al asegurar QoS en un escenario mixto con estaciones 802.11 b,g y 802.11e; permitiendo alcanzar la coexistencia de estas tecnologías y niveles de fiabilidad en la comunicación.

CAPÍTULO II.

MARCO TEORICO

2.1. REDES INALÁMBRICAS

2.1.1. ¿Qué es una Red Inalámbrica?

El término **red inalámbrica** (*Wireless network*) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

2.1.2. Ventajas de las Redes Inalámbricas

- Movilidad
- Desplazamiento
- Flexibilidad
- Ahorro de costes
- Escalabilidad

2.1.3. Desventajas de las Redes Inalámbricas

Los principales inconvenientes de las redes inalámbricas son los siguientes:

- Menor ancho de banda
- Mayor inversión inicial
- Seguridad
- Interferencias
- Incertidumbre tecnológica

2.1.4. WI-FI ALLIANCE

Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la *Wi-Fi Alliance* (anteriormente la *WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

Seguridad y fiabilidad

Uno de los problemas más graves a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi es la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, debida a la masificación de usuarios, esto afecta especialmente en las conexiones de larga distancia (mayor de 100 metros). En realidad Wi-Fi está diseñado para conectar ordenadores a la red a distancias reducidas,

cualquier uso de mayor alcance está expuesto a un excesivo riesgo de interferencias².

Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes. Las más comunes son:

- Utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP, el WPA, o el WPA2 que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos.
- WEP, cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una "clave" de cifrado antes de enviarlo al aire. Este tipo de cifrado no está muy recomendado, debido a las grandes vulnerabilidades que presenta, ya que cualquier cracker puede conseguir sacar la clave.
- WPA: presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud
- IPSEC (túneles IP) en el caso de las VPN y el conjunto de estándares IEEE 802.1X, que permite la autenticación y autorización de usuarios.
- Filtrado de MAC, de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados. Es lo más recomendable si solo se va a usar con pocos equipos.
- Ocultación del punto de acceso: se puede ocultar el punto de acceso (Router) de manera que sea invisible a otros usuarios.

(²) Wi-Fi, redes inalámbricas. <http://standards.ieee.org/wireless>

- El protocolo de seguridad llamado *WPA2* (estándar 802.11i), que es una mejora relativa a *WPA*. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

Sin embargo, no existe ninguna alternativa totalmente fiable, ya que todas ellas son susceptibles de ser vulneradas.

Ventajas y desventajas

Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, entre las cuales podemos destacar:

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.
- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca *Wi-Fi* es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total. Esto no ocurre, por ejemplo, en móviles.

Pero como red inalámbrica, la tecnología Wi-Fi presenta los problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- Una de las desventajas que tiene el sistema Wi-Fi es una menor velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las

interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.

- La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad. Existen algunos programas capaces de capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente *fáciles de conseguir* con este sistema. La alianza Wi-Fi arregló estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad. De todos modos muchas compañías no permiten a sus empleados tener una red inalámbrica. Este problema se agrava si consideramos que no se puede controlar el área de cobertura de una conexión, de manera que un receptor se puede conectar desde fuera de la zona de recepción prevista (e.g. desde fuera de una oficina, desde una vivienda colindante).
- Hay que señalar que esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS, etc.

2.1.5. Estándares de las redes inalámbricas (IEEE 802.11)

El estándar 802.11 en realidad es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad.

Nombre del estándar	Nombre	Descripción
802.11a	Wifi5	El estándar 802.11 (llamado WiFi 5) admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	Wifi	El estándar 802.11 es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
802.11c	Combinación del 802.11 y el 802.1d	El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
802.11d	Internacionalización	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	Mejora de la calidad del servicio	El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la <i>capa de enlace de datos</i> . El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
802.11f	Itinerancia	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el <i>protocolo IAPP</i> que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como <i>itinerancia</i> .
802.11g		El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.
802.11h		El estándar <i>802.11h</i> tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la <i>h</i> de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11i		El estándar <i>802.11i</i> está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el <i>AES</i> (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
802.11Ir		El estándar <i>802.11r</i> se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
802.11j		El estándar <i>802.11j</i> es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

Tabla II.I. Modificaciones del estándar 802.11

También es importante mencionar la existencia de un estándar llamado "802.11b+". Éste es un estándar patentado que contiene mejoras con

respecto al flujo de datos. Por otro lado, este estándar tiene algunas carencias de interoperabilidad debido a que no es un estándar IEEE.

2.1.6. ARQUITECTURA WLAN IEEE 802.11.

El estándar contempla tres topologías de red básicas:

a. Independent Basic Service Sets (IBSS)

Consiste en un grupo de estaciones que se comunican entre sí directamente sin necesidad de un AP, cada estación debe estar dentro del rango de señal de la otra para poder establecer la comunicación, estas redes no tienen dispositivos para su administración, por lo que una de las estaciones se encargará de realizar ésta tarea. La topología IBSS se usa frecuentemente para compartir datos en reuniones o conferencias, las mismas son equivalentes a las redes Ad-Hoc. En la figura II.02 se observa una red donde las terminales utilizan esta topología y la comunicación se realiza directamente de un equipo a otro.

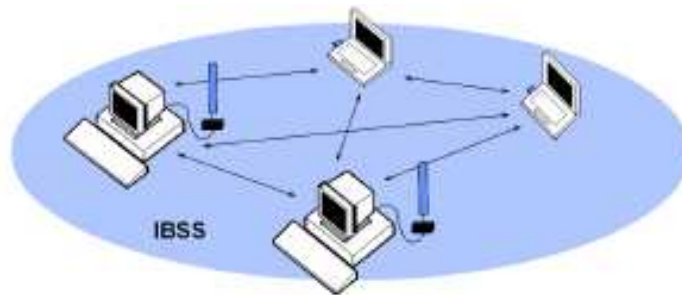


Figura II.02. Conjunto Independiente de servicios Básicos

b. Basic Service Sets (BSS)

Se basa en un conjunto de estaciones que se comunican entre sí por medio de un AP, el cual se encarga de realizar las tareas de administración de la red. En este tipo de topología cada terminal debe asociarse a la red, en este proceso el AP verifica si la terminal tiene permiso de unirse a la red y decide

si la asocia o no. Una de las ventajas que presenta el uso de un AP, es que este puede percatarse de que la estación ha entrado al modo de ahorro de energía (en inglés Power Save) y guardar los paquetes de dicho equipo en memoria hasta que el equipo se active nuevamente.

Cada red BSS tiene un Service Set ID (SSID) o nombre de red que la identifica, este permite diferenciar redes que se encuentran en una misma zona geográfica. El SSID es publicado por el AP y se muestra al usuario de la terminal móvil.

Las redes BSS son equivalentes a las redes de infraestructura explicadas en el capítulo anterior. En la figura II.03 se aprecia como cada uno de los equipos pertenecientes a la red envía sus paquetes al AP.

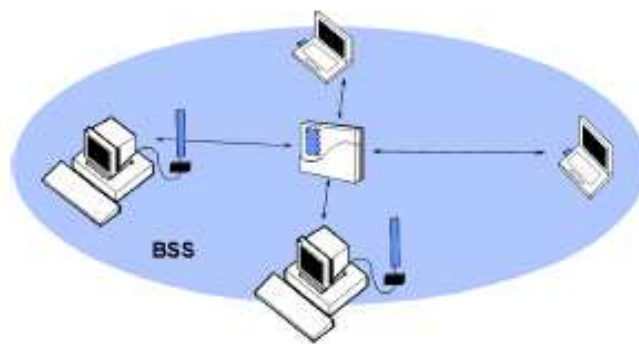


Figura II.03. Conjunto de Servicios Básicos

c. Extended Service Set (ESS)

Se trata de un grupo de redes BSS conectadas entre sí mediante un sistema de distribución (en inglés Distribution System DS), la conexión de las redes BSS se puede realizar por medios cableados o inalámbricos, de esta manera se logran cubrir áreas geográficas mayores a las obtenidas mediante redes BSS o IBSS. En este tipo de red se puede presentar solapamiento de señales de distintos AP (cada BSS debe poseer un AP), por lo que se debe seleccionar la frecuencia de operación de cada AP de tal manera de no interferir con las redes BSS adyacentes.

Las estaciones pueden desplazarse a través de toda la red ESS sin preocuparse por perder la conexión, ya que esta se comporta como una red única, gracias a que los AP se encargan de las tareas de administración necesarias para conectar la terminal móvil al AP de la celda a la cual se está mudando. En la figura II.04 se puede ver como el área de cobertura de la red aumenta gracias al uso de dos AP.

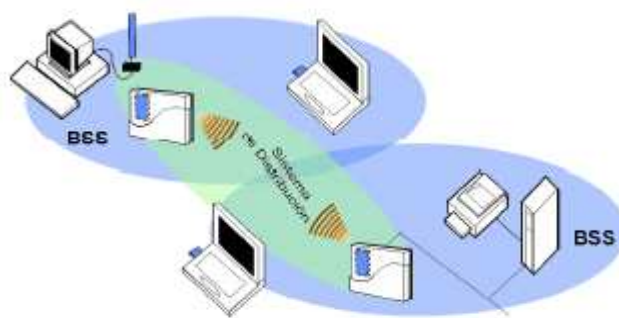


Figura II.04. Conjunto de Servicios Extendidos

2.1.7. SSID (SERVICE SET IDENTIFIER, IDENTIFICADOR DE CONJUNTO DE SERVICIOS)

El **SSID** es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres alfanuméricos. Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID³.

Existen algunas variantes principales del SSID. Las redes *ad-hoc*, que consisten en máquinas cliente sin un punto de acceso, utilizan el **BSSID** (**B**asic **S**ervice **S**et **I**Dentifier); mientras que en las redes en infraestructura que incorporan un punto de acceso, se utiliza el ESSID (E de extendido).

(³) Redes inalámbricas y sus conceptos (SSID), <http://www.telepieza.com/wordpress/2008/05/08/redes-inalambricas-y-sus-conceptos-wifi-wireless-wlanlan-wan-ssid-wep-wpa>.

Nos podemos referir a cada uno de estos tipos como SSID en términos generales. A menudo al SSID se le conoce como nombre de la red.

Uno de los métodos más básicos de proteger una red inalámbrica es desactivar la difusión (*broadcast*) del SSID, ya que para el usuario medio no aparecerá como una red en uso. Sin embargo no debería ser el único método de defensa para proteger una red inalámbrica. Se deben utilizar también otros sistemas de cifrado y autenticación.

El hecho de que el SSID es una clave secreta en lugar de una clave pública crea un problema de gestión de claves para el administrador de red. Cada usuario de la red debe configurar el SSID en su sistema. Si el administrador de la red intenta bloquear a un usuario de la red, el administrador debe cambiar el SSID de la red, lo que requerirá la reconfiguración del SSID en cada nodo de la red. Algunos 802,11 NIC permiten configurar SSID varias a la vez.

2.1.8. DHCP (DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONFIGURACIÓN DINÁMICA DE SERVIDOR)

DHCP es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

Provee los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red informática con la pila de protocolos TCP/IP (Máscara de red, puerta de enlace y otros) y también incluyen mecanismos de asignación de direcciones IP.

El DHCP es una alternativa a otros protocolos de gestión de direcciones IP de red, como el BOOTP (*Bootstrap Protocol*). DHCP es un protocolo más avanzado, pero ambos son los usados normalmente.

2.1.9. ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP

Sin DHCP, cada dirección IP debe configurarse manualmente en cada computadora y, si la computadora se mueve a otra subred, se debe configurar otra dirección IP diferente. El DHCP le permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si fuera el caso en la computadora es conectada en un lugar diferente de la red.

El protocolo DHCP incluye tres métodos de asignación de direcciones IP:

- **Asignación manual o estática:** Asigna una dirección IP a una máquina determinada. Se suele utilizar cuando se quiere controlar la asignación de dirección IP a cada cliente, y evitar, también, que se conecten clientes no identificados.
- **Asignación automática:** Asigna una dirección IP de forma permanente a una máquina cliente la primera vez que hace la solicitud al servidor DHCP y hasta que el cliente la libera. Se suele utilizar cuando el número de clientes no varía demasiado.
- **Asignación dinámica:** el único método que permite la reutilización dinámica de las direcciones IP. El administrador de la red determina un rango de direcciones IP y cada computadora conectada a la red está configurada para solicitar su dirección IP al servidor cuando la tarjeta de interfaz de red se inicializa. El procedimiento usa un concepto muy simple en un intervalo de tiempo controlable. Esto facilita la instalación de nuevas máquinas clientes a la red.

2.1.10. DIRECCIÓN MAC (MEDIA ACCESS CONTROL ADDRESS, DIRECCIÓN DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

La **dirección MAC** es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una ethernet de red. Se conoce también como la dirección física en cuanto a identificar dispositivos de red. Es individual, cada dispositivo tiene su propia dirección MAC determinada y configurada por el IEEE (**los últimos 24 bits**) y el fabricante (**los primeros 24 bits**) utilizando el OUI. La mayoría de los protocolos que trabajan en la capa 2 del modelo OSI usan una de las tres numeraciones manejadas por el IEEE: **MAC-48, EUI-48, y EUI-64** las cuales han sido diseñadas para ser identificadores globalmente únicos. No todos los protocolos de comunicación usan direcciones MAC, y no todos los protocolos requieren identificadores globalmente únicos.

Las direcciones MAC son únicas a nivel mundial, puesto que son escritas directamente, en forma binaria, en el hardware en su momento de fabricación. Debido a esto, las direcciones MAC son a veces llamadas "Direcciones Quemadas Dentro" (BIA, por las siglas de *Burned-in Address*).

Si nos fijamos en la definición como cada bloque hexadecimal son 8 dígitos binarios (bits), tendríamos:

$$6 \times 8 = 48 \text{ bits únicos}$$

En la mayoría de los casos no es necesario conocer la dirección MAC, ni para montar una red doméstica, ni para configurar la conexión a internet. Pero si queremos configurar una red wifi y habilitar en el punto de acceso un sistema de filtrado basado en MAC (a veces denominado filtrado por hardware), el cual solo permitirá el acceso a la red a adaptadores de red concretos, identificados con su MAC, entonces necesitamos conocer dicha dirección. Dicho medio de seguridad se puede considerar como un refuerzo de otros sistemas de seguridad, ya que teóricamente se trata de una

dirección única y permanente, aunque en todos los sistemas operativos hay métodos que permiten a las tarjetas de red identificarse con direcciones MAC distintas de la real.

MAC opera en la capa 2 del modelo OSI, encargada de hacer fluir la información libre de errores entre dos máquinas conectadas directamente. Para ello se generan tramas, pequeños bloques de información que contienen en su cabecera las direcciones MAC correspondiente al emisor y receptor de la información.

2.1.11. QoS (QUALITY OF SERVICE, CALIDAD DE SERVICIO)

QoS es las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado (*throughput*). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

Es la capacidad de una red para proveer diferentes niveles de servicio a los distintos tipos de tráfico. Permite que los administradores de una red puedan asignarle a un determinado tráfico prioridad sobre otro y, de esta forma, garantizar que un mínimo nivel de servicio le será provisto. Debido al desarrollo de estos nuevos tipos de aplicaciones (video streaming, VoIP, videoconferencia, etc.), la necesidad de implementar técnicas de QoS se ha vuelto más evidente.

Dependiendo del tipo de aplicación son los requerimientos que se precisan. Por ejemplo, FTP no es un protocolo críticamente sensitivo a la congestión de la red. Simplemente, la operación tardará un tiempo mayor en realizarse pero no impide que se ejecute correctamente (salvo que la congestión sea tan grande que la conexión de timeout se aborte). En cambio, las aplicaciones de voz o video son particularmente sensitivas a retardos de la red. Si a los paquetes que componen una comunicación de voz les toma demasiado tiempo en llegar al destino, el sonido o el video resultante

estarán distorsionados. Aplicando técnicas de QoS se puede proveer un servicio más acorde al tipo de tráfico.

A continuación se indican algunas de las situaciones en las cuales sería conveniente dar QoS:

- Para dar prioridad a ciertas aplicaciones de nivel crítico en la red
- Para maximizar el uso de la infraestructura de la red
- Para proveer un mejor desempeño a las aplicaciones sensitivas al retardo como son las de voz y video
- Para responder a cambios en los flujos del tráfico de red

Si una red estuviese vacía el tráfico de una aplicación debería conseguir cumplir con todos los parámetros anteriores, obtendría el ancho de banda necesario, no perdería paquetes y tampoco sufriría delay ni jitter. Pero la realidad es diferente. Existen varias aplicaciones usando la red al mismo tiempo y, por lo tanto, compitiendo por los recursos disponibles.

2.1.12. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE SERVICIO

Los principales problemas en cuanto a la calidad de servicio (QoS) de una red inalámbrica, son el Retardo, la pérdida de paquetes, el Jitter y el Ancho de Banda.

a. Retardo

Los retardos puede ocurrir que los paquetes tomen un largo período en alcanzar su destino, debido a que pueden permanecer en largas colas o tomen una ruta menos directa para prevenir la congestión de la red. En algunos casos, los retardos excesivos pueden inutilizar aplicaciones tales como VoIP o juegos en línea⁴.

El retardo o latencia se define técnicamente como la diferencia que existe entre el momento en que una señal es transmitida y el momento que una señal llega a su destino.

Causas:

El retardo no es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. Por ejemplo, la latencia en los enlaces vía satélite es muy elevada por las distancias que debe recorrer la información.

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son sensibles a este efecto. Es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

Posibles soluciones:

No hay una solución que se pueda implementar de manera sencilla. Muchas veces depende de los equipos por los que pasan los paquetes, es decir, de la red misma. Se puede intentar reservar un ancho de banda de origen a destino o señalar los paquetes con valores de TOS para intentar que los equipos sepan que se trata de tráfico en tiempo real y lo traten con mayor prioridad pero actualmente no suelen ser medidas muy eficaces ya que no disponemos del control de la red.

Si el problema de la latencia está en la propia red interna se puede aumentar el ancho de banda, velocidad del enlace o priorizar esos paquetes dentro de la red.

b. Jitter

Los paquetes del transmisor pueden llegar a su destino con diferentes retardos. Un retardo de un paquete varía impredeciblemente con su posición en las colas de los ruteadores a lo largo del camino entre el transmisor y el destino. Esta variación en retardo se conoce como *jitter*⁵ y puede afectar seriamente la calidad del flujo de audio y/o vídeo.

El jitter afecta a las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) pues éstas son especialmente sensibles y es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados. El aumento de mecanismos de QoS como prioridad en las colas, reserva de ancho de banda o enlaces de mayor velocidad (1000Mb Ethernet, E3/T3) pueden reducir los problemas del jitter en un futuro aunque seguirá siendo un problema por bastante tiempo.

(⁴) Retardo, Causas y soluciones. <http://es.wikipedia.org/wiki/Retardo>

En TCP/IP los paquetes no llegan a su destino en un orden y a una velocidad constante. Debido a que el audio tiene una velocidad constante existen los jitter buffer, éstos pueden manejar unos 300 milisegundos y controlar esta variación para que el audio se escuche a velocidad constante, si la llegada de paquetes es demasiado desigual el buffer no la alcanza a controlar y perderá los paquetes, deteriorando la calidad de la voz.

Un ejemplo se muestra en la Figura II.05, Los paquetes A y B llegan al destino cada 50 milisegundos pero el paquete C tarda 90 milisegundos, 40 milisegundos más de retardo que los dos paquetes anteriores lo que provoca un jitter de 40 milisegundos.

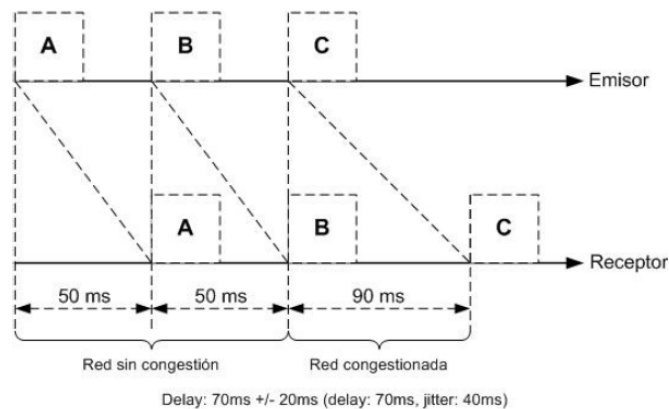


Figura II.05. Ejemplo de una transmisión con Jitter

Causas:

El jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a la conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se divide en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino.

Posible solución:

La solución más ampliamente adoptada es la utilización del jitter buffer, consiste básicamente en asignar una pequeña cola o almacén para ir recibiendo los paquetes y sirviéndolos con un pequeño retraso.

(⁵) JITTER, Causas, soluciones y valores recomendados, http://www.VoIPforo.com/QoS/QoS_Jitter.php

Si algún paquete no está en el buffer (se perdió o no ha llegado todavía) cuando sea necesario se descarta. Normalmente en los teléfonos IP (hardware y software) se pueden modificar los buffers. Un aumento del buffer implica menos pérdida de paquetes pero más retraso. Una disminución implica menos retardo pero más pérdida de paquetes.

c. Pérdida de paquetes

Causas:

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor ⁶.

Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

Posibles Soluciones:

Para evitar la pérdida de paquetes existe una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad ésta es no transmitir los silencios. Gran parte de las conversaciones están llenas de momentos de silencio. Si solo se transmite cuando haya información audible se libera bastante los enlaces y se evita fenómenos de congestión. De todos modos este fenómeno puede estar también bastante relacionado con el jitter y el jitter buffer.

(⁶) PERDIDA DE PAQUETES, Causas, soluciones, interpretación,
http://www.voipforo.com/QoS/QoS_PacketLoss.php

d. Ancho de Banda

Es la cantidad de información o de datos que se envían a través de una conexión de red en un período de tiempo determinado. El ancho de banda está dado generalmente en bites por segundo (bps), kilobites por segundo (kbps), megabites por segundo (mbps), o gigabites por segundo (gbps).

2.1.13. AP (ACCESS POINT, PUNTO DE ACCESO)

Es un dispositivo que conecta dispositivos de comunicación inalámbrica entre sí para formar una red inalámbrica. Los puntos de acceso inalámbrico crean un puente entre la red cableada y la red inalámbrica con lo cual se puede compartir recursos de la red además del internet. Se le puede considerar como la antena a la que se va a conectar.

Ventajas:

- Debido a que no se necesita cableado la instalación es flexible.
- La conexión al AP se puede proteger con una clave de acceso, impidiendo la piratería.
- El usuario en tiempo real captura datos y accede a la información, permitiendo movilizarse por toda el área de cobertura.

2.2. ESTANDAR IEEE 802.11e

El estándar IEEE 802.11e es una propuesta que define los mecanismos utilizados en una WLAN para proporcionar QoS a aplicaciones en tiempo real como voz y vídeo. En este nuevo estándar, se hace una distinción entre aquellas estaciones que no utilizan los servicios QoS, que se denominan nQSTA, y aquellas que si los utilizan, llamadas QSTA. Para proporcionar soporte QoS, en IEEE 802.11e se introduce una tercera función de coordinación, llamada HCF (Hybrid Coordination Function). HCF incorpora

dos nuevos mecanismos de acceso al canal: EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) y HCCA (HCF Controlled Channel Access).

La principal característica de HCF es la definición de cuatro categorías de acceso (AC) y de ocho traffic stream (TS) a nivel MAC. Cuando un paquete procedente de las capas superiores llega a la capa MAC, es etiquetado con un identificador de prioridad de usuario (TID) acorde con sus necesidades de QoS. Este identificador puede tomar valores de 0 a 15. Si el TID del paquete tiene valores de 0 a 7, es mapeado con respecto a las cuatro AC, usando el método EDCA para acceder al canal. Si por el contrario el identificador TID tiene valores de 8 a 15, usará la función HCCA para acceder al medio, quedando almacenado el paquete en la cola de TS correspondiente a su TID. Otra característica incluida en este nuevo estándar es el concepto de TXOP (Transmisión Opportunity), que es un intervalo de tiempo en el cual la estación que lo posee tiene permiso para enviar sus tramas.

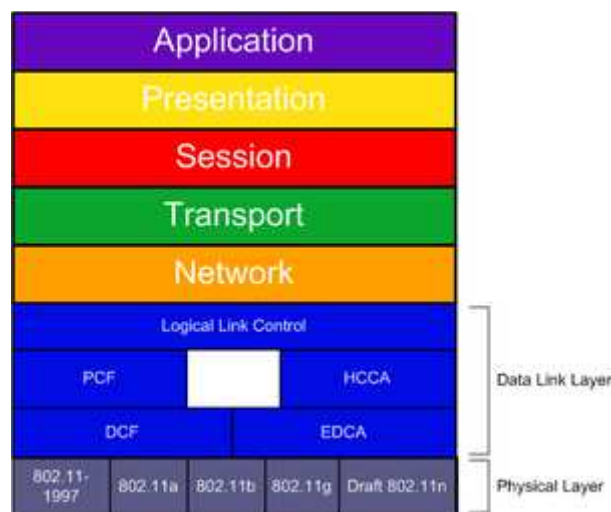


Figura II.06. Diagrama del modelo OSI, con las modificaciones introducidas para la norma 802.11e la enmienda.

2.2.1. EDCA (Enhanced Distributed Channel Access, Función Mejorada de Distribución de Acceso al Canal)

Está basado en prioridad y diferenciación basada en CW. Proporciona acceso diferenciado DCF al medio inalámbrico para ocho clases de tráfico o, UPs (User Priorities, Prioridades de usuario).

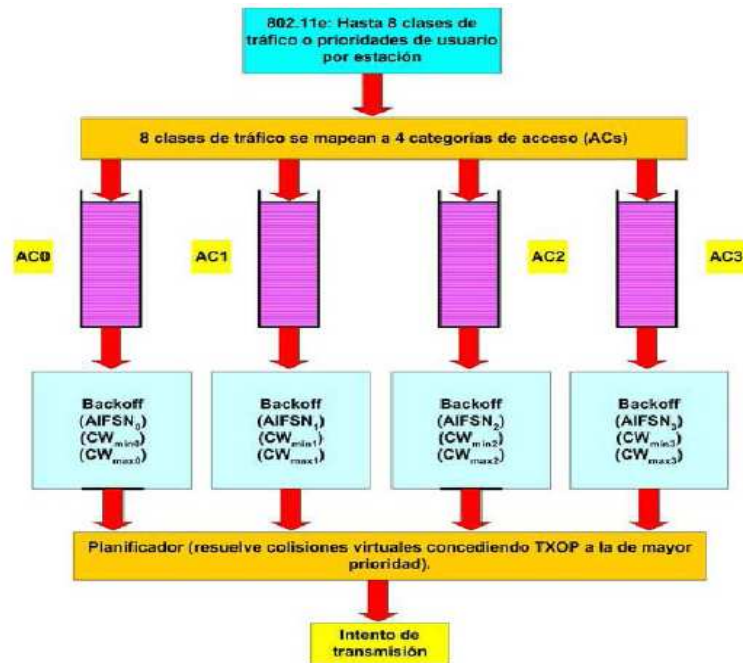


Figura II.07. Descripción del Proceso EDCA

Cada estación tendrá cuatro colas o ACs (Access Categories, Categorías de acceso) para poder implementar las ocho clases de tráfico que han sido definidas donde una AC es una variante mejorada de DCF con un encolamiento FIFO (Este el tipo más sencillo de encolamiento y se basa en el concepto de que el primer paquete en entrar a la interfaz, es el primero en salir. Es adecuado para interfaces de alta velocidad, sin embargo, no para bajas, ya que FIFO es capaz de manejar cantidades limitadas de ráfagas de datos. Si llegan más paquetes cuando la cola está llena, éstos son descartados. No tiene mecanismos de diferenciación de paquetes. Si se llenan, los buffers empiezan a descartar paquetes (tail-drop). Y esto lo hace con todos los paquetes sin importar la prioridad de los mismos. Al arribar los paquetes de un flujo en particular, la cola puede estar vacía, con lo cual

se reenviarán rápidamente, prácticamente sin delay, o puede estar casi llena lo que provocará que tengan que esperar un tiempo mayor para ser retransmitidos. Esto puede introducir variación en el jitter de la conexión).

CLASES DE TRÁFICO o PRIORIDAD DE USUARIO	COLAS o CATEGORIA DE ACCESO	DESCRIPCION 802.11e
1	AC_BK	Background
2	AC_BK	Background
0	AC_BE	Best Effort
3	AC_BE	Best Effort
4	AC_VI	Video
5	AC_VI	Video
6	AC_VO	Voz
7	AC_VO	Voz

Fuente: Estimación de capacidad en una red IEEE 802.11e para entornos outdoor multicelda

Elaborado por: Estudiantes miembros de la IEEE

Figura II.08. Prioridad de usuario y Categorías de Acceso

Por este motivo, una o más clases de tráfico están asignadas a una misma cola AC. El número de ACs es inferior al de clases de tráfico para reducir la complejidad (contienda por el acceso al medio), teniendo en cuenta que resulta muy poco probable que ocho aplicaciones quieran transmitir tramas simultáneamente.

Para que una AC, con una mayor prioridad, obtenga acceso al medio con anterioridad a las demás ACs, con menor prioridad, se le asigna un tiempo de backoff menor, lo que implica que la AC con mayor prioridad tenga que esperar menos tiempo. Esto se hace seteando los valores de los parámetros, específicos para cada AC, $CW_{min}[AC]$ y $CW_{max}[AC]$ que no son fijos como en DCF sino que son variables. Estos valores, que definen el rango del cual se obtiene el $CW[AC]$, son menores cuando mas prioritaria es

la AC. Además, para lograr una mayor diferenciación entre las distintas ACs se introducen diferentes espacios llamados IFS (Interframe space, Espacio entre tramas). En lugar de DIFS (DCF Inter Frame Space, Espacio entre tramas DCF) se utiliza un nuevo IFS llamado AIFS (Arbitration Inter Frame Space, Espacio entre tramas arbitrario), específico para AC, que indica el tiempo que debe esperar esa AC antes de intentar transmitir o empezar el algoritmo de backoff.

La siguiente fórmula define el valor de AIFS:

$$\mathbf{AIFS[AC] = AIFSN[AC] \times T slot + SIFS,}$$

Donde AIFSN (Arbitration Inter Frame Space Number, Número arbitrario de espacio entre tramas) toma el valor de 1 o 2, $Tslot$ representa el intervalo de tiempo escogido por la capa física y SIFS (Short Inter Frame Space, Espacio entre tramas corto) que son espacios entre tramas más cortos.

Cuando en la ecuación $AIFSN = 1$, las colas de alta prioridad AC1, AC2 y AC3 pasan a tener un valor de AIFS igual a PIFS (PCF Inter Frame space, Espacio entre tramas PCF) $PIFS = T slot + SIFS$. En cambio, si en la ecuación $AIFSN = 2$, la cola de baja prioridad AC0 tendrá un valor de AIFS igual a DIFS ($DIFS = 2 \times T slot + SIFS$). Si llega una trama a una cola de AC vacía y el medio permanece inactivo durante un $AIFS [AC] + T slot$, la trama se transmite inmediatamente.

En cambio, si el canal está ocupado, la trama que llegue a la AC deberá de esperar a que el canal se desocupe y después deberá esperar un tiempo $AIFS [AC] + T slot$. Así, la categoría de acceso AC con un valor de AIFS menor tendrá una prioridad mayor.

Además, cada AC tiene diferentes tamaños de ventana de contención. Las ACs que tengan valores menores de CW acostumbrarán a disminuir sus intervalos de backoff y en consecuencia tardarán menos tiempo en acceder al medio. Si los intervalos de backoff de dos ACs en una misma estación expiran a la vez, la trama de la cola más prioritaria es la que conseguirá

acceder con anterioridad al medio. De esta forma se evita una colisión virtual. La estación con una trama que también hubiera colisionado pero que hasta ahora no ha podido transmitir, doblará su CW y entrará en un proceso de backoff.

Por otro lado, se puede mejorar la eficiencia permitiendo que una estación transmita varios paquetes (ráfagas de paquetes) sin necesidad de volver a competir por el acceso al medio siempre y cuando no se exceda un tiempo de operación máximo denominado TXOPLimit que no será mayor al tiempo de transmisión de la trama de duración máxima para que el jitter no aumente excesivamente.

2.2.2. HCCA (Acceso controlado al canal HCF)

Como se menciono anteriormente, 802.11e propone una nueva función llamada HCCA la cual se utiliza para proveer calidad de servicio a las estaciones de un QBSS en modo infraestructura y su principal función es la de proveer oportunidades de transmisión (TXOP) a las QSTA de acuerdo con sus necesidades de tráfico. HCCA hace uso de un punto coordinador llamado Coordinador Hibrido (HC), el cual se coloca por defecto en el AP del QBSS. A diferencia de PCF en el estándar 802.11, HCCA opera durante los periodos CFP y CP. Durante el CFP, las estaciones no pueden competir por el medio ya que su NAV no está activo y por lo tanto el HC tiene la ventaja de acceder al medio libremente. Durante el CP, el HC también puede tener acceso al medio cuando detecte que este libre, esto lo hace utilizando la prioridad EDCA mas alta (AIFS=PIFS, CWmin=CWmax=0) ya que el mínimo tiempo de escucha para acceder al medio del resto de estaciones es el DIFS, el cual es mayor que el PIFS.

El Coordinador Hibrido asigna oportunidades de transmisión a las estaciones, mediante un mecanismo de sondeo mejorado, las cuales pueden ser asignadas a intervalos que se adaptan a la tasa de transferencia y requerimientos de retardo de flujo de tráfico en particular. Para esto el HC de cada QBSS necesita tener un amplio conocimiento de la cantidad de

tráfico acumulado perteneciente a las diversas categorías de tráfico (con diferentes prioridades) y así poder asignar una TXOP adecuada. Esto aumenta la complejidad.

Cabe anotar que al ser aprobado el estándar 802.11e la Alianza Wi-Fi generó una especificación interna llamada Wi-Fi Multimedia (WMM) adoptando únicamente el mecanismo EDCA con el propósito de facilitar la interoperabilidad y garantizar la QoS entre diferentes proveedores de equipos según el tipo de tráfico que exista en la red. Para la clasificación de los paquetes, WMM se basa en cuatro categorías: voz; video; best effort y background; es decir WMM se basa en EDCA.

2.2.3. MODELOS DE SERVICIOS

Si bien es posible encontrarse con variadas técnicas de implementación de QoS, todas ellas tienen en común la clasificación o diferenciación de flujos de tráfico, en grupos llamados clases.

Es probable que la mayoría de la gente, cuando se les habla de calidad de servicio, piense en clases de servicio diferenciadas, en conjunto quizá con algunos mecanismos para proveer políticas de tráfico o control de admisión. La palabra clave en este tema es la diferenciación, debido a que antes de poder otorgar calidad de servicio a un cliente en particular, aplicación o protocolo, es necesario clasificar el tráfico en clases y determinar la forma en que serán manejadas estas clases de tráfico a medida que circulan por la red. Durante los últimos años han surgido variados métodos para establecer QoS en equipamientos de redes.

Algoritmos avanzados de manejo de cola, modeladores de tráfico (traffic shaping), y mecanismos de filtrado mediante listas de acceso (access-list), han hecho que el proceso de elegir una estrategia de QoS sea más delicado. Cada red puede tomar ventaja de distintos aspectos en implementaciones de QoS para obtener una mayor eficiencia, ya sea para redes de pequeñas corporaciones, empresas o proveedores de servicios de Internet.

(⁷) TORRES AGUILERA, Alejandro. Factores que Afectan la Calidad de la VoIP, <http://atorresa.spaces.live.com/blog/cns!95CE28337639F962!177.entry>

Existen tres modelos en los que se divide el despliegue de calidad de servicio:

a. SERVICIO DE MEJOR ESFUERZO.

Se le llama servicio de mejor esfuerzo al que la red provee cuando hace todo lo posible para intentar entregar el paquete a su destino, donde no hay garantía de que esto ocurra. Una aplicación enviará datos en cualquier cantidad, cuando lo necesite, sin pedir permiso o notificar a la red. Éste es el modelo utilizado por las aplicaciones de Ftp y Http. Obviamente, no es el modelo apropiado para aplicaciones sensibles al retardo o variaciones de ancho de banda, las cuales necesitan de un tratamiento especial.

b. SERVICIOS INTEGRADOS: INTSERV

El modelo de servicios integrados propone una solución para el soporte de calidad de servicio extremo a extremo basado en la pre reserva de recursos en los diferentes equipos de conmutación que componen el trayecto que seguirá información en la comunicación.

Con este modelo de trabajo se pretende ofrecer soporte para un funcionamiento adecuado de aplicaciones con requisitos de tiempo real.

Este modelo implica una mejora sobre el servicio tradicional de Internet, de forma que permite a las propias aplicaciones especificar los requisitos de calidad de servicio necesarios.

Esta lista de requisitos debe difundirse entre los diferentes elementos de conmutación (routers) por los que se encaminarán los paquetes de determinada aplicación. Estos equipos deben proporcionar mecanismos para el control de la calidad de servicio ofrecida a estos flujos de información, lo que se consigue mediante la reserva de recursos.

El modelo de servicios integrados se basa en la definición de dos elementos, una arquitectura donde los elementos de red permiten reservar recursos de conmutación, y un protocolo que permita a las aplicaciones transmitir sus

requisitos a estos elementos de conmutación, se trata del protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol).

De esta forma cuando una aplicación desea comenzar una comunicación debe realizar una petición de recursos, esta petición atravesará todos los nodos que formen el trayecto para el flujo de información, y en función de los recursos disponibles será aceptada o rechazada. Este procedimiento se ejemplifica en la figura II.09. De aquí se derivan las dos funciones que debe realizar el modelo de servicios integrados: gestión de recursos, y control de admisión.

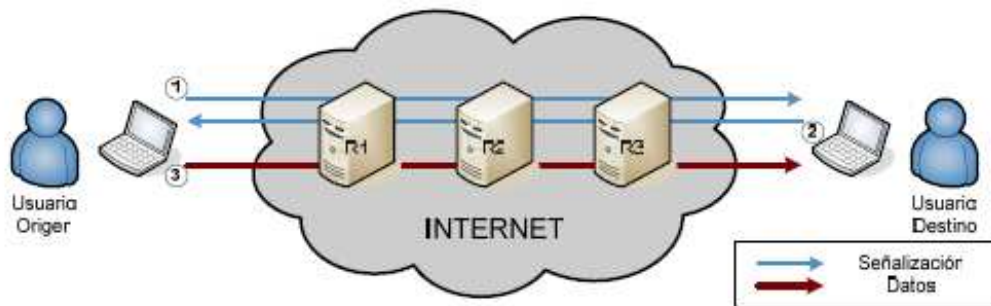


Figura II.09. Esquema de funcionamiento del modelo Intserv

Modelo de tráfico y modelo de servicios

Para poder determinar los recursos que requiere cierta aplicación resulta necesario clasificar los posibles flujos de tráfico. La clasificación se realizará en función de los requisitos que plantea para su correcto funcionamiento: ancho de banda, retardo, variación de retardo. Con respecto a la dependencia del retardo se distingue entre:

- **Tráfico elástico:** se corresponde con aquellas aplicaciones donde el retardo que sufren las diferentes tramas entre fuente y destino no afecta de forma substancial al servicio ofrecido al usuario. Ejemplos de este tráfico sería el generado por aplicaciones como navegación web, correo electrónico, descarga ftp,...
- **Tráfico inelástico:** se corresponde con aquellas aplicaciones muy sensibles al retardo sufrido por las tramas. Además requieren un

ancho de banda mínimo para poder ofrecer el servicio sin que el usuario perciba deficiencias en el mismo. Algunos ejemplos de este tráfico serían el generado por aplicaciones de audio-conferencia, video bajo demanda,...

- Por otro lado, resulta necesario definir un conjunto de servicios dentro del modelo Intserv con diferentes características en cuanto a calidad de servicio ofrecida, y que permita ofrecer diferentes niveles en función de las necesidades de las aplicaciones.
- **Servicio garantizado:** permite reservar un caudal mínimo extremo a extremo así como limitar el retardo máximo que sufrirán las tramas en su trayecto. Para lograr este propósito es necesario que los nodos de conmutación intermedios hagan una reserva de los recursos necesarios, de forma que las reservas individuales aseguren los requisitos extremos a extremo. La implementación de este servicio se realiza a través de un protocolo de reserva, como puede ser RSVP, que transmite los requisitos de la aplicación al módulo de Control de Admisión.
- **Servicio de carga controlada:** ofrece unas prestaciones similares a las que obtendríamos en una red best-effort tradicional, cuando la misma no está congestionada. Al igual que con el servicio garantizado, la aplicación realiza una petición al Control de Admisión indicando una estimación de los recursos requeridos. El servicio de carga controlada ofrece una transmisión con una probabilidad de error limitada apoyándose en un reparto estadístico de los recursos de red. El uso de este servicio está especialmente aconsejado para aplicaciones adaptativas.
- **Servicio best-effort:** utilizado cuando la petición de recursos ha sido rechazada debido a la falta de recursos disponibles en la red. Ofrece prestaciones similares a una red tradicional, donde no existen nodos Intserv. Si se desea utilizar directamente este servicio, no resulta necesario hacer una petición a diferencia de los servicios anteriores. Este servicio resulta adecuado para aplicaciones con tráfico elástico.

Arquitectura Intserv

Según se ha descrito, la arquitectura de una red Intserv estará formada por nodos que soportan todas las funciones descritas por el modelo de servicios integrados. En la figura II.10. Podemos ver el esquema de un nodo Intserv formado por diferentes módulos.

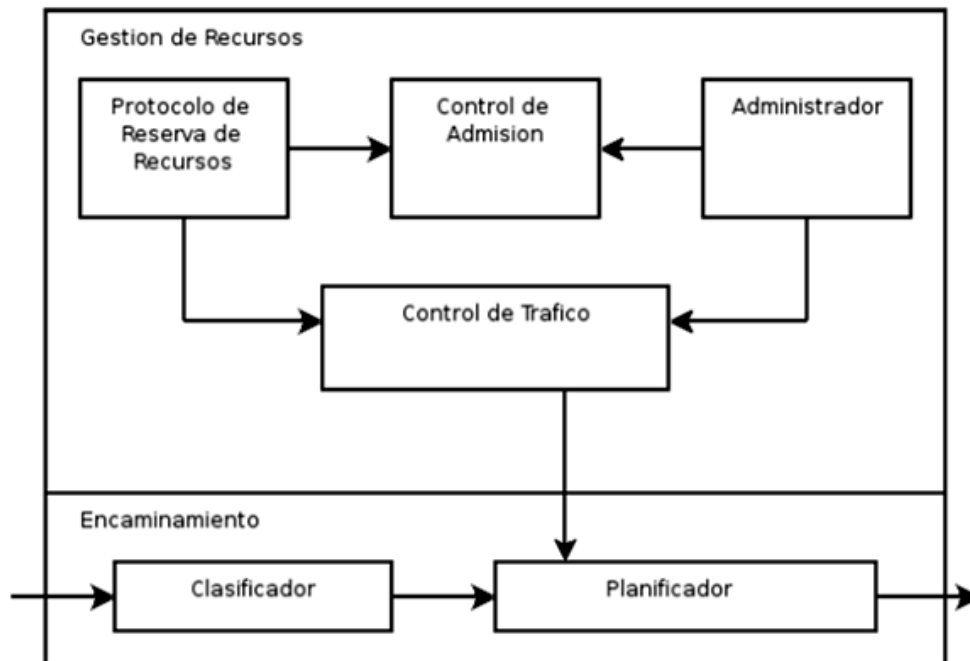


Figura II.10. Esquema de funciones internas de nodo Intserv

El encaminamiento de las tramas se realiza a través del clasificador y planificador. La gestión de recursos se lleva a cabo en el Control de Admisión, Protocolo de reservas y Administrador. Describamos la funcionalidad que debe soportar cada uno de estos módulos:

- **Control de admisión:** se trata del algoritmo encargado de decidir si una nueva petición puede ser aceptada en función de los recursos disponibles en el nodo y los solicitados por la aplicación.

- **Administrador:** permite establecer diferentes políticas a través de la configuración adecuada del control de admisión, clasificador y planificador.
- **Protocolo de reserva de recursos:** será el módulo encargado de recibir y retransmitir los mensajes de reserva de recursos que generan las aplicaciones. Recordemos que este mensaje atravesará cada nodo en el trayecto de la información, determinando la disponibilidad de los recursos solicitados.
- **Clasificador:** se encarga de asignar la clase apropiada a cada trama recibida en función de las tablas de clasificación que almacena.
- **Planificador:** a través de un conjunto de colas de salida y contadores gestiona el reenvío de tramas. La configuración adecuada de los diferentes parámetros de encolamiento permitirá un reparto de recursos acorde a las reservas realizadas. Los módulos de gestión serán los encargados de proveer una configuración acorde a la política de la red Intserv. Finalmente el planificador estará encargado de conformar el tráfico de salida en función de las reservas realizadas.

Inconvenientes del modelo Intserv

Para terminar esta descripción del modelo de servicios integrados es necesario resaltar los problemas derivados del modelo de reserva de recursos por flujo ⁷. Como ya hemos descrito el modelo Intserv implica una reserva individual de recursos por cada flujo de información. La gran cantidad de usuarios que componen una red, así como el elevado número de flujos que puede generar cada usuario provoca que existan graves problemas de escalabilidad en el núcleo de la red.

(⁷) Servicios Integrados,

<http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/QoS/IntServ2%20Modelos%20de%20Servicio.pdf>

Debemos tener en cuenta que cada nodo de conmutación tendrá que almacenar un listado de todos los flujos activos y los correspondientes recursos asignados. Por otro lado estas reservas son temporales (soft-state) de manera que deben ser renovadas cada cierto tiempo.

Estos factores provocan que el modelo Intserv sea difícilmente implementable en una red de dimensiones considerables.

Por otro lado las propiedades intrínsecas de las redes inalámbricas, caracterizadas principalmente por la dependencia de un medio especialmente variable, provocan que un modelo como el propuesto por servicios integrados no resulte adecuado.

c. SERVICIOS DIFERENCIADOS: DIFFSERV

El modelo de servicios diferenciados propone una solución para el soporte de calidad de servicio basado en la priorización de clases de tráfico. Al igual que el modelo de servicios integrados, la provisión de calidad de servicio se realiza a través de una reserva de recursos en los nodos intermedios, pero en este caso las pre reservas se realizan por agregados de tráfico, en lugar de por flujos.

Esta pre reserva de recursos es una labor de la administración de la red, es decir, las aplicaciones no realizan ninguna petición de recursos. Simplemente deberán marcar el tráfico que generen adecuadamente para que reciba un tratamiento específico en función de la clase a la que pertenezca.

Arquitectura del modelo de servicios diferenciados

El modelo de servicios diferenciados define un dominio Diffserv donde aparecen equipos de conmutación que se pueden dividir en nodos frontera y nodos interiores.

- **Nodos interiores (CR – Core Routers):** se trata de los nodos que forman el núcleo de la red. Sus funciones se limitan a proporcionar un sistema de encolamiento que permita ofrecer diferentes tratamientos a los agregados de tráfico en función de sus requisitos preestablecidos.
- **Nodos frontera (ER – Egress Routers):** son aquellos que se encuentran en los límites del dominio y presentan algún interfaz con un nodo fuera del dominio Diffserv o con una red de acceso. Deben implementar las funciones descritas para los nodos interiores y adicionalmente deben encargarse de las funciones de clasificación y acondicionamiento de tráfico, de forma que todo el tráfico que entre en un dominio Diffserv cumpla una serie de requisitos.

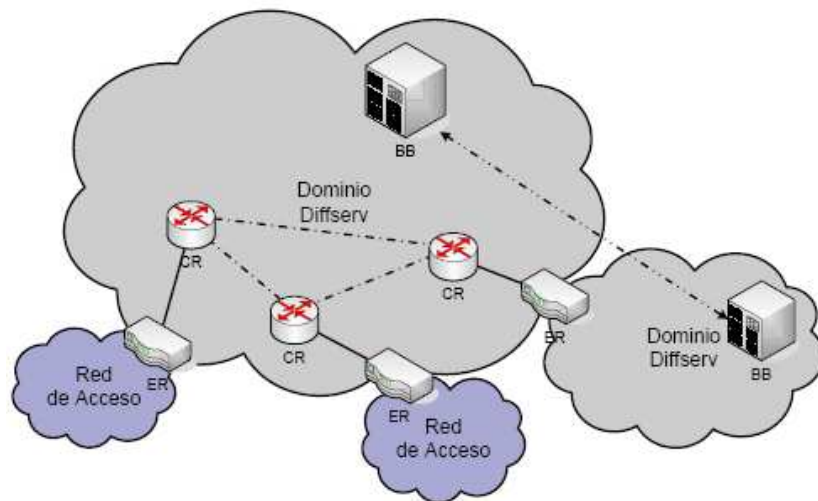


Figura II.11. Elementos que conforman un dominio Diffserv

Para la identificación de los diferentes agregados de tráfico se define un código llamado DSCP (Diffserv Code Point) definido en [Nichols1998]. Esta información se mapeará en el campo TOS (Type of Service) en el caso de utilizar IPv4, y en el campo Traffic Class cuando usemos IPv6. En la figura II.12. Podemos ver el aspecto de este campo.

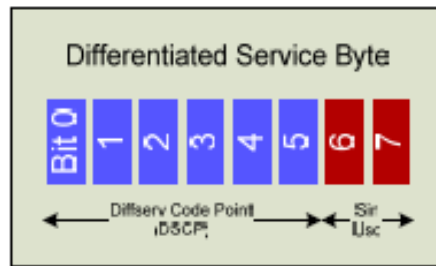


Figura II.12. Campo de identificación Diffserv

Los dos últimos bits del código DSCP no están en uso actualmente para mantener la compatibilidad con el campo TOS de IPv4. Los 6 bits restantes se utilizan para identificar el agregado al que pertenece cada paquete, de forma que los routers que pertenecen al dominio Diffserv pueden aplicar el tratamiento correspondiente, es lo que se conoce como Comportamiento por salto (PHB - Per Hop Behaviour).

Los comportamientos por saltos, o PHB, definen un conjunto de condiciones para el tratamiento de tráfico según se describe en [Blake1998]. La aplicación de estos perfiles de comportamiento en todos los nodos del dominio Diffserv permitirá que los diferentes agregados reciban más o menos recursos según como hayan sido etiquetados.

Existen tres perfiles PHB definidos en el modelo Diffserv:

- **Expedited Forwarding (EF):** se trata de aquellos flujos de tráfico que requieran un caudal mínimo asegurado, así como un retardo limitado y una variación de retardo máxima determinada. Este perfil se ajusta a aplicaciones para tráfico en tiempo real, como puede ser audio/video conferencia, o descarga de video bajo demanda.

El perfil PHB EF aparece descrito por primera vez en [Jacobson1999], aunque en la actualidad ha sido actualizado y reemplazado por [Davie2002]. En este nuevo documento la descripción del perfil se realiza con un mayor formalismo matemático del comportamiento.

El perfil PHB EF está identificado por el código DSCP: 101110.

- **Asured Forwarding (AF):** indicado para flujos de tráfico con menores requisitos que los indicados para EF, ya que no es posible indicar requisitos temporales para estos flujos (retardo/jitter). Este perfil define cuatro tipos de clases diferentes en función de los recursos reservados a las mismas. De forma que un nodo Diffserv debe reservar ciertos recursos para el encolamiento adecuado de este tráfico.

Dentro de cada clase definida en AF se establecen tres prioridades de descarte. De forma que el perfil AF define un conjunto de 12 posibles servicios. Si identificamos cada servicio con dos subíndices AF_{xy}, la variable x representaría la clase, mientras que la variable y identificaría la prioridad de descarte.

Este perfil resulta muy adecuado para la implementación de los servicios olímpicos, donde se puede asignar a cada agregado de tráfico la clasificación de oro, plata o bronce, de forma que reciba los recursos correspondientes en cada nodo que atravesase por el dominio Diffserv. El perfil PHB AF correspondiente se identifica mediante los códigos DSCP descritos en la figura II.13.

<i>Prioridad de descarte</i>	<i>Clase #1</i>	<i>Clase #2</i>	<i>Clase #3</i>	<i>Clase #4</i>
Baja	001010	010010	011010	100010
Media	001100	010100	011100	100100
Alta	001110	010110	011110	100110

Figura II.13. Códigos DSCP para el perfil PHB AF

Un nodo perteneciente a un dominio Diffserv con soporte del perfil PHB AF debe ser capaz de detectar situaciones de congestión, y aplicar descarte de tramas en función de la clase a la que pertenezca el mismo. Típicamente se utiliza una técnica de encolamiento con algoritmo tipo RED (Random Early Detection) para implementar el mecanismo de descarte.

El comportamiento AF especifica que cada clase debe ser tratada de forma independiente, de forma que no es posible agregar las diferentes colas formando nuevos agregados de tráfico. Un nodo Diffserv debe implementar obligatoriamente las tres prioridades de descarte, pero no resulta necesario que implemente las cuatro clases.

- **Best effort (BE):** aunque no pertenece exclusivamente al modelo Diffserv, este perfil se utiliza para el tráfico que no tiene requisitos de calidad de servicio (caudal garantizado o consideraciones temporales). Este perfil es adecuado para aplicaciones que trabajan en background o que no requieren trabajo en tiempo real, por ejemplo, descarga de ficheros ftp, navegación web, etc.

Arquitectura de un nodo Diffserv y funciones

En la figura aparecen las diferentes funciones que deben implementar los routers interiores y frontera que forman el dominio Diffserv.

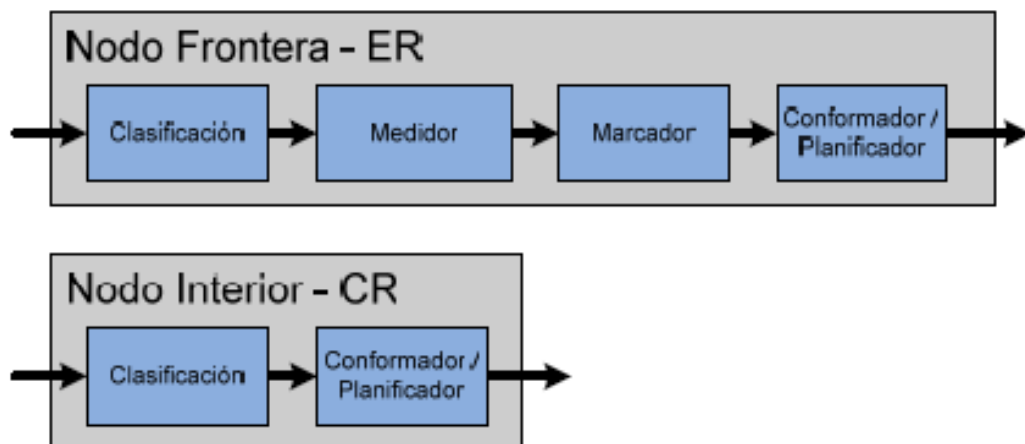


Figura II.14. Funciones de los nodos en un dominio Diffserv

- **Clasificación:** esta función consiste en identificar el perfil PHB al que corresponde un flujo de tráfico. En función de la información

empleada por el clasificador se distinguen distintos tipos de estos. Los clasificadores de agregados son aquellos que utilizan únicamente el código DSCP, mientras que los clasificadores multicampo utilizan más información de diferentes campos disponibles en el paquete (direcciones origen/destino, protocolo,...).

- **Acondicionamiento:** esta función pretende conseguir que el tráfico que ingrese en un dominio Diffserv se ajuste a unas condiciones descritas en el TCA (Traffic Conditioning Agreement). Para realizar la función de acondicionamiento se realizan una serie de subfunciones.
 - *Medidor:* comprueba si el tráfico de entrada se ajusta a un patrón de tráfico determinado, y transmite esta información al resto de módulos implicados para que puedan tomar las medidas necesarias.
 - *Marcador:* se encarga de asignar un código DSCP a los paquetes de entrada, determinando de esta forma el agregado al que pertenecen. Los paquetes de entrada pueden venir previamente marcados o no, y esta información puede influir en la decisión de marcado.
 - *Conformador y descarte:* estas dos funciones se encargan de que el tráfico de entrada se ajuste al TCA. Para ello el conformador implementa un buffer que puede retardar la salida de los paquetes, y en caso de que el buffer se desborde, se produce el descarte de los mismos.

La función de clasificación multicampo, así como el acondicionamiento suele implementarse en los nodos frontera, de esta forma aseguramos que el tráfico existente dentro del dominio Diffserv se ajusta a un TCA. De esta forma los nodos interiores no necesitan implementar estas funciones que podrían ser bastante costosas en el núcleo de red debido a la elevada carga.

De igual forma estas funciones podrían realizarse directamente en los nodos orígenes del tráfico, pero para ello tendríamos que tener una total confianza en los mismos, ya que si se saltasen ambas funciones estarían

introduciendo tráfico en la red descontrolado, lo que podría provocar un funcionamiento incorrecto del modelo Diffserv.

Podemos comprobar que los problemas de escalabilidad que aparecían en el modelo de servicio integrados desaparecen, ya que la agregación de tráfico provoca que las funciones a implementar por los nodos Diffserv no incrementen de forma desorbitada según el número de usuarios y flujos.

Consideraciones adicionales en el modelo Diffserv

Tras analizar el funcionamiento dentro de un dominio Diffserv podemos extraer ciertos resultados interesantes. El tratamiento del tráfico en los nodos ofrece determinadas características de calidad de servicio siempre que el dimensionamiento realizado en los nodos haya sido adecuado. Debemos tener en cuenta que en los nodos se realiza una reserva de recursos para cada clase de tráfico. Si este tráfico no se comporta estadísticamente como habíamos previsto las reservas realizadas podrían ser incorrectas.

Por ejemplo, imaginemos un escenario donde la mayor parte de los usuarios están realizando audio conferencias usando un perfil PHB EF. Mientras que algunos usuarios minoritarios hacen uso del perfil AF11 (AF) para acceder a su correo electrónico. Si las previsiones de tráfico no se hubiesen realizado adecuadamente y las reservas de recursos fueron incorrectas podría suceder que los usuarios con perfil AF recibiesen un mejor tratamiento que aquellos con EF, debido a que este último podría encontrarse saturado.

Para realizar un dimensionamiento adecuado de la red, los proveedores de acceso a Internet (ISP – Internet Service Provider) firman contratos con sus usuarios donde establecen el uso de servicios que realizarán los mismos. De esta forma el usuario se compromete a que su tráfico se ajuste al perfil contratado, y el proveedor se compromete a prestar dicho servicio con una calidad de servicio determinada. Para recoger toda esta información se hace

uso de los SLA (Service Level Agreement), documento donde se recoge toda la información referente al servicio contratado.

Todos los detalles técnicos referentes al SLA se recogen en otro documento denominado SLS (Service Level Specification), donde se indican todos los parámetros y valores que describen el servicio. Para completar el SLA necesitamos cierta información sobre las reglas de clasificación y los perfiles de tráfico, lo cual se especifica en el TCS (Traffic Conditioning Specification)⁷.

La gestión y operación de toda esta información la lleva a cabo un nuevo elemento de red llamado Gestor de Ancho de Banda (Bandwidth Broker) [Escribano2002]. Sus principales funciones serán configurar los nodos que conforman el dominio Diffserv adecuadamente según la información disponible en los SLAs de forma que se aseguren las características de los servicios contratados por los usuarios.

Al mismo tiempo el sistema encargado de la provisión de calidad de servicio debe interactuar con el resto de sistemas que pudieran existir en la arquitectura de red, de forma que se pueda ofrecer una calidad de servicio global.

(⁸) Diferenciación de Servicios,
http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/perfredes/trabajos/trabajos_2003/diffserv/Trabajo%20Final.pdf

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO E HIPOTÉTICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

Por la naturaleza de la investigación se considera que el tipo de estudio que se va a realizar es una investigación ***experimental y correlacional***.

3.1.1. Experimental

Ya que consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

Esta investigación va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, sino está dirigida a responder las causas de los problemas, es decir el interés del estudio se centra en explicar por qué ocurre el fenómeno de interferencia y en qué condiciones se presenta.

3.1.2. Correlacional

En este tipo de investigación se persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores.

Debido a que nuestro estudio contempla como se puede manipular la variable independiente que son los problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e, para afectar la variable dependiente es decir Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estándares Wifi.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Se utilizará para este proyecto los siguientes métodos de investigación:

Método Científico y de Observación: ya que se tendrá que estudiar y detectar ciertos rasgos de los estándares propuestos de tecnologías Wifi.

Método Inductivo: Debido que al observar particularmente los estándares de las tecnologías WLAN se va a llegar a una propuesta que permita solucionar problemas causados por la Calidad de servicio existente en la coexistencia de estos estándares.

Método de Análisis: Ya que para llegar a una propuesta de solución se tendrá que desglosar todos los problemas de Calidad de Servicio que intervienen en la coexistencia entre los estándares WLAN 802.11b,g y el 802.11e, y así asociar una relación causa-efecto para su comprensión.

Métodos Empírico, Experimental, Comparativo y Estadístico: Para complementar procesos que se ejecutarán dentro de la investigación, como es analizar los resultados de los diferentes escenarios para analizarlos estadísticamente y poder llegar a solucionar ciertos problemas.

Se ha realizado las siguientes consideraciones para esta investigación:

- Se plantea la investigación en base a los problemas existentes en la coexistencia de los estándares Wifi 802.11b, g y 802.11e.
- Se trazan los objetivos de la investigación que resolverán el problema de Calidad de Servicio en la coexistencia de redes WLAN concretamente con los estándares 802.11b, g y 802.11e.
- Se justifica los motivos por los cuales se propone realizar la presente investigación.
- Se elabora un marco teórico que ayude a tener una idea general para la realización del trabajo y un horizonte más amplio.
- Se plantea una hipótesis la cual es una posible respuesta al problema planteado y posee una íntima relación entre el problema y el objetivo.
- Se propone la operacionalización de las variables en base a la hipótesis planteada.
- Se realiza la prueba de la hipótesis con los resultados obtenidos.
- Se elabora las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación realizada.

3.3. SISTEMA DE HIPOTESIS

MEJORAR ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES AL ASEGURAR QoS EN UN ESCENARIO MIXTO CON ESTACIONES 802.11b, g Y 802.11e; PERMITIRÁ ALCANZAR LA COEXISTENCIA DE ESTAS TECNOLOGÍAS Y NIVELES DE FIABILIDAD EN LA COMUNICACIÓN.

3.4. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

De acuerdo a la hipótesis planteada se han identificado dos variables:

Variable Independiente:

- Problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e

Variable Dependiente:

- Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estandares Wifi 802.11b,g y 802.11e

3.4.1. OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL

VARIABLE	TIPO	DEFINICION
<i>Problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e</i>	Independiente	Problema causado debido a la diferencia de QoS existente entre cada uno de los estándares Wi-Fi.
<i>Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estandares Wifi 802.11b,g y 802.11e</i>	Dependiente	Capacidades de comunicación inalámbrica mejorada, asegurando que la información intercambiada entre usuarios inalámbricos llegue a su destinatario de una manera más rápida y completa.

Tabla III.II. Operacionalización Conceptual de las variables del proyecto

3.4.2. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
<p>MEJORAR ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS EXISTENTES AL ASEGURAR QoS EN UN ESCENARIO MIXTO CON ESTACIONES 802.11b, g Y 802.11e; PERMITIRÁ ALCANZAR LA COEXISTENCIA DE ESTAS TECNOLOGÍAS Y NIVELES DE FIABILIDAD EN LA COMUNICACIÓN.</p>	<p>Variable Independiente Problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e</p>	<p>Paquetes transmitidos, con y sin QoS</p>	1. Número de paquetes Totales	<p>Iniciativas Intuición Simulación Razonamiento</p>
			2. Paquetes Perdidos	
		<p>Velocidad en la transmisión o trafico Útil</p>	3. Ancho de Banda	
		<p>Tiempo de Transmisión con y sin QoS</p>	4. Retardo en la Transmisión	
	5. Jitter			
	<p>Variable Dependiente Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estándares Wifi 802.11b,g y 802.11e</p>	<p>Paquetes transmitidos</p>	Numero de paquetes perdidos sin trafico de red	<p>Simulaciones Pruebas Analizador de Red, Observer</p>
			Numero de paquetes perdidos	
		<p>Velocidad en la transmisión con QoS</p>	Ancho de Banda sin trafico de red	
			Ancho de Banda con QoS	
		<p>Tiempo de Transmisión con QoS</p>	Retardo sin tráfico en la red	
Total Retardo				
Jitter sin tráfico en la red				
Total Jitter				

TABLA III.III. Operacionalización Metodológica de las variables del proyecto

3.5. POBLACION Y MUESTRA

La población es el conjunto de todos los elementos a ser evaluados y en la presente investigación la conforman los Clientes de redes inalámbricas en la banda de 2.4 Ghz concretamente aquellos que utilizan Wi-Fi 802.11**b,g** y dispositivos que soportan QoS es decir que utilizan el Wi-Fi 802.11e

De esta población se seleccionó una muestra no probabilística esta es una red inalámbrica de prueba, que se construyó para tomar los datos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

3.6. PROCEDIMIENTOS GENERALES

Se ha procedido a detallar los métodos utilizados en la presente investigación:

METODO: Comparativo – experimental

TECNICAS: Experimentos y pruebas

INSTRUMENTOS: Analizador de Red Inalámbrica (Observer) y Analizador de Protocolos (wireshark)

3.7. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

3.7.1. INSTRUMENTOS DE HARDWARE

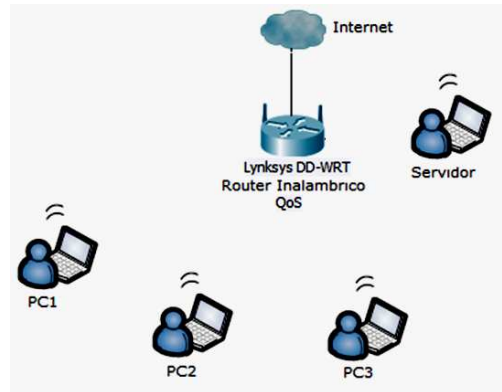


Figura III.15. Escenario de Pruebas (Hardware)

El esquema muestra el escenario para las pruebas compuesto por:

- Una Computadora con Tarjeta de red inalámbrica (Servidor) y tres Laptops con tarjetas de red inalámbricas
- Router Cisco Linksys DD-WRT v12.4

Ya que este es un equipo en el que se puede codificar calidad de servicio para el envío de los paquetes a la red.

3.7.2. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

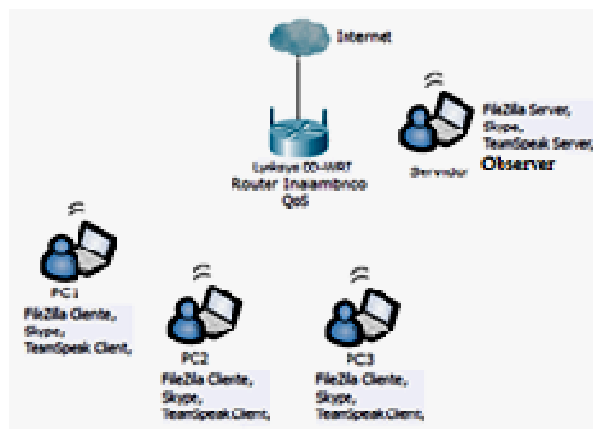


Figura III.16. Escenario de pruebas (Software)

El esquema muestra el escenario para las pruebas compuesto por:

a. Analizadores de Paquetes

- Observer
- Wireshark (Ethereal Network Protocol Analyzer)

b. Servidores

- Xampp
- FileZilla Server
- Skype
- TeamSpeak Server

c. Clientes

- Mozilla Firefox
- FileZilla Client
- Skype
- TeamSpeak Client

3.8. VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS

La validez de los instrumentos depende del grado en que se mide el dominio específico de las variables que intervienen en la investigación. Todo instrumento aplicado debe tener como característica fundamental: la validez y la confiabilidad. La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

Como analizador de paquetes, para medir el Ancho de Banda, el retardo y la pérdida de los mismos, utilizaremos el **Observer**, ya que es uno de los analizadores de paquetes más completos y amigable con el usuario, según el Foro del Web (<http://www.integracion-de-sistemas.com/analisis-y-monitoreo-de-redes/index.html>); y de complemento al Observer por su fácil manejo, por

su compatibilidad, y fácil de aprender y realizar rutinas sencillas el **Wireshark**, según el Foro Neoteo (<http://www.neoteo.com/wireshark-analisis-de-protocolos-de-red-15483.neo>).

Además a continuación se detalla porque se utilizaron los programas para la simulación del tráfico de la red:

FileZilla

Este es un software fácil de manejar, de administrar sitios, vista de archivos, entre otras características que ayudan a la simulación de tráfico FTP sin la necesidad de Internet; gracias al Foro del Web (<http://www.forsdelweb.com/f57/servidor-ftp-filezilla-446232/>)

Skype

Este es un software para realizar llamadas sobre Internet de forma gratuita. Además se puede tener video llamadas, mensajería instantánea, entre otros.

La interfaz de Skype es muy parecida a otros softwares de mensajería instantánea tales como Windows Live Messenger o Yahoo! Messenger, en mejor calidad, y de igual forma que en éstos es posible entablar una conversación de mensajes instantáneos con los usuarios del mismo software; esto nos dice el Blogs Skype (http://blogs.skype.com/es/2006/12/nuevo_foros_de_skype_en_espano.html).

TeamSpeak

Es considerado uno de los mejor softwares para soportar Voz sobre IP (VoIP), permite a los usuarios hablar en un canal de chat con otros usuarios, tal como se hace en una conferencia via llamada telefónica tradicional en alta calidad evitando que las llamadas se corten; gracias a la página de Foro Prysmax (<http://www.prysmax.com/forum/day-defeat-source/6164-guia-de-team-speak-comunicacion-entre-players.html>).

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La forma principal para estimar la calidad de servicio es detectando los problemas que puedan existir en la misma, como puede ser el retardo, jitter, perdida de paquetes y ancho de banda; por estos motivos en las mejores

condiciones estos parámetros deberían ser los mejores en una transferencia de información; en una transmisión de voz y video para que esta sea de la mejor calidad posible se debería tener un mínimo retardo y jitter, y un mayor ancho de banda, lo que garantiza que estos procesos en tiempo real sean de la mejor calidad posible. Para lo cual en una primera instancia para la evaluación se usará un ambiente wifi sin QoS, y para el segundo ambiente se usará también dispositivos Wifi configurando QoS en el router.

Los métodos a utilizar para medir el tráfico por la red tanto en sin calidad o con calidad de servicio incluyen el cálculo de jitter, pérdida de paquetes, ancho de banda y retardo existente entre un emisor y un receptor. Estas son las medidas que se utilizaron para realizar una mejor comparación al momento de dar la solución a los problemas de calidad de servicio que pueda existir.

4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Se realizó un análisis tomando en cuenta cada uno de los indicadores de las variables dependiente e independiente y a su vez se consideró cada uno de los índices que conforman cada indicador. Para cuantificar cada uno de los indicadores se utilizó una media ponderada de sus respectivos índices.

Para la cuantificación de cada índice se utilizó un nivel de medición de valores que van bajando desde 100 % conforme los valores sigan bajando desde el valor máximo de acuerdo a la aplicabilidad de cada ámbito del índice.

Se asignó pesos a cada uno de los índices que conforman un indicador, resultando de esta manera una calificación total por cada experimento. Se calcula luego porcentaje promedio de los experimentos, para comparar con el porcentaje individual de la Propuesta de la Investigación. Posteriormente para cuantificar las variables dependiente e independiente, se procede a calcular la

media ponderada de sus respectivos Indicadores, fijando ponderaciones repartidas equitativamente de porcentaje total por cada una de las variables.

Entonces para calcular el valor de una variable se la realizó utilizando la fórmula 1:

$$Variable = \sum_{i=1}^n \text{Peso}_i \text{Indicador}_i$$

Para propósitos de comparación se calculó las medias ponderadas de los indicadores tanto de la variable dependiente como de la variable independiente.

4.2. RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE LA RED DE PRUEBA

Para el análisis de la Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estándares 802.11b,g y 802.11e se realizaron varios experimentos con diferentes condiciones y parámetros. Estas pruebas que se exponen en los anexos de esta tesis ayudarán a entender la coexistencia entre estas dos tecnologías o bien entender la magnitud de los problemas de Calidad de Servicio que causan al funcionar conjuntamente.

Para tomar las pruebas sin Calidad de Servicio y también con Calidad de servicio, se consideraron aplicaciones de FTP, voz y voz-video.

Los perfiles son los mismos para los dos escenarios, ya que lo que se desea es medir la mejora que tiene la transmisión de datos en un escenario con calidad de servicio, lo cual se explicará más adelante.

Además de los dos ambientes realizados, se realizó uno más, que se tomó en las mejores condiciones que para nuestro caso es, tomar las mediciones de los datos sin ninguna interferencia, es decir sin nada de tráfico en la red.

4.2.1. AMBIENTE DE SIMULACIÓN

La figura IV.17. Muestra el ambiente de simulación implementado, este ambiente fue configurado como una red inalámbrica tipo Infraestructura, la implementación consiste en una estación portátil conectada a Internet vía un Router inalámbrico, mientras que tres computadoras de escritorio o portátil se conectan a la red Inalámbrica que me da el Router. El router está ubicado aproximadamente a 5 metros de las computadoras

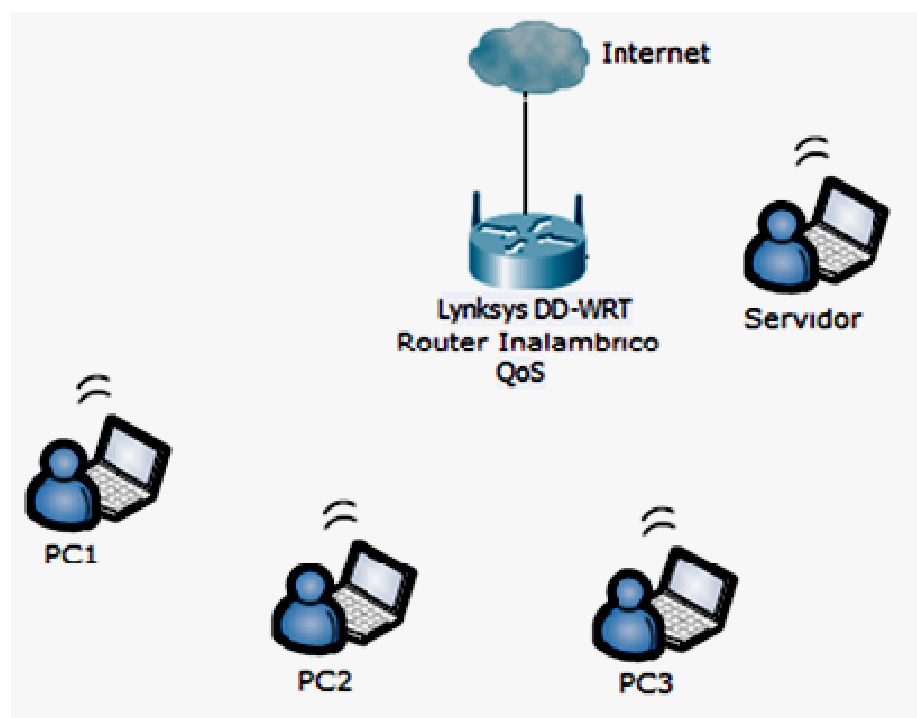


Figura IV.17. Topología y Dispositivos utilizados

Cantidad	Equipo	Descripción
1	Router Inalámbrico	Router Inalámbrico Lynksys DD-WRT, 2,4Ghz
1	Servidor de archivos, de voz, y video-voz	Core II Duo, Intel a 800mhz, con conectividad wifi
1	PC1	Hp pavilion Entertainment con conectividad wifi
1	PC2	Dell Inspirit 1464 con conectividad wifi
1	PC3	COMPAQ, Intel Pentium 4, con conectividad Wifi.

Tabla IV.IV. Detalles Técnicos de los equipos del Ambiente de Simulación

En el ambiente 1 (ver Anexos 1 a 9), analizamos la transmisión de la información Sin Calidad de Servicio, y el trafico de red se mide con el Observer.

En el ambiente 2 (ver Anexos 10 a 18), analizamos la transmisión de la información Con Calidad de Servicio, el trafico de red se mide con el Observer.

En el ambiente 3 (ver Anexos 28 a 36), analizamos la transmisión de la información Con Calidad de Servicio, el trafico de red se mide con el Observer.

La configuración de QoS en el router inalámbrico se la realizo asignando a los procesos un nivel de prioridad a cada uno, además de eso se priorizo también las direcciones IP en las que se quería que el trafico sea mejor; los detalles de la configuración del router se encuentran explicados en el capitulo V.

4.2.2. RESULTADOS DEL AMBIENTE 1

Los resultados obtenidos, presentados a continuación son el análisis de las transmisiones que se realizaron entre el Servidor y la PC1, las demás computadoras simplemente generan trafico a las dos maquinas para saturar la red; lo que sucede en una red Real.

Experimento 1, Transmisión de Datos, FTP

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
26489	95	2009262.5	108,216s	4791.226ms

Tabla IV.V. Datos obtenidos en FTP sin QoS

Experimento 2, Transmisión de Voz

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
16478	3632	155460,5	368.76s	736.749ms

Tabla IV.VI. Datos obtenidos en Voz sin QoS

Experimento 3, Transmisión de Voz-Video

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
14974	1470	325920	90.292s	598.127ms

Tabla IV.VII. Datos obtenidos en Voz y Video sin QoS

4.2.3. RESULTADOS DEL AMBIENTE 2

Los resultados obtenidos, presentados a continuación son el análisis de las transmisiones que se realizaron entre el Servidor y la PC1 configurando en el router inalámbrico la calidad de servicio, las demás computadoras simplemente generan tráfico a las dos máquinas para saturar la red; lo que sucede en una red Real.

Experimento 4, Transmisión de Datos, FTP

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
33408	158	3071302	176.169s	4647.765ms

Tabla IV.VIII. Datos obtenidos en FTP con QoS

Experimento 5, Transmisión de Voz

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
14560	2974	169991,7	259.615s	540.4ms

Tabla IV.IX. Datos obtenidos en Voz con QoS

Experimento 6, Transmisión de Voz-Video

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
10291	195	719721,9	61.839s	562.041ms

Tabla IV.X. Datos obtenidos en Voz y Video con QoS

4.2.4. RESULTADOS DEL AMBIENTE 3

Los resultados obtenidos, presentados a continuación son el análisis de las transmisiones que se realizaron entre el Servidor y la PC1 configurando en el router inalámbrico la calidad de servicio, además de no tener ningún tráfico en la red de transmisión.

Experimento 7, Transmisión de Datos, FTP

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
33975	125	3767766,5	33,77s	100.969ms

Tabla IV.XI. Datos obtenidos en FTP con QoS

Experimento 8, Transmisión de Voz

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
32816	2460	2017464	159,488s	236,233ms

Tabla IV.XII. Datos obtenidos en Voz con QoS

Experimento 9, Transmisión de Voz-Video

Paquetes Totales Transmitidos	Perdida de Paquetes	Ancho de Banda (bytes)	Retardo (segundos)	Jitter (mili segundos)
21300	97	3729549	43,104s	514,781ms

Tabla IV.XIII. Datos obtenidos en Voz y Video con QoS

4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AMBIENTE 1

4.3.1. Variable Independiente

- Problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e

INDICADOR 1: Paquetes transmitidos, con y sin QoS

Primero se debe observar que los paquetes transmitidos van a depender del tipo de transmisión y de la forma en la que se haga. Por lo que lo esperado es transmitir la menor cantidad de paquetes.

INDICE 1: Paquetes Transmitidos

En cuanto respecta al número de paquetes de datos transmitidos podemos realizar una relación entre el ambiente 1 y el ambiente 2 para construir la tabla IV.XIV y el diagrama de la *figura IV.18* y la *figura IV.19*. Cabe decir que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al número menor de paquetes transmitidos.

	Sin QoS	% Sin QoS	Con QoS	% Con QoS
FTP	33975	30,28	33408	30,8
Voz	32816	31,35	14560	70,68
Voz-Video	21300	48,31	10291	100

Tabla IV.XIV. Comparación de paquetes transmitidos en el ambiente 1 y 2

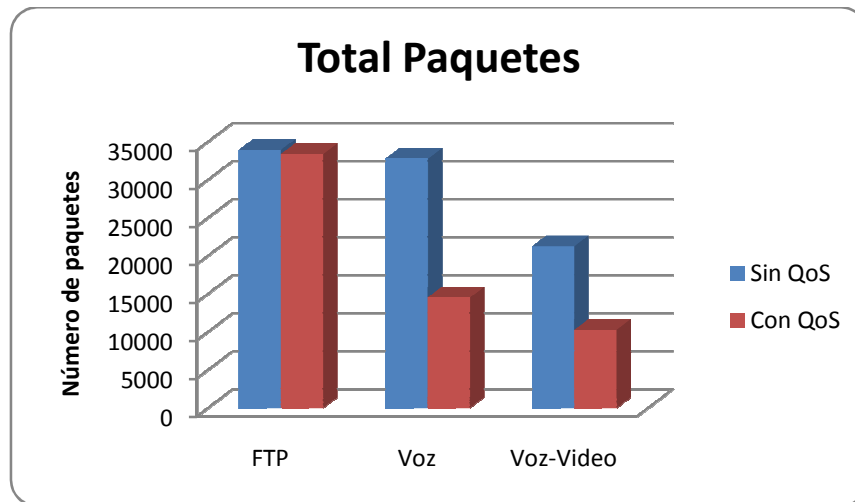


Figura. IV.18. Diagrama de comparación de paquetes transmitidos en el ambiente 1 y 2

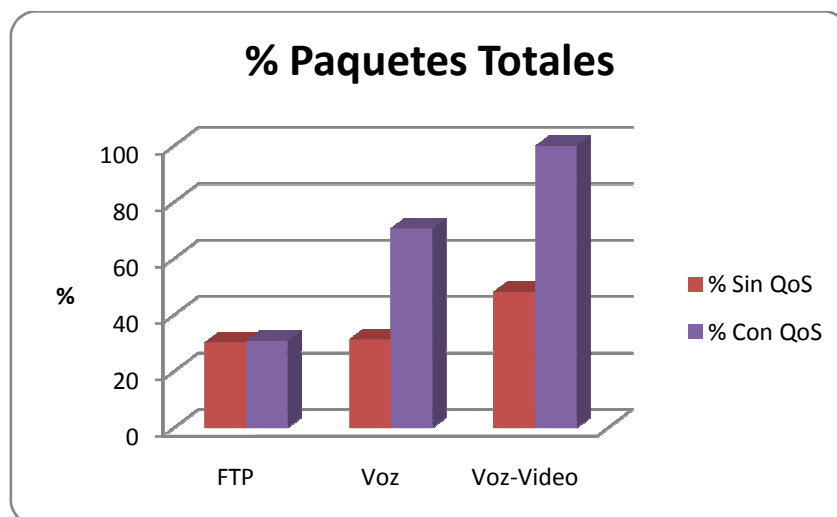


Figura. IV.19. Diagrama de porcentaje de paquetes transmitidos en el ambiente 1 y 2

Interpretación:

Los paquetes transmitidos en los escenarios de prueba, tanto con calidad y sin calidad de servicio para cada uno de los experimentos realizados, son un factor

importante para el análisis, ya que entre menos paquetes se transmita la red se va a congestionar, menos.

Por lo que cuando se transmite menos paquetes se va a tener una mejor disponibilidad de la red, por lo que la figura IV.19 nos muestra notablemente una disminución de la transmisión de paquetes en lo que se refiere a voz y voz-video, que son los parámetros fundamentales a analizar.

Los paquetes de FTP con QoS también disminuyen en una manera mínima, esto se debe a que el tráfico FTP no se priorizó.

INDICE 2: Paquetes Perdidos

Se puede observar que los paquetes perdidos dependen del tipo de transmisión y de la forma en la que se haga la misma. Por lo que lo esperado es tener menos paquetes perdidos en la transmisión.

En cuanto respecta a paquetes perdidos realizamos una relación entre el ambiente 1 y el ambiente 2 para construir la tabla IV.XV y el diagrama de la figura IV.20 y la figura IV.21. Cabe decir que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al número menor de paquetes perdidos.

	Sin QoS	% Sin QoS	Con QoS	% Con QoS
FTP	95	66,31	158	100
Voz	3632	4,35	2974	5,31
Voz y Video	1470	10,74	195	81,03

Tabla IV.XV. Comparación de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2

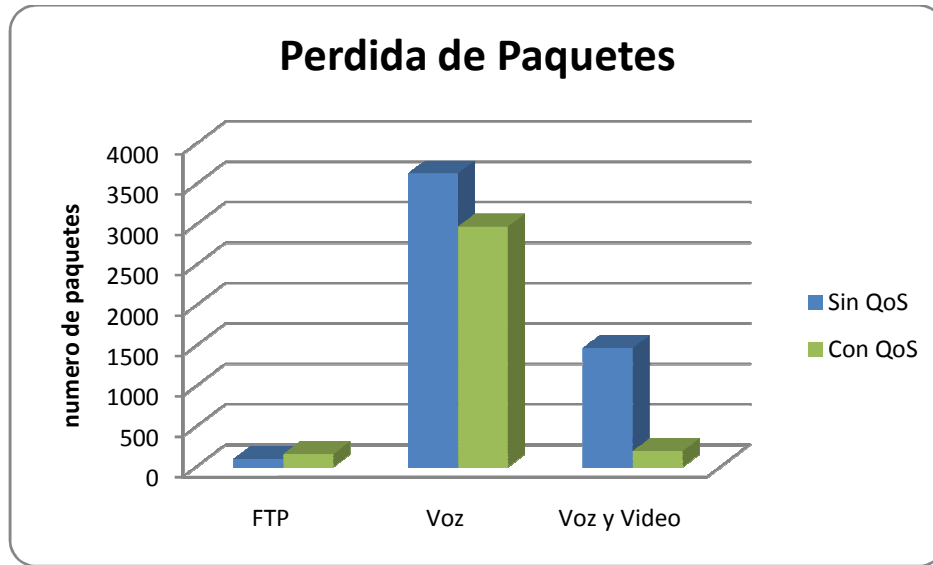


Figura. IV.20. Diagrama de comparación de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2

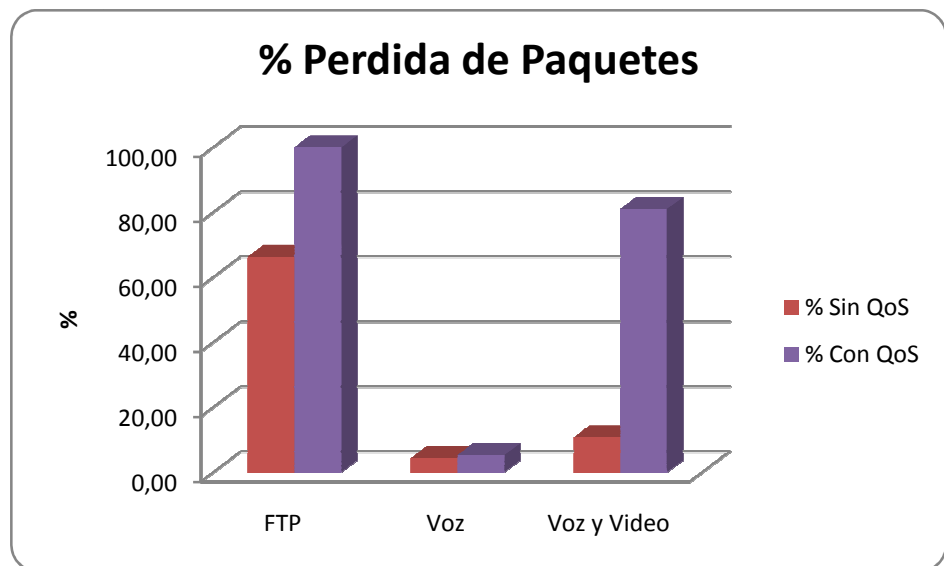


Figura. IV.21. Diagrama de porcentaje de pérdida de paquetes en el ambiente 1 y 2

Interpretación:

En nuestro estudio la pérdida de paquetes debe ser la menor posible mucho más cuando se analiza la transmisión con calidad de servicio.

La pérdida de paquetes en lo que se refiere a FTP con QoS es mayor, esto se debe a que se configuró calidad de servicio priorizando las transmisiones de Video-Voz y Voz, las transmisiones de Datos se dejan en segundo plano, por lo que se demora más la transmisión y la pérdida de paquetes es mayor.

En lo referente a Voz, la pérdida de paquetes es menor, como se explicó anteriormente la calidad de servicio se configuró dándole una prioridad alta a este servicio, es por este motivo que con calidad de servicio se ve una mejora razonable que sin calidad; que es lo que se desea conseguir.

En Voz-Video es más notoria la diferencia de pérdida de paquetes existentes en la transmisión con calidad y sin calidad de servicio; esto es porque en la configuración de calidad de servicio se configuró a las aplicaciones de video-voz una muy alta Prioridad, lo que mejora notablemente este tipo de transmisión, que es lo que en la vida real se desea tener una video llamada casi en tiempo real sin pérdidas.

INDICADOR 2: Velocidad en la transmisión

Primero el ancho de banda depende del tráfico que exista ese momento en la red para asignarle este a un proceso. Por lo que se esperaba es tener mayor ancho de banda para los procesos que así lo requieran en la transmisión.

INDICE 3: Ancho de Banda

Para analizar el ancho de banda realizamos una relación entre el ambiente 1 y el ambiente 2 para construir la tabla IV.XVI y el diagrama de la *figura IV.22* y

la figura IV.23. Cabe mencionar que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al número mayor de ancho de banda.

	Sin QoS	% Sin QoS	Con QoS	% Con QoS
FTP	2009263	65,42	3071302	100
Voz	155460,5	5,06	169992	5,53
Voz-Video	325920	10,61	719722	23,43

Tabla IV.XVI. Comparación de ancho de banda en el ambiente 1 y 2

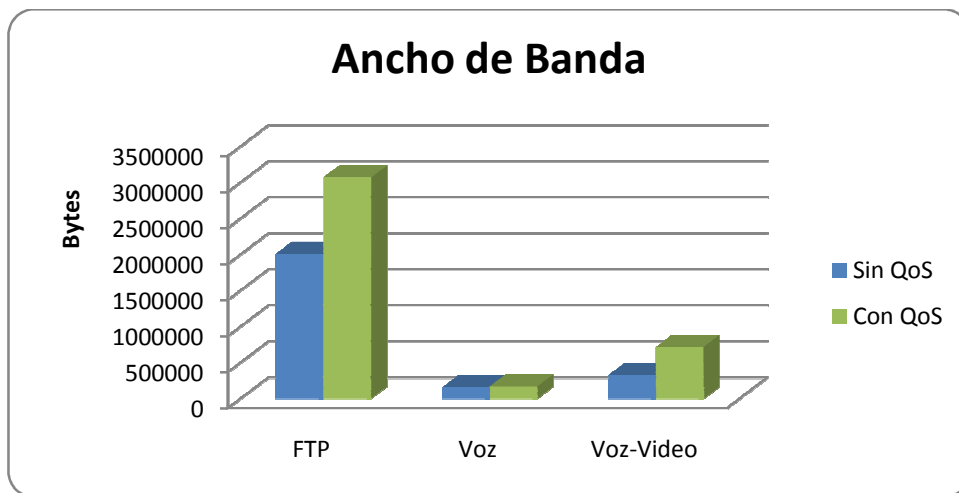


Figura. IV.22. Diagrama de comparación de ancho de banda en el ambiente 1 y 2

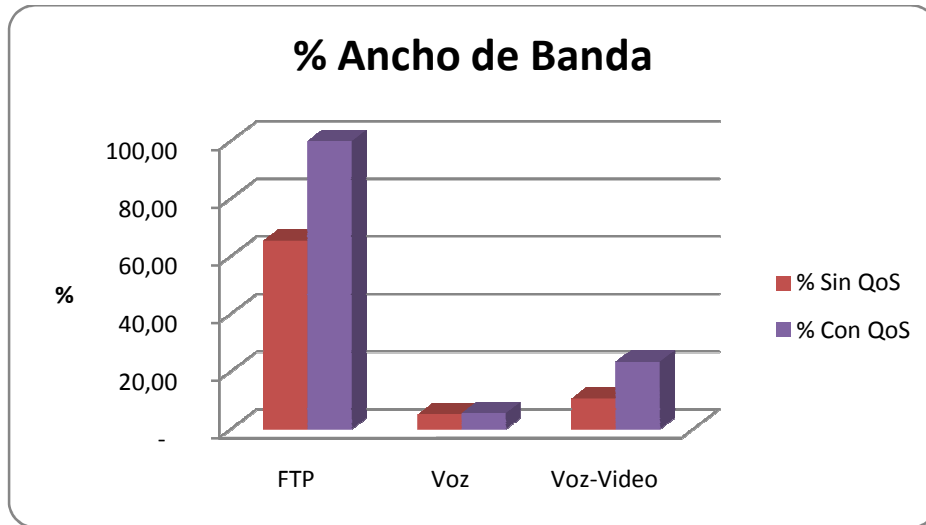


Figura. IV.23. Diagrama de porcentaje de ancho de banda en el ambiente 1 y 2

Interpretación:

El Ancho de Banda es uno de los puntos más importantes para analizar en lo que corresponde a Calidad de Servicio, se considera que en cuanto mayor ancho de banda se le asigne a un proceso, mayor va a ser la transferencia del mismo.

En cuanto se refiere a FTP, el ancho de Banda es mayor, y la diferencia es notable como se observa en las graficas; esto se debe a que cuando se configuró QoS este también recibió un nivel de prioridad (ver Capitulo V), lo cual favorece la transmisión a diferencia de no tener ninguna en Sin QoS.

Los resultados obtenidos en lo que se refiere a voz, nos muestran un leve aumento esto se debe que como lo que se trata es simular una red real, las interferencias y las peticiones de las demás maquinas de la red; por lo que para ver mejora en lo que se refiere a voz, nos centramos en el análisis del

retardo, ya que una buena transmisión de voz o llamada debe ser en tiempo real.

El Ancho de Banda asignado a lo que se refiere a Voz-Video, se observa claramente que es casi el doble con QoS; esto se debe al alto nivel de prioridad que se dio a los procesos de voz-video; este tipo de procesos es diferente, ya que necesita mayor ancho de banda para transmitir los paquetes de video y que estos lleguen al emisor igual que los de voz para que estos procesos tengan una buena presentación tanto en el emisor y el receptor.

INDICADOR 3: Tiempo de Transmisión con y sin QoS

El retardo depende de el tiempo en que se demora un paquete en transmitirse, este se mide en segundos; por lo que para este estudio se desea que el retardo sea el menor posible en la transmisión.

INDICE 4: Retardo

En cuanto respecta a Retardo realizamos una relación entre el ambiente 1 y el ambiente 2 para construir la tabla IV.XVII y el diagrama de la *figura IV.24* y la *figura IV.25*. Cabe decir que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al número menor de retardo.

	Sin QoS	% Sin QoS	Con QoS	% Con QoS
FTP	108,216	57,14	176,169	35,10
Voz	368,760	16,77	259,615	23,82
Voz-Video	90,292	68,49	61,839	100

Tabla IV.XVII. Comparación de retardo en el ambiente 1 y 2

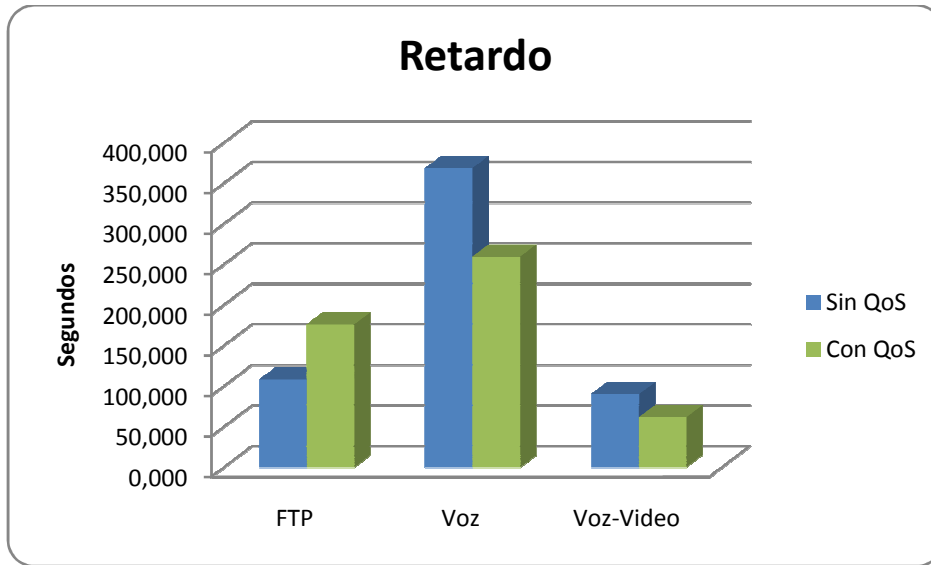


Figura. IV.24. Diagrama de comparación de retardo en el ambiente 1 y 2

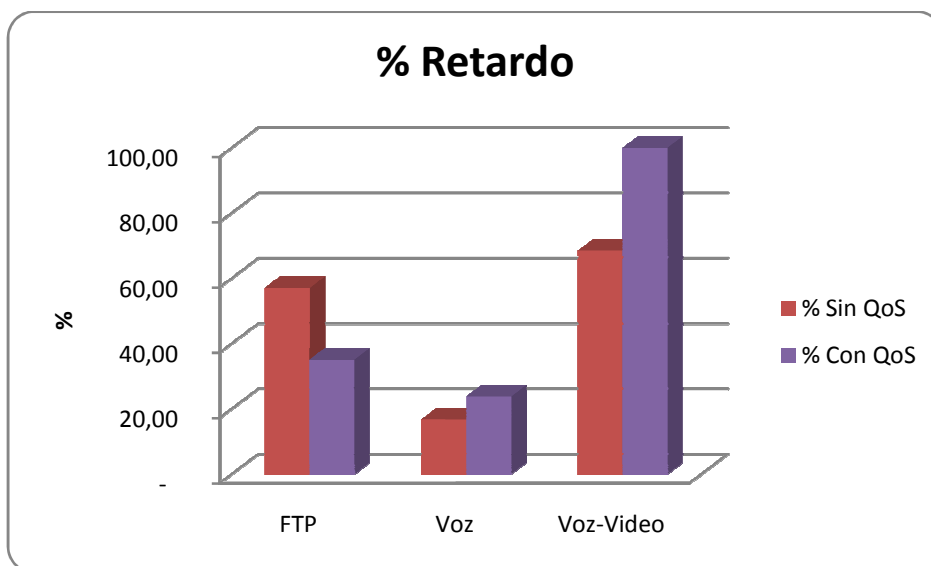


Figura. IV.25. Diagrama de porcentaje de retardo en el ambiente 1 y 2

Interpretación:

El análisis del retardo es uno de los puntos más importantes, ya que en este podemos observar si hubo mejoras o no en los dos ambientes a analizar.

Para FTP el retardo no es muy importante ya que los paquetes de datos pasan de igual manera aunque se demore un poco más, por eso en esta grafica se observa que el retardo es mayor en QoS que sin este; ya que los procesos de más alta priorizan van a pasar primero dejando a los demás en segundo plano lo que ocasiona mayor tiempo de transmisión.

En los procesos de voz se observa que el retardo baja, que es lo esperado, ya que la meta de configurar QoS es demostrar que estos pueden transmitirse con mejor calidad en una red saturada, por eso se observa que el retardo es menor, la conversación llega tanto al emisor y al receptor de una manera más rápida y clara.

El análisis de Voz-Video se considera muy bueno, porque al igual que en voz el retardo bajo y se pudo observar que el video llego casi en tiempo real al igual que la voz, ya que en la actualidad se desea que las video llamadas tengan menos retardo para evitar que la transmisión se retrase o se interrumpa; se considero al retardo muy importante en el análisis de QoS para voz-video, ya que si se puede mejorar este punto se mejora notablemente el nivel de confianza de la transmisión de este tipo de procesos.

INDICE 5: Jitter

El jitter se considera el tiempo en que se demora un paquete en llegar a su destino, sabiendo esto lo que lo espera es tener menos jitter en la transmisión.

En cuanto respecta a Jitter se realizó una relación entre el ambiente 1 y el ambiente 2 para construir la tabla IV.XVIII y el diagrama de la *figura IV.26* y

la figura IV.27. Se puede mencionar que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al menor jitter existente en la transmisión.

	Sin QoS	% Sin QoS	Con QoS	% Con QoS
FTP	4.791,226	11,27	4.647,765	11,62
Voz	736,749	73,37	540,4	100
Voz y Video	4.647,765	11,62	562,041	96,14

Tabla IV.XVIII. Comparación de jitter en el ambiente 1 y 2

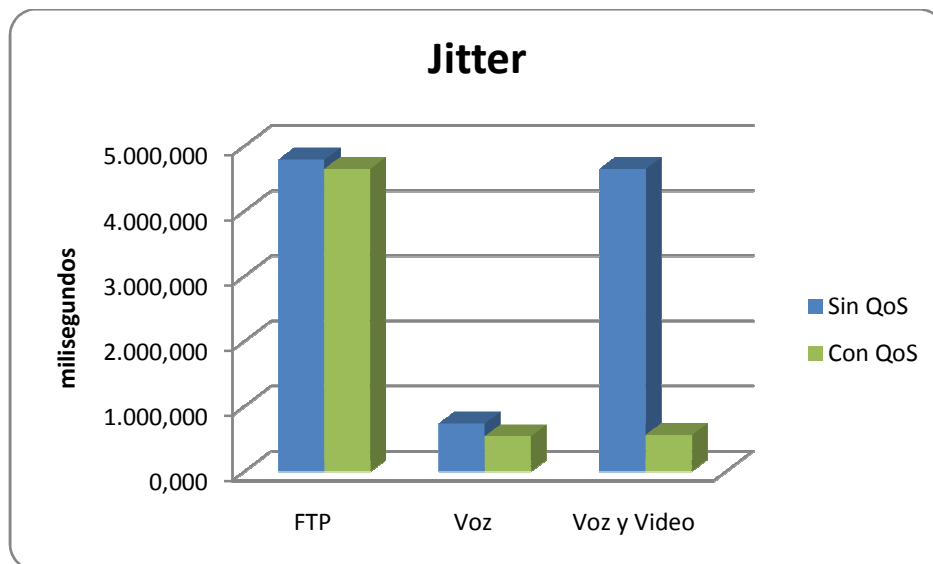


Figura IV.26. Diagrama de comparación de jitter en el ambiente 1 y 2

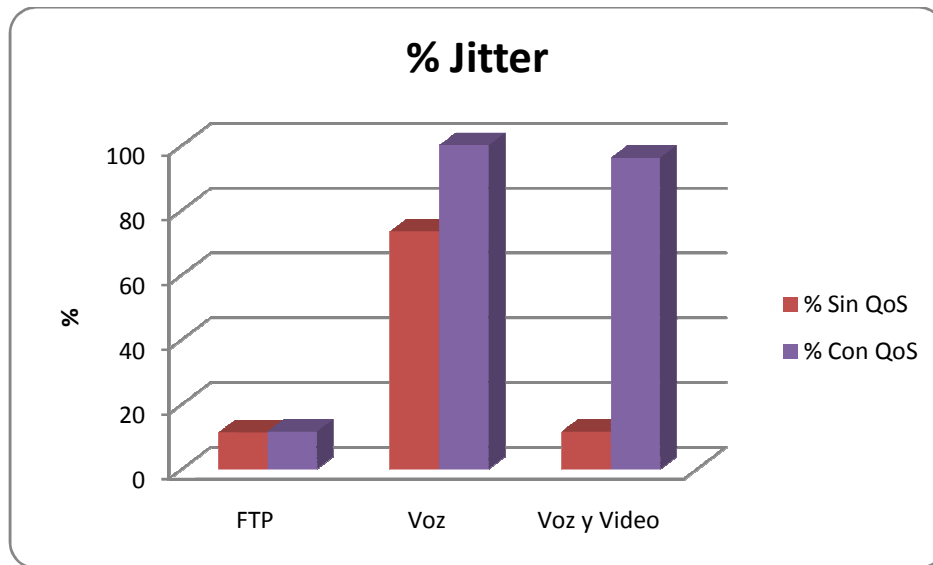


Figura IV.27. Diagrama de porcentaje de jitter en el ambiente 1 y 2

Interpretación:

En nuestro estudio el jitter debe ser el menor posible en lo que respecta a las transmisiones en tiempo real, que en nuestro estudio son Voz y Video y Voz, especialmente en nuestros experimentos con calidad de servicio.

En la transmisión FTP con calidad de servicio y sin calidad de servicio el jitter no varía en gran cantidad ya que la prioridad dada a FTP no es la mejor debido a que el estudio está orientado a la calidad de servicio en los procesos de tiempo real.

En lo que respecta a Voz la calidad de servicio se configuro dándole una prioridad alta a este servicio por lo que es notable la disminución del Jitter, ya que lo que se desea demostrar es que las transmisiones de tiempo real van a ser más claras.

En Voz y Video la disminución de Jitter con calidad de servicio es mucho más alta y notable por lo que podemos decir que hemos cumplido con las expectativas de poder tener una video llamada con mucho menor jitter si le damos la calidad de servicio mas alta a este tipo de transmisión.

4.3.2. RESUMEN DE LOS AMBIENTES DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO

Para el análisis de la Calidad de Servicio en la transmisión Wifi se realizaron varios experimentos con diferentes condiciones y parámetros. Estas pruebas que se exponen en los anexos de esta tesis y buscan demostrar que la propuesta del investigador asegura la coexistencia de los dos estándares Wifi, bajando los niveles de retardo y jitter, además de aumentando el Ancho de Banda a los procesos de voz y video.

Para el ambiente de QoS se consideraron aplicaciones de Voz y Voz-Video, ya que en estos procesos como son en tiempo real se necesita mayor calidad en las transmisiones para obtener una mejor transmisión.

Además las comparaciones que se realizan a continuación, se las realizaron con datos tomados en la red de prueba en el mejor de los casos, es decir cuando en la red no exista ningún tráfico.

4.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AMBIENTE 2

4.4.1. Variable Dependiente

- Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estándares Wifi 802.11b,g y 802.11e

INDICADOR 1: Paquetes transmitidos

Para el análisis de este indicador se utilizó los resultados obtenidos en los ambientes 1, 2 y 3 del experimento 2 y 3,5 y 6,8 y 9, los cuales se muestran en los Anexos 12 a 17 y del 30 a 35.

En el experimento 8 realizamos una transmisión de voz, y en el experimento 9 realizamos una transmisión de voz y video, vía wifi desde la PC1 hacia el servidor sin el efecto del trafico creado por la red. Los resultados de estos experimentos se muestran en la tabla IV.XIX y la figura IV.28 y figura IV.29 para el índice de paquetes perdidos.

INDICES	Voz	% Voz	Video	% Video
Paquetes perdidos sin trafico de Red	2460	100	97	100
Paquetes perdidos sin la solución propuesta	3632	67,73	1470	6,59
Paquetes perdidos con la solución propuesta	2974	82,71	195	49,74

Tabla IV.XIX. Paquetes de datos perdidos en la transmisión

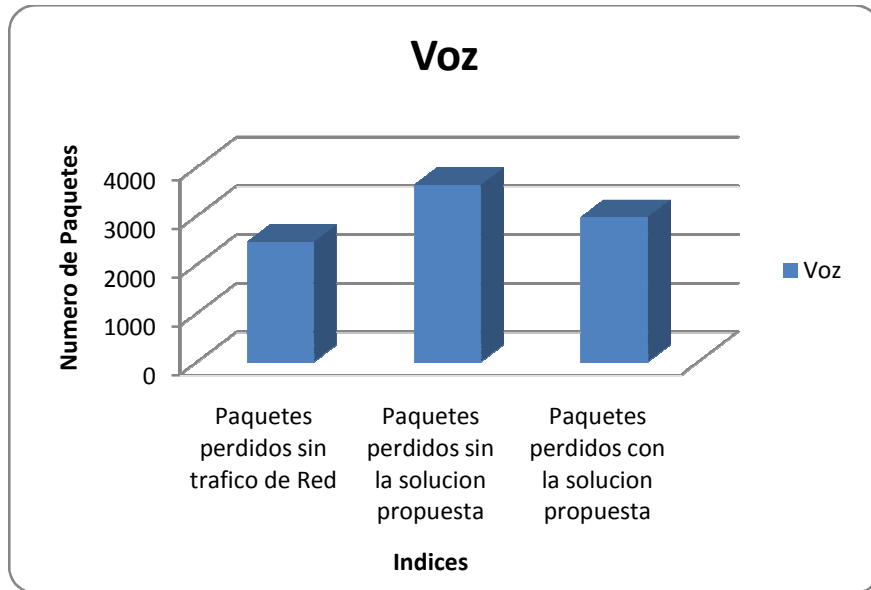


Figura IV.28. Diagrama de Barras de Paquetes de datos perdidos en la transmisión, VOZ

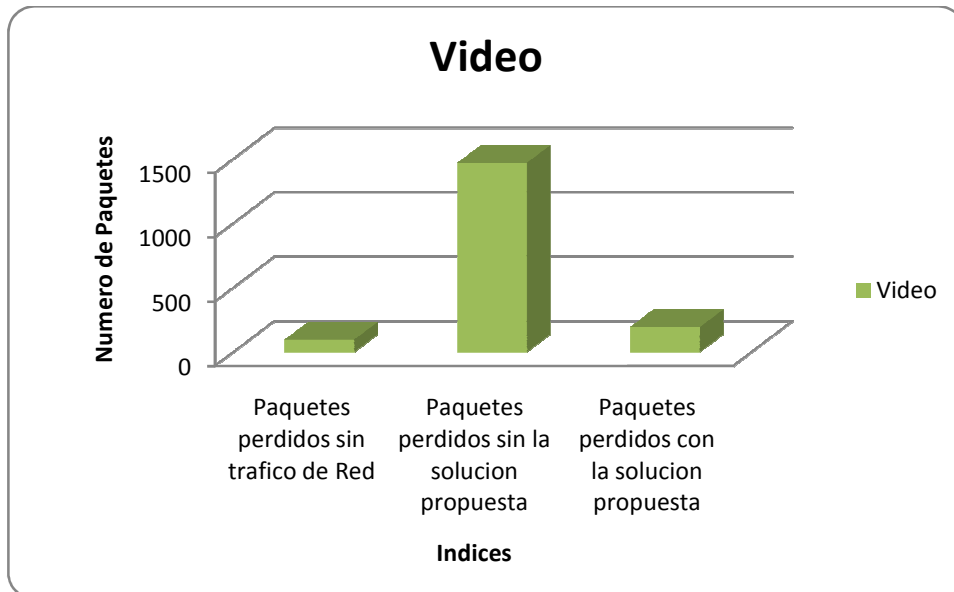


Figura IV.29. Diagrama de Barras de Paquetes de datos perdidos en la transmisión, VIDEO

Interpretación:

Cabe recalcar que se le dio un peso de 100 al menor número de paquetes perdidos tanto en la transmisión de Voz como en la transmisión de Voz y Video.

Como podemos darnos cuenta la propuesta presentada permite mejorar la pérdida de paquetes en un 14.98 % en lo que respecta a la transmisión de Voz, si bien es cierto se tiene un número considerable de paquetes perdidos si comparamos a el experimento de la transmisión sin la interferencia de tráfico en la red específicamente seguimos teniendo un impacto de alrededor de 17.29%, la propuesta ayuda a cumplir el objetivo de mejorar la fiabilidad en la comunicación.

De igual manera en la transmisión de Voz y Video podemos observar una mejora considerable del 43.15%, se tiene un número considerable de paquetes perdidos si comparamos con el experimento de la transmisión sin interferencia de tráfico en la red, seguimos teniendo un impacto del 50.26% por lo que la propuesta ayuda a cumplir el objetivo de mejorar la fiabilidad en la comunicación.

INDICADOR 2: Velocidad en la transmisión

Para el análisis de este indicador se utilizó los resultados del ambiente 1, 2 y 3, pero en este caso se comparo los experimentos 2, 5 y 8, 3, 6 y 9, los cuales se muestran en los Anexos 12 a 17 y del 30 a 35.

En el experimento 5 se realizo una transmisión de Voz vía wifi desde la PC1 hacia el servidor con el efecto de tráfico en la red. Esto sin la utilización de la propuesta del investigador. Los resultados de estos

experimentos se muestran en la tabla IV.XX y la figura IV.30 para el índice de Ancho de Banda en la Transmisión.

INDICES	Voz	% Voz	Video	% Video
Ancho de Banda sin tráfico de Red	2017464	100	3729549	100
Ancho de Banda sin la solución propuesta	155461	7,71	325920	8,74
Ancho de Banda con la solución propuesta	169992	8,43	719722	19,30

Tabla IV.XX. Ancho de Banda en la transmisión

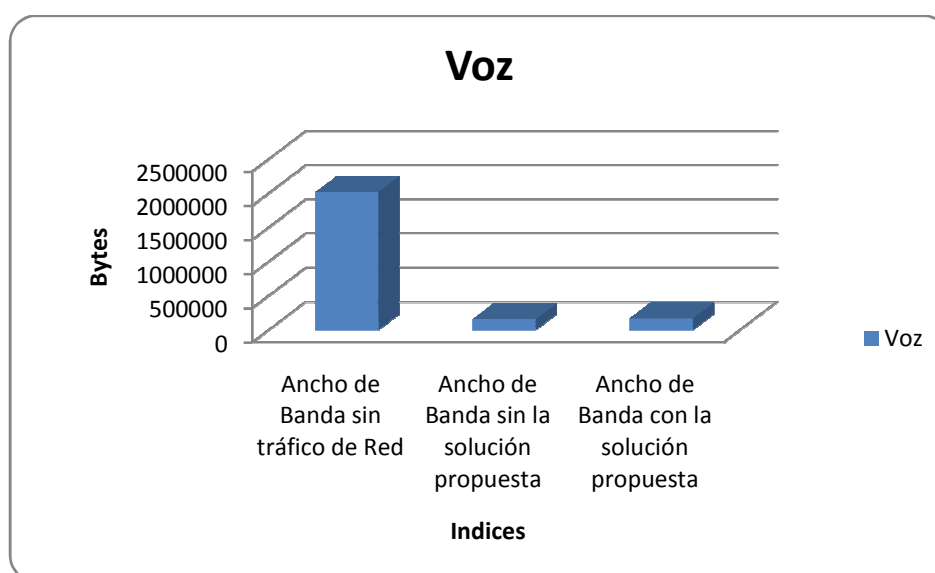


Figura IV.30. Diagrama de Barras de Ancho de Banda en la transmisión, VOZ

En el experimento 6 se realizo una transmisión de Video vía wifi desde la PC1 hacia el servidor con el efecto de tráfico en la red. Esto sin la utilización de la propuesta del investigador. Los resultados de estos experimentos se muestran en la tabla IV.XX y la figura IV.31 para el índice de Ancho de Banda en la Transmisión.

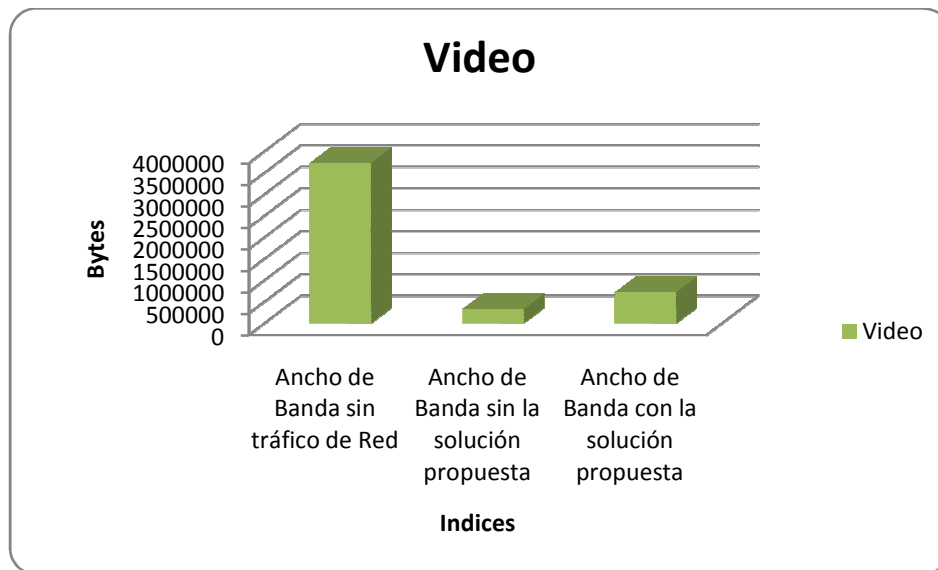


Figura IV.31. Diagrama de Barras de Ancho de Banda en la transmisión, VIDEO

Interpretación:

Cabe mencionar que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al mayor ancho de banda de la transmisión.

Como podemos darnos cuenta la propuesta presentada por el investigador permite aumentar el Ancho de Banda en las transmisiones en tiempo real, en este caso Voz en un 0,72%; en relación a la misma transmisión sin la utilización de las mejoras propuestas.

Si bien es cierto se tiene un mayor ancho de banda si comparamos a la prueba de la transmisión wifi sin tráfico en la red, en lo que respecta a AB para voz, específicamente se tiene un impacto de alrededor el 91,57%, la propuesta dada ayuda a mejorar la calidad de la Red en las comunicaciones Wifi.

En lo que respecta al Ancho de Banda en las transmisiones de video, la propuesta presentada, también permite aumentar el ancho de banda en un

10,56%, en relación a la misma transmisión sin la utilización de la propuesta dada por el investigador.

Ahora si realizamos una comparación del tamaño del Ancho de Banda entre, la prueba realizada de Video en una ambiente sin tráfico en la red y en el propuesto por el investigador se tiene un impacto del 80,7%; la que se puede interpretar como una mejora a las condiciones de la transmisión tomando en cuenta la propuesta por el investigador.

Aunque el porcentaje de mejora no sea tan grande en este tipo de transmisiones es muy significativo, ya que el ancho de banda asignado a un proceso entre mayor sea este la transmisión va a realizarse más rápido que es lo deseado en estos casos.

Además como se dijo anteriormente entre mayor ancho de banda tenga un proceso, mejor va a ser la transmisión de este; por eso los procesos de Voz-Video tienen un rango de mejora mas notable ya que en este tipo de procesos se requiere mayores recursos de la red para obtener una video llamada en las mejores condiciones posibles tanto para el emisor como para el receptor.

INDICADOR 3: Tiempo de Transmisión

Para el análisis de este indicador se utilizó los resultados obtenidos en los ambientes 1, 2 y 3 del experimento 2,3,5,6,8,9, los cuales se muestran en los Anexos 12 a 17 y del 30 a 35.

INDICE 2: Retardo en la Transmisión

En el experimento 8 realizamos una transmisión de voz, y en el experimento 9 realizamos una transmisión de voz y video, vía wifi desde la PC1 hacia el servidor sin el efecto del trafico creado por la red. Los resultados de estos

experimentos se muestran en la tabla IV.XXI y la figura IV.32 y figura IV.33 para el índice de retardo en la transmisión.

A continuación se detalla los resultados obtenidos en lo que se refiere a Retardo en los procesos que se están analizando.

INDICES	Voz	% Voz	Video	% Video
Retardo sin tráfico de Red	159,488	100	43,104	100
Retardo sin la solución propuesta	368,760	43,25	90,292	47,74
Retardo con la solución propuesta	259,615	61,43	61,839	69,70

Tabla IV.XXI. Retardo en la transmisión

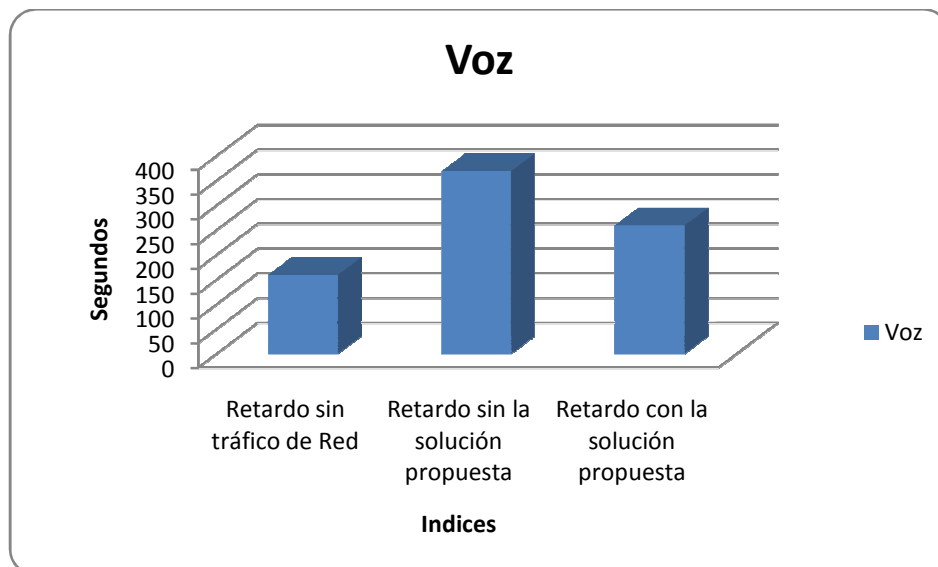


Figura IV.32. Diagrama de Barras de Retardo en la transmisión, VOZ

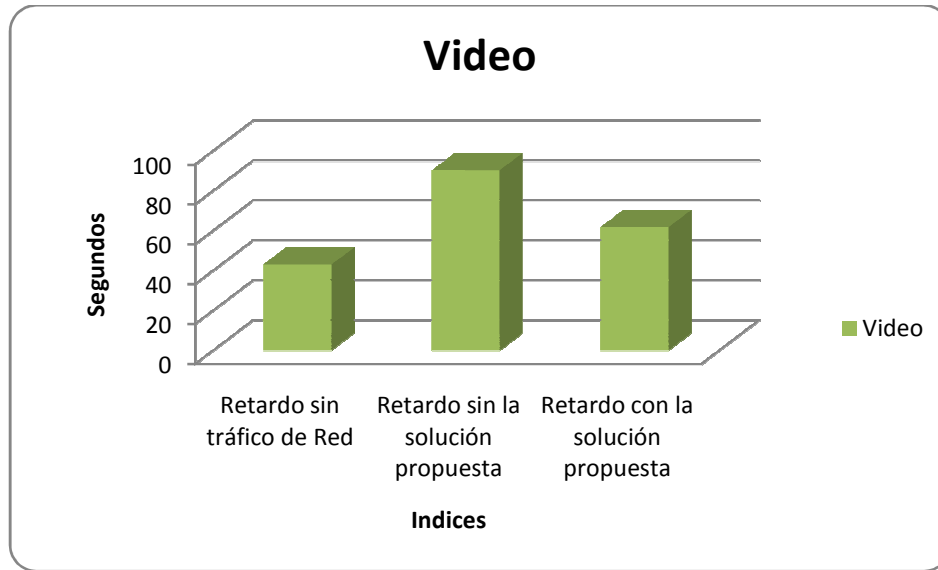


Figura IV.33. Diagrama de Barras de Retardo en la transmisión, VIDEO

Interpretación:

Cabe recalcar que se le dio un peso de 100 al menor número de paquetes perdidos tanto en la transmisión de Voz como en la transmisión de Voz y Video.

Podemos observar en los datos expuestos referentes a este índice que la propuesta presentada mejora el retardo en un 18.18% en lo referente a la transmisión de Voz, a demás observamos que en nuestro experimento de transmisión de Voz sin la interferencia de tráfico en la red tenemos un retardo considerable con lo cual específicamente seguimos teniendo un impacto de 38.57%, por lo cual podemos concluir con que la propuesta ayuda a mejorar la fiabilidad en la comunicación

De igual manera hacemos el análisis en lo que respecta a la transmisión de Voz y Video y podemos observar que la propuesta presentada tiene una mejora del

retardo en un 21.96%, y en nuestro experimento realizado donde se hace una transmisión de Voz y Video sin la interferencia de tráfico en la red obtenemos un retardo considerable por lo que podemos verificar que se sigue teniendo un impacto del 30.30%, por lo que decimos que la propuesta presentada nos ayuda a obtener fiabilidad en la comunicación en tiempo real.

INDICE 3: Jitter

En el experimento 8 realizamos una transmisión de voz, y en el experimento 9 realizamos una transmisión de voz y video, vía wifi desde la PC1 hacia el servidor sin el efecto del tráfico creado por la red. Los resultados de estos experimentos en lo que se refiere a jitter se muestran en la tabla IV.XXII y la figura IV.34 y la figura IV.35 para el índice de paquetes perdidos.

En lo que se refiere a Jitter, se detallan los resultados obtenidos en los procesos considerados en este indicador.

INDICES	Voz	% Voz	Video	% Video
Jitter sin trafico de Red	236,233	100	514,781	100
Jitter sin la solución propuesta	736,749	32,06	598,127	86,06
Jitter con la solución propuesta	540,4	43,71	562,041	91,59

Tabla IV.XXII. Jitter en la transmisión

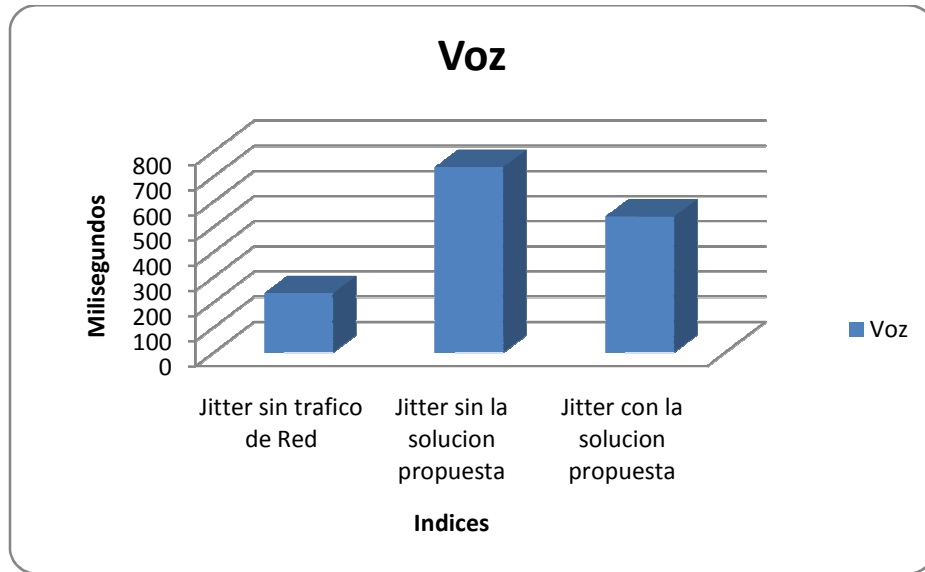


Figura IV.34. Diagrama de Barras de Jitter en la transmisión, VOZ

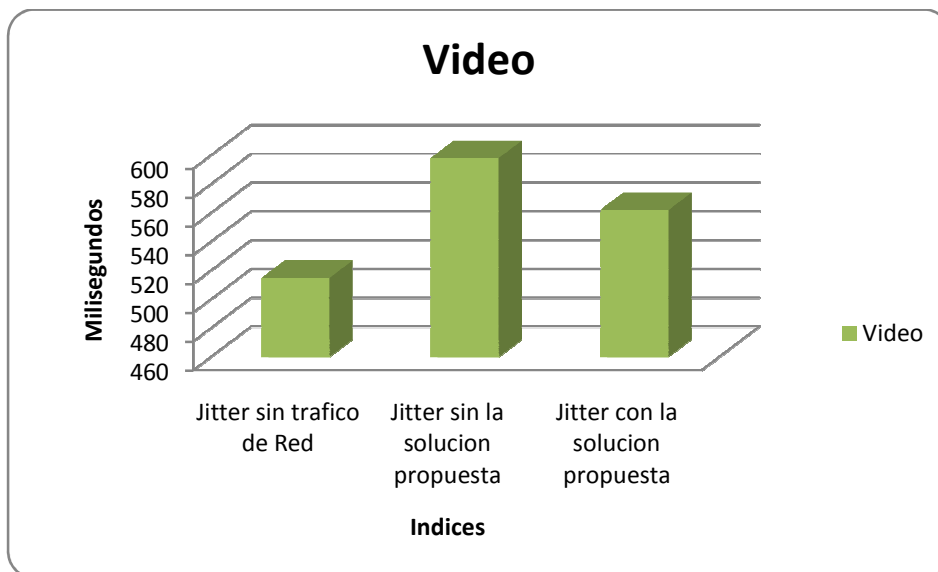


Figura IV.35. Diagrama de Barras de Jitter en la transmisión, VIDEO

Interpretación:

Cabe mencionar que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al menor jitter existente en la transmisión.

Como podemos darnos cuenta la propuesta presentada por el investigador permite disminuir el Jitter en las transmisiones de voz en un 11,65%; en relación a la misma transmisión sin la utilización de las mejoras propuestas.

Si bien es cierto se tiene un menor jitter, si comparamos a la prueba de la transmisión wifi sin tráfico en la red, en lo que respecta a jitter para voz, específicamente se tiene un impacto de alrededor el 56,29%, la propuesta dada ayuda a mejorar la calidad de la Red en las comunicaciones Wifi.

En lo que respecta al Jitter de las transmisiones de video, la propuesta presentada, también permite disminuir este parámetro en un 5,53%, en relación a la misma transmisión sin la utilización de la propuesta dada por el investigador.

Ahora, si realizamos una comparación del jitter entre, la prueba realizada de Video en una ambiente sin tráfico en la red y en el propuesto por el investigador se tiene un impacto del 8,41%; la que puede decir que se mejoraron las condiciones de la transmisión si toma en cuenta la propuesta por el investigador.

La mejora en las transmisiones de voz y video con la solución dada por el investigador, ayudan a que las transmisiones en tiempo real tengan menos variación de tiempo en realizarse; además entre menor jitter es mejor la calidad de las transmisiones, fundamental para las comprobaciones de este estudio.

4.5. RESUMEN DE LAS EQUIVALENCIAS DE LOS PESOS PARA INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

AMBIENTES		Sin QoS	Con QoS	
I N D I C A D O R E S	Paquetes transmitidos, con y sin QoS	Paquetes totales 40%	26,31	39,78
		Paquetes Perdidos 60%	30,96	48,37
		Total 100%	57,27	88,15
	Velocidad en la transmisión	Ancho de Banda 100%	26,18	41,63
		Total 100%	26,18	41,63
	Tiempo de transmisión con y sin QoS	Retardo 50%	20,83	23,75
		Jitter 50%	5,92	7,41
		Total 100%	26,75	31,16

TABLA IV.XXIII. Pesos de los indicadores de la variable Independiente

4.6. RESUMEN DE LAS EQUIVALENCIAS DE LOS PESOS PARA INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

AMBIENTES			Transmisión Sin Trafico de la Red	Transmisión sin la propuesta	Transmisión con la propuesta
I N D I C A D O R E S	Paquetes transmitidos	Paquetes Perdidos 100%	100	51,61	80,61
		Total 100%	100	51,61	80,61
	Velocidad en la transmisión con QoS	Ancho de Banda 100%	100	26,18	41,63
		Total 100%	100	26,18	41,63
	Tiempo de Transmisión con QoS	Retardo 40%	40	16,67	19
		Jitter 60%	60	8,34	8,89
		Total 100%	100	25,01	27,89

TABLA IV.XXIV. Pesos de los indicadores de la variable dependiente

4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.7.1. Variable Independiente

Tomando en cuenta que cada indicador tiene su peso entonces se desglosa cada uno de los promedios de los indicadores.

Variable Independiente: Problemas de coexistencia entre estándares WI-FI 802.11b,g y 802.11e			
Ambientes		Sin QoS	Con QoS
Indicadores	Paquetes transmitidos, con y sin QoS (30%)	57,27	88,15
	Velocidad en la transmisión (30%)	26,18	41,63
	Tiempo de transmisión con y sin QoS (40%)	26,75	31,16

TABLA IV.XXV. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total
Indicadores

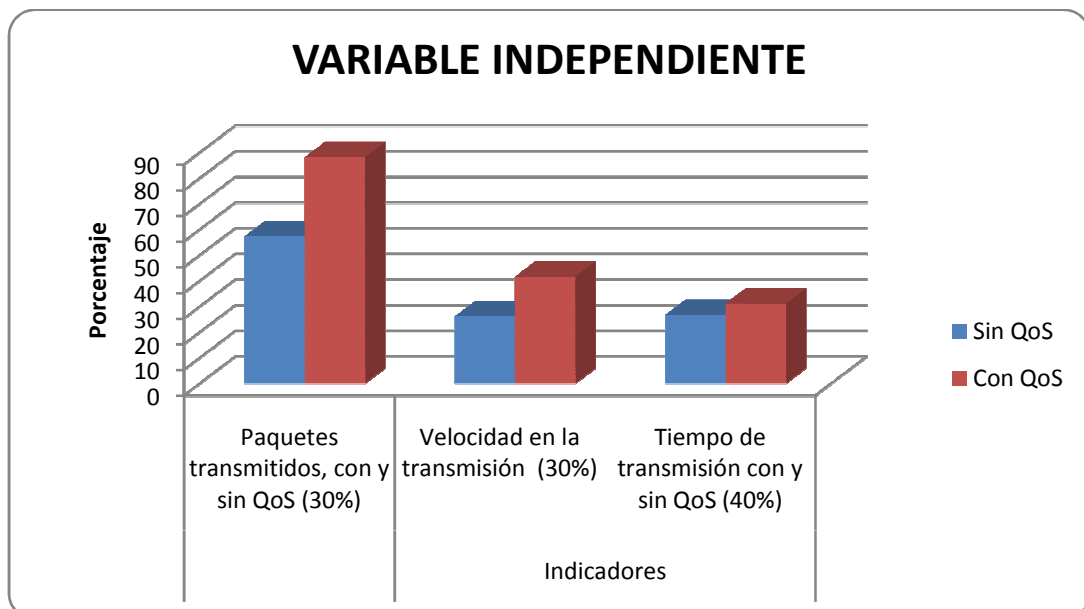


Figura. IV.36. Diagrama de Barras de los resultados de la Variable Independiente

Los indicadores con QoS se aproximan mas a los valores deseados para que la transmisión sea buena, para saber cuánto mejora la transmisión se calculo la variabilidad de la siguiente manera:

$$\mathbf{V.I. (S. QoS.)} = 0.30 (57,27) + 0.30 (26,18) + 0.40 (26,75) = 35,74\%$$

$$\mathbf{V.I. (C. QoS)} = 0.30 (88,15) + 0.30 (41,63) + 0.4 (31,16) = 51,40\%$$

$$\mathbf{Variabilidad} = \mathbf{V.I. (C. QoS.)} - \mathbf{V.I. (S. QoS)}$$

$$\mathbf{Variabilidad} = 51,40\% - 37,74\%$$

$$\mathbf{Variabilidad} = 13,86\%$$

Interpretación:

Se concluye que la calidad de servicio en un escenario Wifi, mejora las condiciones de la transmisión en un 13,86%, en relación a un escenario sin calidad de servicio; mejorando así las transmisiones en tiempo real como voz y video.

4.7.2. Variable Dependiente

Tomando en cuenta que cada indicador tiene su peso entonces se desglosa cada uno de los promedios de los indicadores.

Variable Dependiente: Calidad de Servicio en la Coexistencia de los estándares Wifi 802.11b,g y 802.11e				
Ambientes		Transmisión Sin Trafico de la Red	Transmisión sin la propuesta	Transmisión con la propuesta
Indicadores	Paquetes transmitidos con QoS (30%)	100	51,61	80,61
	Velocidad en la transmisión con QoS (30%)	100	26,18	41,63
	Tiempo de Transmisión con Qo (40%)	100	25,01	27,89

TABLA IV.XXVI. Análisis de Resultados para la Variable Dependiente: Total Indicadores

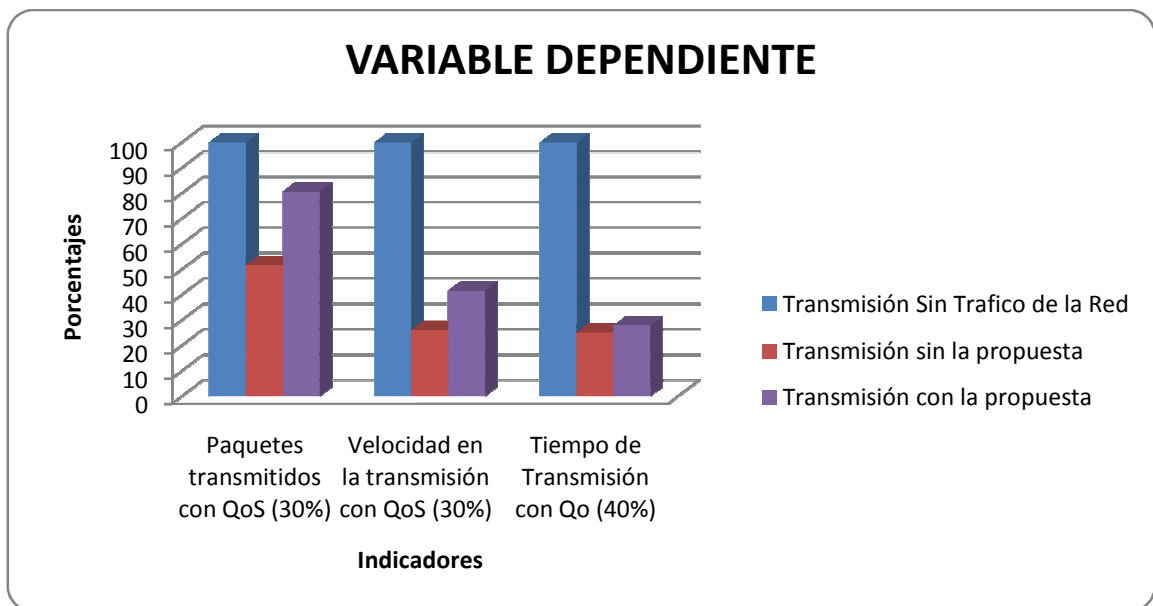


Figura. IV.37. Diagrama de Barras de los resultados de la Variable Dependiente

$$\mathbf{V.D. (Sin Tráfico)} = 0.40 (100) + 0.30 (100) + 0.30 (100) = 100\%$$

$$\mathbf{V.D. (Sin propuesta)} = 0.30 (51,61) + 0.40 (26,18) + 0.30 (25,01)$$

$$\mathbf{V.D. (Sin propuesta)} = 33,46\%$$

$$\mathbf{V.D. (Con propuesta)} = 0.30 (80,61) + 0.40 (41,63) + 0.30 (27,89)$$

$$\mathbf{V.D. (Con propuesta)} = 49,20\%$$

$$\mathbf{Variabilidad} = \text{V.D. (con propuesta)} - \text{V.D. (sin propuesta)}$$

$$\mathbf{Variabilidad} = 49,20\% - 33,46\%$$

$$\mathbf{Variabilidad} = 15,74\%$$

Interpretación:

Se concluye que las transmisiones Wifi con QoS, mejoran la calidad de las transmisiones en un 15,74%; siendo esto algo muy bueno para las transmisiones en tiempo real.

4.8. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis científicas son sometidas a prueba para determinar si son apoyadas o refutadas de acuerdo con lo que el investigador observa, ahora bien, en realidad no podemos probar que una hipótesis sea verdadera o falsa, sino argumentar que fue apoyada o no, con ciertos datos obtenidos en la investigación.

Por lo tanto no existe un método que permita saber con seguridad que una desviación es el resultado exclusivo del azar, sin embargo hay pruebas

estadísticas que permiten determinar algunos límites de confianza. Una de estas es la prueba del **Chi-cuadrado** que permite calcular la probabilidad de obtener resultados que únicamente por efecto del azar se desvíen de las expectativas en la magnitud observada si la solución a un problema es correcta.

Para realizar la prueba el primer paso es calcular el valor del Chi-cuadrado el cual responde a la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

O = el número observado de una clase particular.

E = el número esperado de esta clase.

El siguiente paso es determinar los grados de libertad, que son el número de categorías o clases que existe. Generalmente esto es igual a uno menos el número total de clases o indicadores. El paso final en la aplicación de la prueba del Chi-cuadrado es buscar el valor de Chi-cuadrado calculado y los grados de libertad en una tabla o gráfica que se presenta en el Anexo 37 y determinar el valor de la probabilidad. Este valor es la probabilidad de que el azar por sí mismo pudiera ser responsable de una desviación tan grande o mayor que la observado, si la hipótesis es correcta. Si la probabilidad es alta se considera que los datos están de acuerdo con la solución, lo cual no prueba que la solución sea correcta, sino que simplemente no se puede demostrar que sea incorrecta. Si la probabilidad es baja, se considera que los datos no respaldan a la propuesta de solución.

Generalmente el nivel de confiabilidad es de 5%, si la probabilidad es menor de 0.05, la diferencia es significativa y si es menor a 0.01 esta es considerada

altamente significativa. Las probabilidades en estos intervalos generalmente causan el rechazo de una propuesta.

Utilizando la prueba del Chi-cuadrado en nuestra investigación se construye la tabla IV.XXVII, utilizando los valores de los indicadores de la variable independiente los cuales fueron obtenidos en los ambientes realizados en la muestra especificada, esto es en la red de simulación.

CLASES	F. Obs.	F.Esp.	(E-O)^2	(E-O)^2/F
Paquetes transmitidos	51,61	80,61	841,00	10,43
Velocidad en la transmisión	26,18	41,63	238,70	5,73
Tiempo de Transmisión	25,01	27,89	8,29	0,30
			Chi-cuadrado:	16,46

TABLA IV.XXVII. Prueba de la Hipótesis, valores del test de Chi-cuadrado

Donde tenemos que él **Chi-Cuadrado = 16,46**

Para los grados de libertad tenemos:

$$gl = (fila-1)(columna-1)$$

$$gl = (3-1) (2-1)$$

$$gl = 2$$

El siguiente paso es fijar un nivel de significación, que como se mencionó es de 0.05 y construir el valor crítico $\chi^2_{1-\alpha}$.

Entonces tenemos que el valor crítico del chi-cuadrado para un nivel de significación de 0,05 y con 2grados de libertad es se denota $\chi^2_{0.05}(2) = 5,99$.

Para $\alpha = 0.005$ es de 10,6. Como quiera que en el cálculo del χ^2 en nuestro estudio obtuvimos un valor de 16,46, que supera al valor para $\alpha = 0.005$, podremos concluir que las dos variables no son independientes, sino que están asociadas.

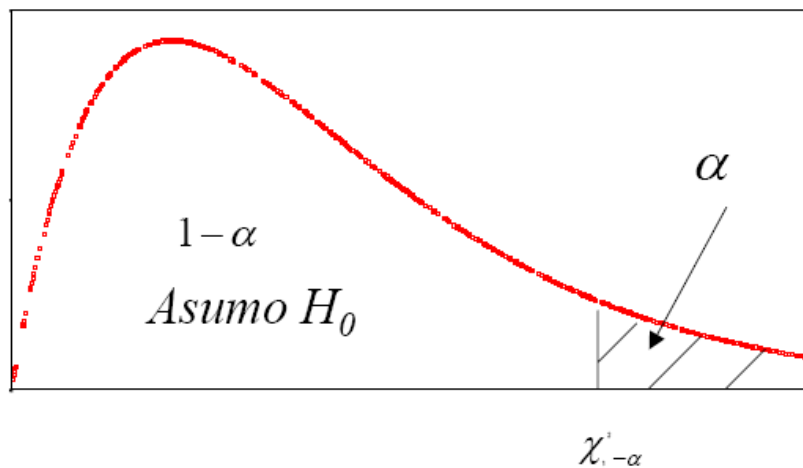


Figura. IV.38. Diagrama de fijación del nivel de significación

Por lo tanto, a la vista de los resultados, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alternativa (H_a), en este caso nuestra hipótesis planteada como probablemente cierta.

CAPITULO V

MARCO PROPOSITIVO

5.1. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Si bien es posible encontrarse con variadas técnicas de implementación de QoS, todas ellas tienen en común la clasificación o diferenciación de flujos de tráfico, en grupos llamados clases.

Es probable que la mayoría de la gente, cuando se les habla de calidad de servicio, piense en clases de servicio diferenciadas, en conjunto quizá con

algunos mecanismos para proveer políticas de tráfico o control de admisión. La palabra clave en este tema es la diferenciación, debido a que antes de poder otorgar calidad de servicio a un cliente en particular, aplicación o protocolo, es necesario clasificar el tráfico en clases y determinar la forma en que serán manejadas estas clases de tráfico a medida que circulan por la red.

Durante los últimos años han surgido variados métodos para establecer QoS en equipamientos de redes.

Cada red puede tomar ventaja de distintos aspectos en implementaciones de QoS para obtener una mayor eficiencia, ya sea para redes de pequeñas corporaciones, empresas o proveedores de servicios de Internet.

Existen tres modelos en los que se divide el despliegue de calidad de servicio:

➤ **SERVICIO DE MEJOR ESFUERZO.**

Se le llama servicio de mejor esfuerzo al que la red provee cuando hace todo lo posible para intentar entregar el paquete a su destino, donde no hay garantía de que esto ocurra. Una aplicación enviará datos en cualquier cantidad, cuando lo necesite, sin pedir permiso o notificar a la red. Éste es el modelo utilizado por las aplicaciones de Ftp y Http. Obviamente, no es el modelo apropiado para aplicaciones sensibles al retardo o variaciones de ancho de banda, las cuales necesitan de un tratamiento especial.

➤ **SERVICIOS INTEGRADOS: INTSERV**

El modelo de servicios integrados propone una solución para el soporte de calidad de servicio extremo a extremo basado en la pre-reserva de recursos en los diferentes equipos de conmutación que componen el trayecto que seguirá información en la comunicación.

Con este modelo de trabajo se pretende ofrecer soporte para un funcionamiento adecuado de aplicaciones con requisitos de tiempo real.

Como ya hemos descrito el modelo Intserv implica una reserva individual de recursos por cada flujo de información. La gran cantidad de usuarios que componen una red, así como el elevado número de flujos que puede generar cada usuario provoca que existan graves problemas de escalabilidad en el núcleo de la red. Estos factores provocan que el modelo Intserv sea difícilmente implementable en una red de dimensiones considerables.

Por otro lado las propiedades intrínsecas de las redes inalámbricas, caracterizadas principalmente por la dependencia de un medio especialmente variable, provocan que un modelo como el propuesto por servicios integrados no resulte adecuado.

➤ **SERVICIOS DIFERENCIADOS: DIFFSERV**

El modelo de servicios diferenciados propone una solución para el soporte de calidad de servicio basado en la priorización de clases de tráfico. Al igual que el modelo de servicios integrados, la provisión de calidad de servicio se realiza a través de una reserva de recursos en los nodos intermedios, pero en este caso las pre-reservas se realizan por agregados de tráfico, en lugar de por flujos.

Esta pre-reserva de recursos es una labor de la administración de la red, es decir, las aplicaciones no realizan ninguna petición de recursos. Simplemente deberán marcar el tráfico que generen adecuadamente para que reciba un tratamiento específico en función de la clase a la que pertenezca.

5.2. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez analizada cada una de las alternativas de solución, sus características, sus ventajas y desventajas; se decidió implementar para nuestro estudio la alternativa de servicios diferenciados o priorización de tráfico.

Ya que intserv es más complicado de implementar en una red con flujo de tráfico normal, ya que esta reserva los recursos para los diferentes procesos; mientras que el modelo diffserv, la cual reserva los recursos para la priorización de los protocolos pero de manera diferente, esta reserva la hace la administración de la red, según los requerimientos de la misma.

Por estas razones se eligió implementar el modelo DIFFSERV, el cual se configuró en el router inalámbrico de la siguiente manera:

- **Gold**, Voz-Video, a este perfil se le dio el tráfico de voz-video ya que es el más alto perfil de configuración de QoS, y para estas aplicaciones lo que se desea es mejorar la calidad de las transmisiones en tiempo real.
- **Platinum**, Voz, Además de video se configuro a las aplicaciones de voz dándole este perfil que es de menor prioridad del anterior pero es el más recomendable para este tipo de aplicaciones.
- **Best Effort**, Mejor Esfuerzo, esta configuración tiene una prioridad media, no se configuro para ningún proceso.
- **Bronze**, Por Defecto, se configuró por defecto a las aplicaciones de FTP, ya que estos procesos no eran de una importancia relevante para la demostración de este estudio.

5.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En la implementación de la solución, se procederá a describir cada uno de los pasos para la configuración de QoS.

- En primera instancia entramos a la página de configuración del router, con la IP 192.168.2.1.
- Una vez en la pantalla de configuración ingresamos a la pestaña de **Inalámbrico**, después clic en **QoS** y ahí configuramos la Calidad de Servicio.
- Ya en esta pantalla, primeramente habilitamos la opción de QoS.



Figura V.39. Configuración de QoS.

- Seguidamente configuramos las prioridades de QoS.



Figura V.40. Configuración de servicios de QoS.

Se configuro las prioridades de los procesos, según las aplicaciones, así como skype que se utilizo para voz-video, con la prioridad más alta

(Exento); teamspeak para voz, con el perfil alto (Premium) y FTP para datos, con la prioridad por defecto (Estándar).

- Además de configurar la prioridad de los procesos, se configuro también la prioridad de la máscara de red, en la que se encuentra las dos direcciones IP de las maquinas usadas para la transmisión de los datos, voz y video.

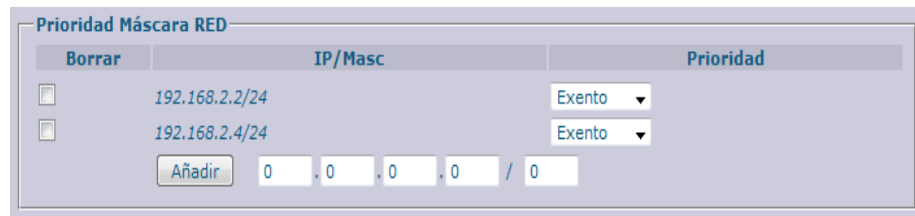


Figura V.41. Configuración de Mascara de Red

- Y finalmente se configuro las direcciones Mac de las PC usadas para la transmisión.



Figura V.42 . Configuración de MAC

Así termina la configuración del router en QoS, para guardar los cambios dar clic en **Aplicar** y después en **Guardar Config**.

CONCLUSIONES

El estándar IEEE 802.11e está enfocado a proveer calidad de servicio mediante el manejo de prioridades de acuerdo a las distintas clases de tráfico, permitiendo disminuir los retardos en las comunicaciones inalámbricas, favoreciendo de esta forma las transmisiones de aplicaciones de tiempo real. De esta manera complementa al estándar 802.11 volviendo a las transmisiones inalámbricas seguras, confiables y accesibles.

La configuración del Router inalámbrico con QoS, mejoró la gestión de la red, logrando optimizar los recursos de la misma.

A través de la utilización del software Observer se pudo monitorear el comportamiento del tráfico en la red y de esta manera poder analizar los diferentes parámetros que determinan QoS tales como retardo, pérdida de paquetes, jitter y ancho de banda.

En función de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la red de prueba se pudo notar que los perfiles Exento y Premium permiten priorizar el tráfico, debido a que cada uno de éstos posee características específicas, demostrando con esto que en la infraestructura de la red inalámbrica de prueba se implemento es estándar IEEE 802.11e.

Con la implementación de QoS se puede controlar los diferentes tipos de tráficos de la WLAN de la red de prueba tales como RTP y FTP impidiendo que tráfico agresivo tal como FTP pueda apoderarse del enlace y cause pérdida de calidad a aplicaciones de tiempo real como la VoIP y videoconferencia, debido a que la utilización de diferenciación de tipo de tráfico garantiza que las aplicaciones de tiempo real mantengan su calidad, independientemente de la cantidad de estaciones de menor prioridad que transmitan de manera simultánea.

Se realizó un análisis comparativo entre las configuraciones de sin QoS y con QoS en función de retardo, jitter y pérdida de paquetes para verificar las diferencias entre las configuraciones; en la cual nos pudimos dar cuenta que existe una mejora en las aplicaciones aplicando QoS, como: para la pérdida de paquetes sin QoS se registro un 30,96% mientras que Con QoS un 48,37% es decir una mejora de 17,41% entre las dos; así también con el Jitter sin QoS se registro un 5,92% mientras que Con QoS un 7,41% es decir una mejora de 1,49% entre las dos; Retardo sin QoS se registro un 20,83% mientras que Con QoS un 23,75% es decir una mejora de 2,92% entre las dos ; y, el Ancho de Banda sin QoS se registro un 26,18% mientras que Con QoS un 41,63% es decir una mejora de 15,45% entre las dos. Se nota una mejora razonable usando QoS.

RECOMENDACIONES

Aunque con QoS se puede obtener buenos resultados en cuanto a mejorar el tráfico de la red, también es recomendable el educar a los clientes que traten de utilizar los recursos de una manera más oportuna, sin derrochar este recurso tan importante.

Debido al incremento de usuarios inalámbricos se recomienda tener constantemente nuevas técnicas, estrategias, tecnologías que mejoren la infraestructura de la WLAN de una institución más grande.

Se recomienda la utilización de herramientas comunes de análisis de tráfico tal como Wireshark ya que permite analizar en detalle los campos de los paquetes y además de su facilidad de uso.

Al implementar QoS en una red, tener en cuenta para que se desea hacer esto, y además de los procesos que deseamos que reciban QoS o se priorice su transmisión.

Cuando se tiene la necesidad de implantar QoS en una red con un gran número de equipos y usuarios, se hace necesario un análisis exhaustivo y una planificación para determinar cuáles son los requerimientos de la red y de qué manera se puede garantizar el mejor servicio. Pero en todo caso es necesario conocer y saber de qué manera se desea gestionar los recursos de red.

RESUMEN

El incremento de usuarios y tráfico, ha hecho que la implementación del estándar 802.11e proporcione Calidad de Servicio (QoS) en la Red Inalámbrica (WLAN).

Se configuró el equipo Cisco DD-RWT, el cual es un router inalámbrico que funciona de manera centralizada, permitiendo que este pueda utilizar aplicaciones como VoIP, videoconferencia, etc, con la implementación de los perfiles de calidad adecuados para las transmisiones en tiempo real se determinaron parámetros de priorización, cada uno tiene una configuración predeterminada, para proveer tratamiento diferenciado, dependiendo de las características para las cuales fueron diseñados.

Se plantearon escenarios en función de las aplicaciones de Voz y Video, Voz y Transmisión de Datos, mediante análisis de paquetes transmitidos con QoS en función de la cantidad de paquetes perdidos y paquetes transmitidos totales. Se comprobó la mejora en un 29% en un ambiente con QoS a comparación con un ambiente sin QoS, así como para la Velocidad de Transmisión donde se hizo el análisis en función del Ancho de Banda donde se obtuvo un 15.45% de mejora en un ambiente donde se aplicó QoS, de la misma manera mediante el análisis de Tiempo de Transmisión con QoS en función del Retardo y el Jitter, se obtuvo una mejoría del 2.88% en un escenario con QoS.

Como resultado de la investigación se aplicó Calidad de Servicio dando las diferentes prioridades a las aplicaciones como son Voz y Video (Exento), Voz (Premium) y Transmisión de Datos (Estandar), se tiene una variabilidad total de 15.74% de mejoría en comparación con un Ambiente donde no hay Calidad de Servicio.

Se concluye que implementado el estándar IEEE 802.11e se garantiza que las aplicaciones en tiempo real tengan prioridad en el uso del ancho de banda, una disminución en retardo, jitter y pérdida de paquetes.

SUMMARY

The increment of users and traffic, has made that the implementation of the standard 802.11e provide Quality of Service (QoS) in the Wireless Network (WLAN).

The team Cisco DD-RWT was configured, which is a wireless router that works in a centralized way, allowing that this it can use applications like VoIP, videoconference, etc, with the implementation of the appropriate profiles of quality for the transmissions in real time priorización parameters were determined, each one has a predetermined configuration, to provide differentiated treatment, depending on the characteristics for which were designed.

They thought about scenarios in function of the applications of Voice and Video, Voice and Data transmission, by means of analysis of packages transmitted with QoS in function of the quantity of lost packages and total transmitted packages. It was proven the improvement in 29% in an atmosphere with QoS to comparison with an atmosphere without QoS, as well as for the Speed of Transmission where the analysis was made in function of the Bandwidth where 15.45% of improvement was obtained in an atmosphere where you applies QoS, in the same way by means of the analysis of Time of Transmission with QoS in function of the Retard and the Jitter, an improvement of 2.88% was obtained in a scenario with QoS.

As a result of the investigation Quality of Service was applied giving the different priorities to the applications like they are Voice and Video (Exempt), Voice (Premium) and Data transmission (Standard), one has a total variability of 15.74% of improvement in comparison with an Atmosphere where there is not Quality of Service.

You concludes that implemented the standard IEEE 802.11e are guaranteed that the applications in real time they have priority in the use of the bandwidth, a decrease in retard, jitter and loss of packages.

GLOSARIO

Algoritmo de gestión de recursos (scheduling) - Especifica el instante en el que un usuario que ya ha ganado acceso al sistema a través del MAC puede comenzar la transmisión de su información. También indica qué cantidad de recursos puede utilizar en esta transmisión.

Beacon - Trama de gestión que contiene información relacionada con el CSMA/CA.

CSMA/CA (Evasión múltiple del sentido Access/Collision del portador).- Método de transferencia de datos que se utiliza para prevenir pérdida de los datos en una red.

DHCP.- Protocolo que deja un dispositivo en una red local, conocida como servidor de DHCP, asigna direcciones temporales del IP a los otros dispositivos de la red, típicamente computadoras.

DNS.- El IP ADDRESS del servidor del ISP, que traduce los nombres de website a direcciones del IP.

DSCP (Differentiated Services Code Point) .- Seis bits del byte ToS se reasignan para ser usados como campo DSCP. Cada DSCP especifica el comportamiento particular por salto que se ha de aplicar a cada paquete. No es compatible con IP Precedence y su presencia todavía es limitada en los equipos de red.

Dominio.- Nombre específico para una red de computadoras.

Encolamiento de prioridades - Generalmente, soporta hasta ocho colas, a las que se les da servicio por orden estricto de prioridad. La cola de mayor tamaño siempre es atendida en primer lugar, y así sucesivamente. Si una cola está siendo atendida y un paquete entra en una cola mayor, se le da servicio a ésta inmediatamente.

Explorador.- Es un programa de uso que proporciona una manera de mirar y de obrar recíprocamente con toda la información sobre el World Wide Web.

Ftp (File Transfer Protocol).- Protocolo estándar para enviar archivos entre las computadoras sobre una red de TCP/IP y el Internet.

Hardware.- Aspecto físico de computadoras, de telecomunicaciones, y de otros dispositivos de la tecnología de información.

HTTP (protocolo del transporte del hypertext).- Protocolo de comunicaciones conectada a los servidores en el World Wide Web.

IEEE (Instituto de los ingenieros electrónicos eléctricos).- Instituto independiente que desarrolla estándares del establecimiento de una red.

IP (Internet Protocol).- Protocolo que envía datos sobre una red.

IP ADDRESS - Dirección que identifica a una computadora o un dispositivo en una red.

ISP (Internet Service Provider).- Compañía que proporciona el acceso al Internet.

MAC (Media Access Control).- Dirección única que un fabricante asigna a cada dispositivo del establecimiento de una red.

Mbps (Megabites por segundo).- Un millón de bits por segundo, unidad de medida para la transmisión de datos.

Paquete.- Unidad de los datos enviados sobre una red.

Pérdida de paquetes.- Si una cola alcanza su longitud máxima, se pueden producir pérdidas de paquetes. Cuando sucede, los protocolos orientados a la conexión, como TCP, disminuyen la velocidad de la transmisión para dar servicio a los paquetes de la cola y permitir que ésta se vacíe.

Red.- Varias computadoras o dispositivos conectados con el fin de compartir, almacenar, y/o transmitir datos entre los usuarios.

Servidor.- Cualquier computadora que su función en una red sea la de proporcionar el acceso de los usuarios a los archivos, a la impresión, a comunicaciones, y a otros servicios.

Software.- Una serie de instrucciones que realiza una tarea particular, también se la llama "programa".

Subnet mask.- Es un código de la dirección que determina el tamaño de la red.

TCP/IP (Protocolo del control Protocol/Internet de la transmisión).- Sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.

UDP (User Datagram Protocol).- Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción.

ToS (Type-Of-Service) - Campo de ocho bits de la cabecera de IP. Lo utilizan IP Precedence, Differentiated Services Code Point y ToS.

QoS (Calidad de Servicio).- Son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado. Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz. Es la capacidad de una red para proveer diferentes niveles de servicio a los distintos tipos de tráfico.

IntServ.- El modelo de servicios integrados propone una solución para el soporte de calidad de servicio extremo a extremo basado en la pre-reserva de recursos en los diferentes equipos de conmutación que componen el trayecto que seguirá información en la comunicación.

Diffserv.- El modelo de servicios diferenciados propone una solución para el soporte de calidad de servicio basado en la priorización de clases de tráfico.

ANEXOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos del Ambiente 1.

EXPERIMENTO 1. TRÁFICO FTP

Analysis - Buffer From File: C:\Documents and Settings\XPMUser\Escritorio\pruebas\sin calidad\ftp_sin_4.BFR

Decode and Analysis - Buffer From File: C:\Documents and Settings\XPMUser\Escritorio\pruebas\sin calidad\ftp_sin_4.BFR

Packets: 5,455 Packets Processed: 5,455 %Packets Processed: 100.0%

Station1/Port->	<- Station2/Port	Protocol	Status	Packets->	<-Packets	Bytes->	<-Bytes	Response Time (ms) ->	<- Response Time (ms)	Retrans->	<- Retrans
18983226216.usor.v...	192.168.2.2		■	2	2	128	1253	408.451	174.367	0	0
192.168.2.2	192.168.2.5		■	367	548	23520	815904	0.536	330.150	0	0
192.168.2.2	192.168.2.6		■	213	307	13880	458135	6.114	148.725	0	6
192.168.2.2	192.168.2.4	SQL Server	■	1094	985	1.00e6	1.03e6	0.083	211.998	1	0
192.168.2.2	192.168.2.4/21	ftp-control	■	8	9	551	784	72.431	274.986	0	0
192.168.2.5	192.168.2.2/21	ftp-control	■	6	8	422	656	323.449	90.137	0	0
192.168.2.6	192.168.2.2/21	ftp-control	■	5	6	350	475	340.211	105.336	0	0

Anexo 1. Tráfico de datos del primer escenario sin QoS

Decode and Analysis - Buffer From File: C:\Documents and Settings\XPMUser\Escritorio\pruebas\sin calidad\ftp_sin_4.BFR

Start Stop Clear Settings View Tools

Packets: 5,455 First: 1 Last: 5,455 Selected: 1 Offset: - - -

Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff.Time	Relative Time
1	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 6, 2010	15h:22m 42.974 702s	0.000 000	00.000000
2	192.168.2.4	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.975 208s	0.000 505	00.000505
3	192.168.2.4	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.976 376s	0.001 168	00.001674
4	192.168.2.2	192.168.2.4	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.976 414s	0.000 039	00.001712
5	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.977 237s	0.000 823	00.002535
6	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.977 297s	0.000 060	00.002595
7	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.977 826s	0.000 529	00.003124
8	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.980 765s	0.002 938	00.006063
9	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.980 813s	0.000 048	00.006111
10	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.983 725s	0.002 913	00.009023
11	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.983 789s	0.000 064	00.009087
12	192.168.2.4	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.984 218s	0.000 429	00.009516
13	192.168.2.2	192.168.2.4	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.984 243s	0.000 025	00.009541
14	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.984 563s	0.000 320	00.009861
15	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.985 083s	0.000 520	00.010381
16	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.985 101s	0.000 018	00.010399
17	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.985 429s	0.000 328	00.010727
18	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.985 455s	0.000 026	00.010752
19	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.986 588s	0.001 134	00.011886
20	192.168.2.4	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.988 339s	0.001 751	00.013637
21	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:22m 42.988 744s	0.000 405	00.014042
22	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:22m 42.988 769s	0.000 025	00.014067

Anexo 2. Especificación del Tráfico entre el Servidor y la PC1 del primer escenario sin QoS

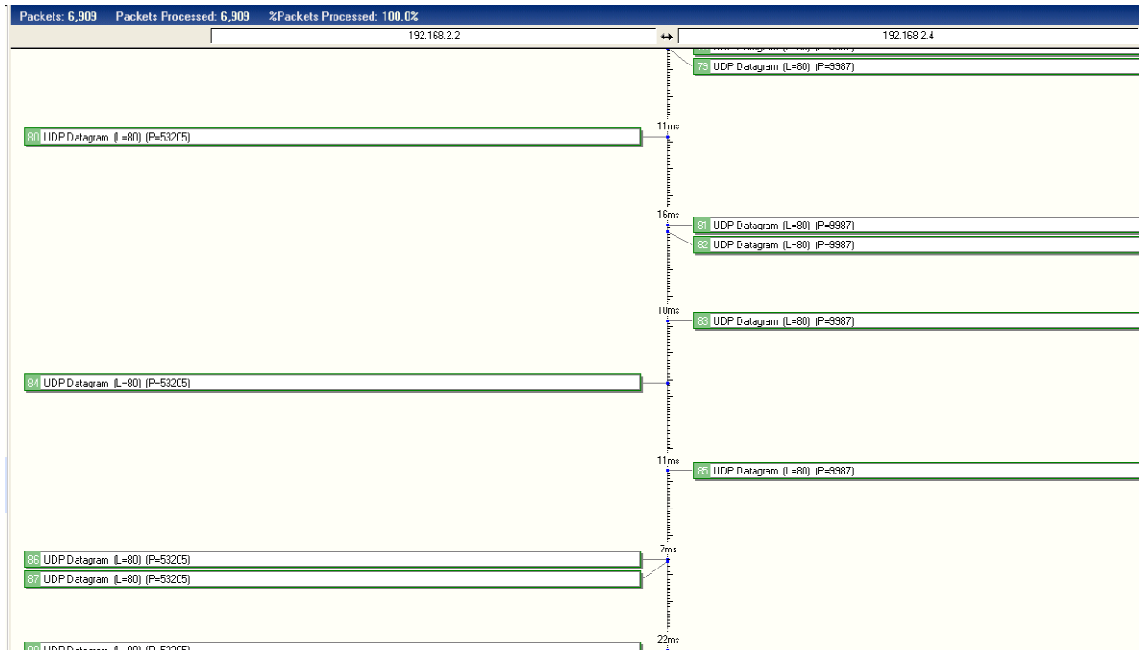
EXPERIMENTO 2. TRAFICO DE VOZ

Packets: 6,909 Packets Processed: 6,909 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port -->	<-- Station2/Port	Protocol	Status	Packets -->	<-- Packets	Bytes -->	<-- Bytes
192.168.2.2	192.168.2.5		■	249	1338	30509	396008
192.168.2.2	192.168.2.4		■	39	1026	2496	126858
192.168.2.2/59001	192.168.2.5/44950	RTP/Dynamic	■	16	192	1984	56115
192.168.2.2/9987	192.168.2.4/53205	RTP/Dynamic	■	727	0	91540	0
192.168.2.255 (Multi...	192.168.2.4/137	NetBIOS na...	■	0	3	0	288
192.168.2.4	224.0.0.252		■	2	0	140	0

Anexo 3. Tráfico de voz del segundo escenario sin QoS

Packets: 6,909 First: 1 Last: 6,909 Selected: 1 Offset: - - -							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
1	Expert Information	Expert Information	---	Oct 15, 2010	2h:00m 31.047 800s	0.003 000	00.000000
2	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.053 661s	0.005 862	00.005862
3	192.168.2.5	192.168.2.2	1022	Oct 15, 2010	2h:00m 31.053 826s	0.003 164	00.006026
4	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.053 936s	0.003 110	00.006136
5	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.054 028s	0.003 092	00.006229
6	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.055 621s	0.001 593	00.007822
7	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.055 931s	0.003 310	00.008132
8	192.168.2.5	192.168.2.2	1021	Oct 15, 2010	2h:00m 31.056 017s	0.003 086	00.008218
9	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.059 977s	0.003 959	00.012177
10	192.168.2.5	192.168.2.2	155	Oct 15, 2010	2h:00m 31.060 232s	0.003 255	00.012432
11	192.168.2.5	192.168.2.2	533	Oct 15, 2010	2h:00m 31.060 336s	0.003 104	00.012537
12	192.168.2.5	192.168.2.2	154	Oct 15, 2010	2h:00m 31.060 440s	0.003 103	00.012640
13	192.168.2.5	192.168.2.2	64	Oct 15, 2010	2h:00m 31.062 641s	0.002 201	00.014841
14	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 15, 2010	2h:00m 31.066 721s	0.004 080	00.018921
15	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 15, 2010	2h:00m 31.066 912s	0.003 182	00.019113
16	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 15, 2010	2h:00m 31.073 721s	0.005 818	00.025921
17	192.168.2.5	192.168.2.2	1510	Oct 15, 2010	2h:00m 31.085 700s	0.012 067	00.037900
18	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 15, 2010	2h:00m 31.085 904s	0.003 116	00.038104
19	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 15, 2010	2h:00m 31.086 161s	0.001 257	00.038301
20	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 15, 2010	2h:00m 31.086 434s	0.003 273	00.038654
21	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 15, 2010	2h:00m 31.086 454s	0.003 020	00.038654
22	192.168.2.5	192.168.2.2	156	Oct 15, 2010	2h:00m 31.089 813s	0.003 359	00.042013
23	192.168.2.5	192.168.2.2	436	Oct 15, 2010	2h:00m 31.090 014s	0.003 201	00.042214
24	192.168.2.5	192.168.2.2	162	Oct 15, 2010	2h:00m 31.090 421s	0.003 408	00.042622
25	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 15, 2010	2h:00m 31.093 105s	0.002 684	00.045305

Anexo 4. Especificación del Tráfico de voz del segundo escenario sin QoS

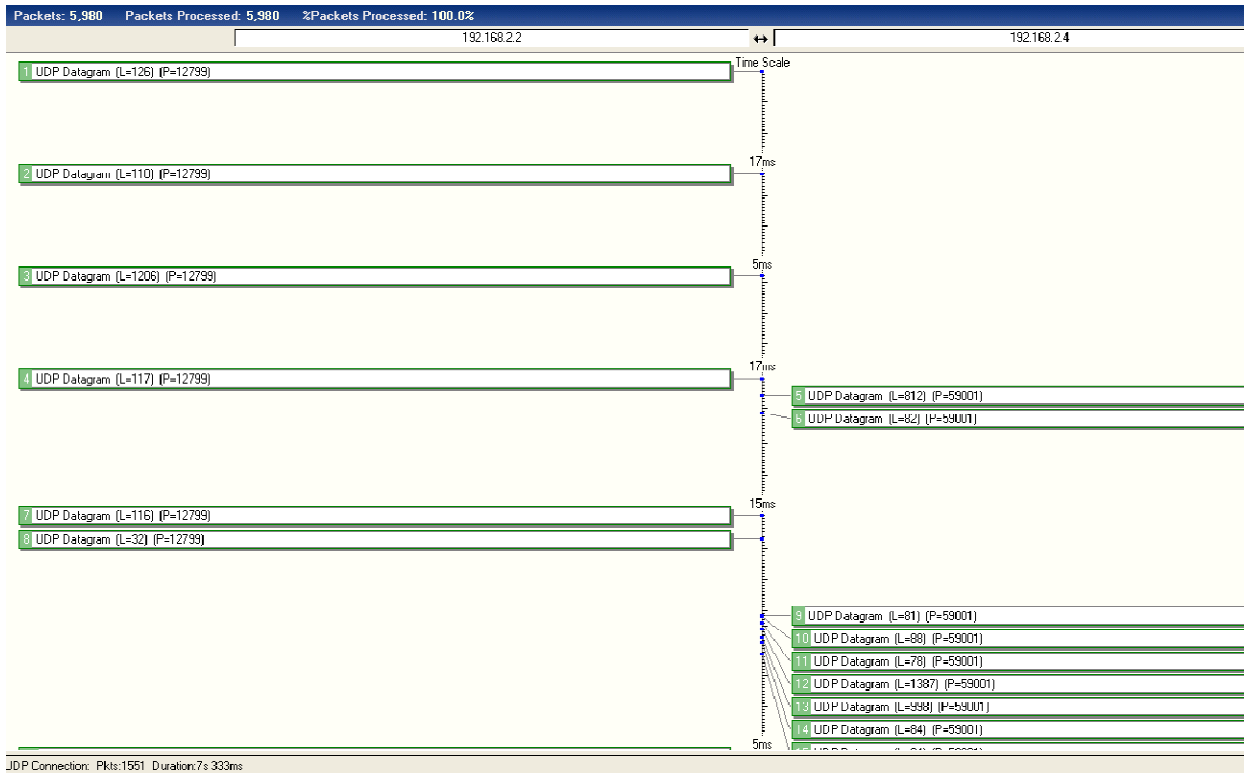


Anexo 5. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs del segundo escenario sin QoS

EXPERIMENTO 3. TRAFICO DE VOZ-VIDEO

Packets: 5,980 Packets Processed: 5,980 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port -->	<-- Station2/Port	Protocol	Status	Packets -->	<-- Packets	Bytes -->	<-- Bytes
192.168.2.2	192.168.2.4		■	629	713	267257	414783
192.168.2.2	192.168.2.6		■	16	87	1024	9970
192.168.2.2	192.168.2.5		■	17	87	1088	9908
192.168.2.2/59001	192.168.2.4/12799	RTP/Dynamic	■	96	113	46566	67511
192.168.2.2/9987	192.168.2.6/1129	RTP/Dynamic	■	530	146	66780	18396
192.168.2.2/9987	192.168.2.5/56053	RTP/Dynamic	■	677	0	85302	0

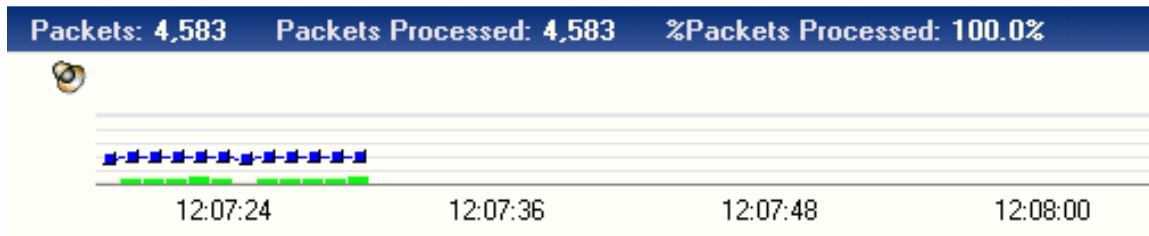
Anexo 6. Tráfico de voz-video del tercer escenario sin QoS



Anexo 7. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs del tercer escenario sin QoS

Packets: 5,980 First: 1 Last: 5,980 Selected: 1 Offset: - - -							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
1	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 6, 2010	15h:46m 30.944 052s	0.000 000	00.000000
2	192.168.2.2	192.168.2.4	172	Oct 6, 2010	15h:46m 30.950 241s	0.006 190	00.006190
3	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.960 670s	0.010 429	00.016618
4	192.168.2.2	192.168.2.6	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.960 803s	0.000 133	00.016751
5	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.960 891s	0.000 089	00.016840
6	192.168.2.2	192.168.2.6	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.961 267s	0.000 376	00.017216
7	192.168.2.2	192.168.2.4	156	Oct 6, 2010	15h:46m 30.967 339s	0.006 072	00.023288
8	192.168.2.2	192.168.2.4	1252	Oct 6, 2010	15h:46m 30.972 811s	0.005 472	00.028759
9	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.979 214s	0.006 403	00.035162
10	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.979 665s	0.000 451	00.035614
11	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.979 733s	0.000 068	00.035682
12	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.980 186s	0.000 453	00.036134
13	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.980 213s	0.000 027	00.036161
14	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.980 621s	0.000 408	00.036569
15	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.981 242s	0.000 621	00.037190
16	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.981 267s	0.000 025	00.037215
17	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.983 454s	0.002 188	00.039403
18	192.168.2.2	192.168.2.6	126	Oct 6, 2010	15h:46m 30.983 544s	0.000 090	00.039492
19	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.986 230s	0.002 686	00.042178
20	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.986 406s	0.000 176	00.042354
21	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.986 881s	0.000 475	00.042829
22	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.987 732s	0.000 851	00.043680
23	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.987 752s	0.000 020	00.043700
24	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.990 017s	0.002 266	00.045966
25	192.168.2.2	192.168.2.4	163	Oct 6, 2010	15h:46m 30.990 238s	0.000 220	00.046186
26	192.168.2.4	192.168.2.2	858	Oct 6, 2010	15h:46m 30.991 359s	0.001 121	00.047307
27	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.992 319s	0.000 960	00.048267
28	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.992 364s	0.000 046	00.048313
29	192.168.2.4	192.168.2.2	128	Oct 6, 2010	15h:46m 30.992 541s	0.000 177	00.048489
30	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 6, 2010	15h:46m 30.993 779s	0.001 238	00.049728
31	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 6, 2010	15h:46m 30.993 816s	0.000 037	00.049764
32	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 6, 2010	15h:46m 31.007 312s	0.013 496	00.063260

Anexo 8. Especificación del Tráfico de voz-video del tercer escenario sin QoS



Anexo 9. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios sin QoS

A continuación se muestran los resultados obtenidos del Ambiente 2.

EXPERIMENTO 4. TRAFICO FTP

Packets: 6,318 Packets Processed: 6,318 %Packets Processed: 100.0%											
Station1/Port->	<- Station2/Port	Protocol	Status	Packets->	<-Packets	Bytes->	<- Bytes	Response Time (ms) ->	<- Response Time (ms)	Retrans ->	<-Retrans
190.48.187-167.spe...	192.168.2.2		■	2	1	128	594	0	0
192.168.2.2	192.168.2.6		■	145	205	9498	309736	15.268	147.887	0	8
192.168.2.2	192.168.2.4		■	1626	1261	1.77e6	1.10e6	5.551	143.104	2	9
192.168.2.2	192.168.2.5		■	10	11	742	9450	1618.285	958.613	1	0
192.168.2.2	192.168.2.4/21	ftp-control	■	3	3	205	264	112.267	78.773	0	0
192.168.2.5	192.168.2.2/21	ftp-control	■	6	9	396	769	2821.861	89.318	0	2
192.168.2.6	192.168.2.2/21	ftp-control	■	11	12	767	1069	129.825	75.122	0	0

Anexo 10. Tráfico de Datos del cuarto escenario con QoS

Packets: 6,318 First: 1 Last: 6,318 Selected: 4,637 Offset: 0							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
4637	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11h:25m 56.185 090s	0.001 187	10.717303
4638	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11h:25m 56.186 440s	0.001 350	10.718653
4639	192.168.2.2	192.168.2.5	184	Oct 7, 2010	11h:25m 56.187 496s	0.001 046	10.719699
4640	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.190 356s	0.002 870	10.722569
4641	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.190 481s	0.000 125	10.722693
4642	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.191 424s	0.000 943	10.723636
4643	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.191 536s	0.000 113	10.723749
4644	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11h:25m 56.191 656s	0.000 120	10.723869
4645	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.191 836s	0.000 179	10.724048
4646	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.191 926s	0.000 091	10.724139
4647	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11h:25m 56.192 207s	0.000 280	10.724419
4648	192.168.2.2	192.168.2.5	215	Oct 7, 2010	11h:25m 56.192 882s	0.000 676	10.725095
4649	192.168.2.5	192.168.2.2	107	Oct 7, 2010	11h:25m 56.193 205s	0.000 322	10.725417
4650	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.194 169s	0.000 964	10.726381
4651	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.194 265s	0.000 097	10.726478
4652	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 7, 2010	11h:25m 56.200 143s	0.005 878	10.732356
4653	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.200 187s	0.000 044	10.732399
4654	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.200 298s	0.000 111	10.732510
4655	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.201 023s	0.000 726	10.733236
4656	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.201 103s	0.000 080	10.733316
4657	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 7, 2010	11h:25m 56.202 135s	0.001 032	10.734348
4658	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.202 160s	0.000 025	10.734372
4659	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.202 253s	0.000 093	10.734466
4660	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 7, 2010	11h:25m 56.203 722s	0.001 469	10.735934
4661	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.203 742s	0.000 020	10.735954
4662	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.203 948s	0.000 206	10.736160
4663	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.205 125s	0.001 177	10.737338
4664	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.205 217s	0.000 092	10.737429
4665	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.205 593s	0.000 376	10.737806
4666	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.205 673s	0.000 080	10.737886
4667	192.168.2.2	192.168.2.6	78	Oct 7, 2010	11h:25m 56.206 617s	0.000 944	10.738830
4668	192.168.2.6	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11h:25m 56.206 703s	0.000 085	10.738915

Anexo 11. Especificación del Tráfico de Datos del cuarto escenario con QoS

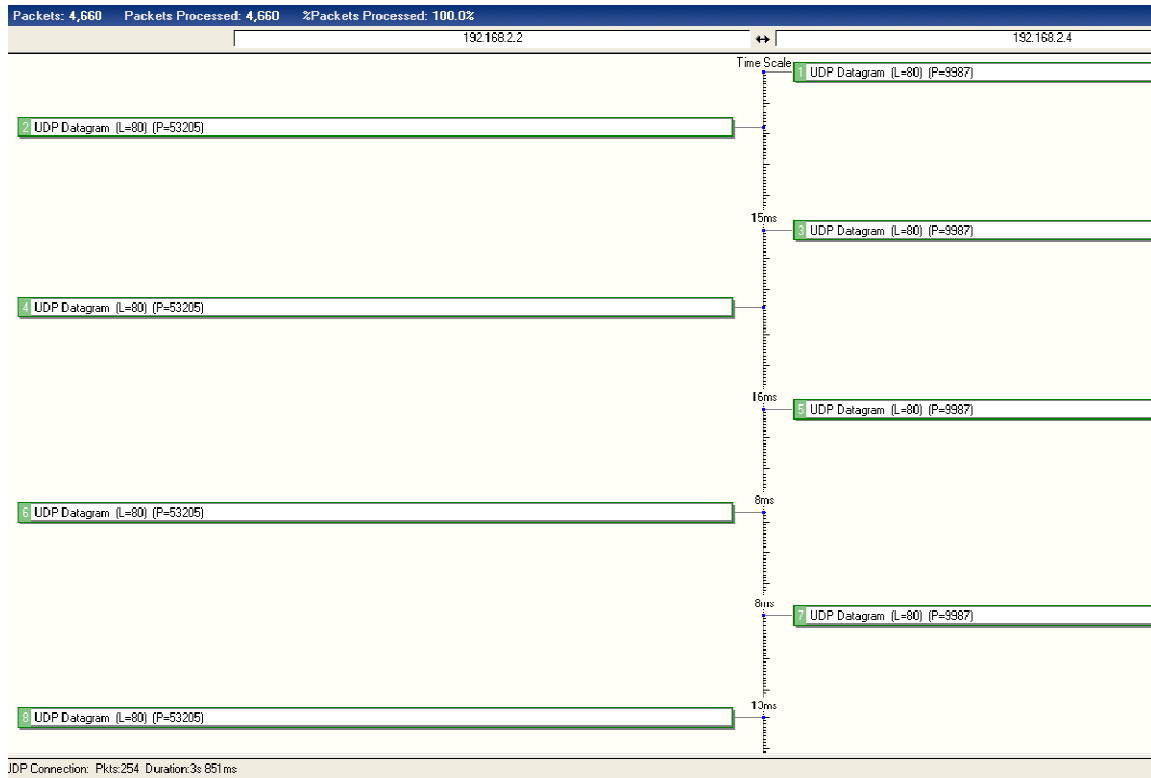
EXPERIMENTO 5. TRAFICO DE VOZ

Packets: 4,660 Packets Processed: 4,660 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port --> ▲	<-- Station2/Port	Protocol	Status	Packets -->	<-- Packets	Bytes -->	<-- Bytes
192.168.2.2	192.168.2.5		■	179	366	21992	122832
192.168.2.2	192.168.2.4		■	53	201	6182	24892
192.168.2.2/59001	192.168.2.5/44950	RTP/Dynamic	■	15	45	1868	17497

Anexo 12. Tráfico de voz del quinto escenario con QoS

Packets: 4,660 First: 1 Last: 4,660 Selected: 2,866 Offset: 0							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Dif. Time	Reative Time
2866	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.609 436s	0.301 078	02.38585E
2867	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.609 502s	0.300 068	02.38572E
2000	192.160.2.5	192.163.2.2	50	Oct 15, 2010	12:25m 42.610 423s	0.300 927	02.30005E
2865	192.168.2.4	192.163.2.2	26	Oct 15, 2010	12:25m 42.610 944s	0.300 515	02.38716E
2870	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.611 176s	0.300 231	02.38739E
2871	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.611 234s	0.300 059	02.38745E
2872	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.611 307s	0.300 373	02.38783E
2873	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.611 365s	0.300 058	02.38788E
2874	192.168.2.5	192.163.2.2	65	Oct 15, 2010	12:25m 42.612 937s	0.301 272	02.38916E
2875	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.620 365s	0.307 128	02.39628E
2876	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.620 763s	0.300 698	02.39698E
2877	192.168.2.2	192.163.2.2	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.620 911s	0.300 048	02.39703E
2878	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.622 326s	0.301 216	02.39824E
2879	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.622 391s	0.300 065	02.39831E
2880	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.622 921s	0.300 830	02.39914E
2881	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.623 775s	0.300 853	02.39999E
2882	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.623 920s	0.300 045	02.40004E
2883	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.625 325s	0.301 205	02.40124E
2884	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.625 362s	0.300 037	02.40128E
2005	192.160.2.5	192.163.2.2	50	Oct 15, 2010	12:25m 42.625 306s	0.300 540	02.40102E
2886	192.168.2.4	192.163.2.2	26	Oct 15, 2010	12:25m 42.625 926s	0.300 220	02.40204E
2887	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.626 397s	0.300 271	02.40232E
2888	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.626 117s	0.300 020	02.40234E
2889	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.626 596s	0.300 479	02.40281E
2890	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.626 524s	0.300 029	02.40284E
2891	192.168.2.2	192.163.2.5	15	Oct 15, 2010	12:25m 42.628 790s	0.302 166	02.40501E
2892	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.633 641s	0.304 851	02.40986E
2893	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.633 918s	0.300 177	02.41004E
2004	192.160.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.633 346s	0.300 020	02.41000E
2895	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.634 335s	0.300 990	02.41105E
2896	192.168.2.2	192.163.2.5	64	Oct 15, 2010	12:25m 42.634 934s	0.300 098	02.41115E
2897	192.168.2.5	192.163.2.2	58	Oct 15, 2010	12:25m 42.635 407s	0.300 473	02.41163E

Anexo 13. Especificación del Tráfico de voz del escenario cinco con QoS



Anexo 14. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs del quinto escenario con QoS

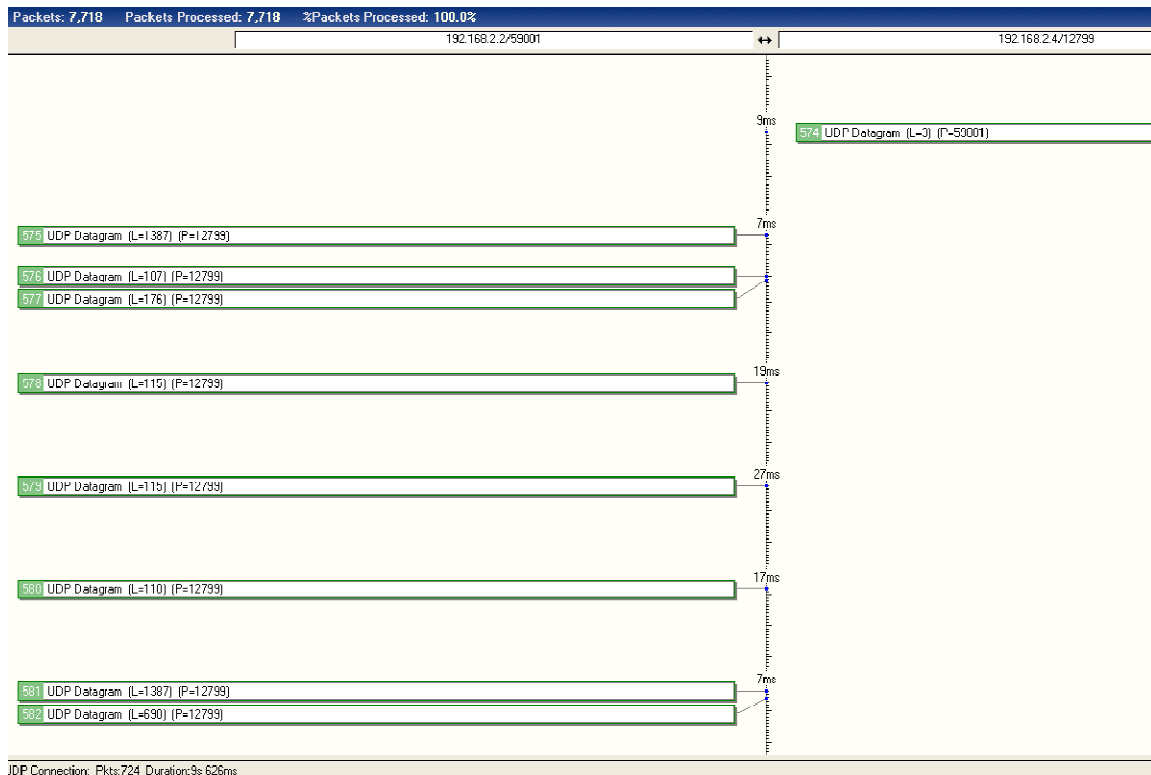
EXPERIMENTO 6. TRAFICO DE VOZ-VIDEO

Packets: 7,718 Packets Processed: 7,718 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port →	← Station2/Port	Protocol	Status	Packets →	← Packets	Bytes →	← Bytes
192.168.2.2	192.168.2.4		■	638	1	258734	64
192.168.2.2	192.168.2.6		■	810	505	100696	62452
192.168.2.2	192.168.2.5		■	991	327	123440	39776
192.168.2.2/59001	192.168.2.4/12799	RTP/Dynamic	■	88	0	33008	0
192.168.2.2/9987	192.168.2.6/3597	RTP/Dynamic	■	0	1	0	64

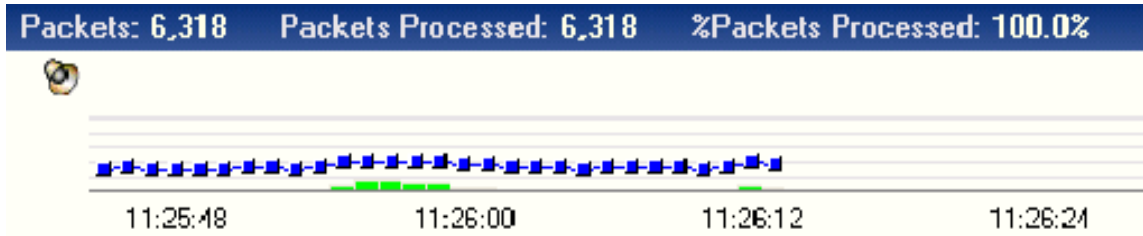
Anexo 15. Tráfico voz-video del sexto escenario con QoS

Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Dif. Time	Relative Time
4149	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 7, 2010	11:35m 23.450 505s	0.004 344	05.161138
4150	192.168.2.2	192.168.2.4	64	Oct 7, 2010	11:35m 23.450 533s	0.000 028	05.161156
4151	192.168.2.4	192.168.2.2	206	Oct 7, 2010	11:35m 23.451 119s	0.000 586	05.161752
4152	192.168.2.2	192.168.2.4	147	Oct 7, 2010	11:35m 23.457 073s	0.005 554	05.167736
4153	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.461 577s	0.004 504	05.172210
4154	192.168.2.4	192.168.2.2	135	Oct 7, 2010	11:35m 23.461 771s	0.000 194	05.172434
4155	192.168.2.2	192.168.2.4	67	Oct 7, 2010	11:35m 23.461 799s	0.000 028	05.172432
4156	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.462 752s	0.000 553	05.173395
4157	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.467 787s	0.005 035	05.178420
4158	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.469 267s	0.007 480	05.179930
4159	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.469 564s	0.000 297	05.180137
4160	192.168.2.2	192.168.2.6	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.469 660s	0.000 196	05.180233
4161	192.168.2.2	192.168.2.4	159	Oct 7, 2010	11:35m 23.473 596s	0.003 536	05.184229
4162	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 7, 2010	11:35m 23.478 420s	0.004 824	05.189053
4163	192.168.2.2	192.168.2.4	1167	Oct 7, 2010	11:35m 23.478 549s	0.000 130	05.189132
4164	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.483 254s	0.004 704	05.193837
4165	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.489 517s	0.000 261	05.194117
4166	192.168.2.4	192.168.2.2	142	Oct 7, 2010	11:35m 23.486 442s	0.002 527	05.197075
4167	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.491 357s	0.004 015	05.201030
4168	192.168.2.2	192.168.2.6	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.491 451s	0.000 094	05.202034
4169	192.168.2.2	192.168.2.4	148	Oct 7, 2010	11:35m 23.496 153s	0.003 702	05.205736
4170	192.168.2.4	192.168.2.2	108	Oct 7, 2010	11:35m 23.498 098s	0.002 545	05.208731
4171	192.168.2.2	192.168.2.4	64	Oct 7, 2010	11:35m 23.498 135s	0.000 137	05.208738
4172	192.168.2.6	192.168.2.2	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.499 700s	0.007 564	05.210333
4173	192.168.2.2	192.168.2.5	126	Oct 7, 2010	11:35m 23.499 940s	0.000 240	05.210573
4174	192.168.2.4	192.168.2.2	144	Oct 7, 2010	11:35m 23.511 418s	0.011 478	05.222051
4175	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 7, 2010	11:35m 23.511 999s	0.000 581	05.222632
4176	192.168.2.2	192.168.2.4	67	Oct 7, 2010	11:35m 23.512 029s	0.000 030	05.222652
4177	192.168.2.4	192.168.2.2	87	Oct 7, 2010	11:35m 23.512 393s	0.000 365	05.223026
4170	192.168.2.5	192.168.2.2	1510	Oct 7, 2010	11:35m 23.514 005s	0.007 011	05.224030
4179	192.168.2.5	192.168.2.2	1518	Oct 7, 2010	11:35m 23.514 365s	0.000 360	05.224998
4180	192.168.2.2	192.168.2.5	64	Oct 7, 2010	11:35m 23.514 382s	0.000 018	05.225015

Anexo 16. Especificación del Tráfico de voz-video del sexto con QoS



Anexo 17. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs del sexto escenario con QoS



Anexo 18. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios con QoS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las pruebas realizadas sin tráfico en la red, es decir en las Mejores Condiciones, Sin QoS.

TRAFICO FTP

Packets: 4,085 Packets Processed: 4,085 %Packets Processed: 100.0%									
Station1/Port -> ^	<- Station2/Port	Protocol	Status	Fackets ->	<- Packets	Bytes ->	<- Bytes	Response Time (ms) ->	<- Response Time (ms)
192.168.2.2	192.168.2.4/21	ftp-control	■	40	38	3003	3826	32.954	19.505
192.168.2.2	192.168.2.4		■	2295	1380	3.76e6	652492	0.745	56.403
192.168.2.4	192.168.2.2/21	ftp-control	■	32	33	2736	3697	65.933	40.445

Anexo 19. Tráfico de Datos en el mejor de los casos sin QoS

Packets: 4,085 First: 1 Last: 4,085 Selected: 476 Offset: 0							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
476	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.071 507s	0.000 667	12.111319
477	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.071 533s	0.000 027	12.111345
478	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.071 561s	0.000 028	12.111373
479	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.076 710s	0.005 148	12.116522
480	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.076 737s	0.000 027	12.116549
481	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.076 824s	0.000 087	12.116636
482	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 280s	0.000 456	12.117092
483	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 305s	0.000 025	12.117117
484	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 328s	0.000 023	12.117140
485	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 417s	0.000 089	12.117229
486	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 441s	0.000 024	12.117253
487	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.077 464s	0.000 022	12.117276
488	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.078 445s	0.000 981	12.118257
489	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.078 466s	0.000 021	12.118278
490	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.078 497s	0.000 031	12.118309
491	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.080 303s	0.001 806	12.120115
492	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.080 327s	0.000 024	12.120139
493	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.080 350s	0.000 023	12.120162
494	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.086 718s	0.006 368	12.126530
495	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.086 753s	0.000 035	12.126565
496	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.086 845s	0.000 092	12.126657
497	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.088 324s	0.001 479	12.128136
498	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.088 345s	0.000 021	12.128157
499	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.088 431s	0.000 086	12.128243
500	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.094 860s	0.006 428	12.134672
501	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.094 892s	0.000 033	12.134704
502	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.094 992s	0.000 100	12.134804
503	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.096 225s	0.001 232	12.136037
504	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.096 278s	0.000 053	12.136090
505	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.096 368s	0.000 090	12.136180
506	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:13m 38.097 524s	0.001 157	12.137336
507	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10h:13m 38.097 546s	0.000 022	12.137358

Anexo 20. Especificación del Tráfico de Datos en el mejor de los casos sin QoS

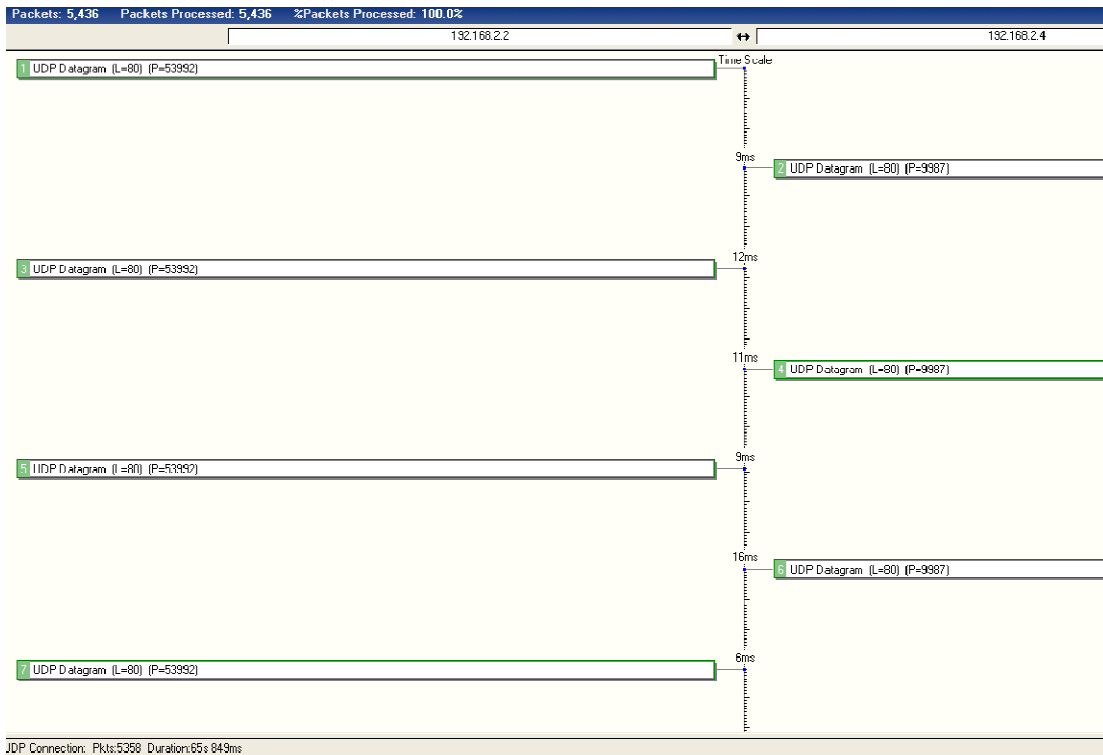
TRAFICO DE VOZ

Packets: 5,436 Packets Processed: 5,436 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port > ▲	< Station2/Port	Protocol	Status	Packets >	< Packets	Bytes >	< Bytes
192.168.2.2	192.168.2.4		■	1931	3422	234626	423174
192.168.2.2/9987	192.168.2.4/53992	RTP/Dynamic	■	4	1	256	64
192.168.2.255 (Multi)	192.168.2.2/138	NetRINS.dat	■	0	1	0	247

Anexo 21. Tráfico de Voz en el mejor de los casos sin QoS

Packets: 5,436		First: 1		Last: 5,436		Selected: 1		Offset: - - -	
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time		
1	Expert Information	Exper. Information	- - -	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.844.943s	0.000.000	00.000000		
2	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.850.923s	0.005.972	00.005572		
3	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.863.513s	0.009.592	00.015565		
4	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.872.527s	0.012.014	00.027579		
5	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.883.813s	0.011.289	00.038668		
6	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.893.483s	0.009.673	00.048541		
7	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.909.913s	0.016.430	00.064571		
8	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.915.473s	0.006.560	00.071531		
9	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.930.802s	0.014.323	00.085554		
10	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.937.753s	0.006.956	00.092610		
11	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.949.793s	0.012.032	00.104642		
12	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.953.653s	0.008.864	00.113706		
13	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.963.704s	0.011.049	00.124756		
14	192.168.2.2	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.973.687s	0.009.983	00.134739		
15	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 13.983.477s	0.000.790	00.135529		
16	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.009.337s	0.028.860	00.164389		
17	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.014.159s	0.004.822	00.169311		
18	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.014.293s	0.000.131	00.169342		
19	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.025.513s	0.011.220	00.180562		
20	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.029.112s	0.003.602	00.184164		
21	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.045.567s	0.017.455	00.201619		
22	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.051.603s	0.005.041	00.206660		
23	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.051.704s	0.000.096	00.206756		
24	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.067.094s	0.015.389	00.222145		
25	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.073.013s	0.011.925	00.234770		
26	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.083.363s	0.009.344	00.243415		
27	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.093.143s	0.010.786	00.254200		
28	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.111.403s	0.012.251	00.266451		
29	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.113.134s	0.007.734	00.274186		
30	192.168.2.4	132.158.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.123.803s	0.010.670	00.284655		
31	192.168.2.2	132.158.2.4	126	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.131.384s	0.001.580	00.286436		
32	192.168.2.2	132.158.2.4	64	Oct 21, 2010	10h:3 m 14.153.291s	0.024.907	00.311343		

Anexo 22. Especificación del Tráfico de Voz en el mejor de los casos sin QoS



Anexo 23. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs en el mejor de los casos sin QoS

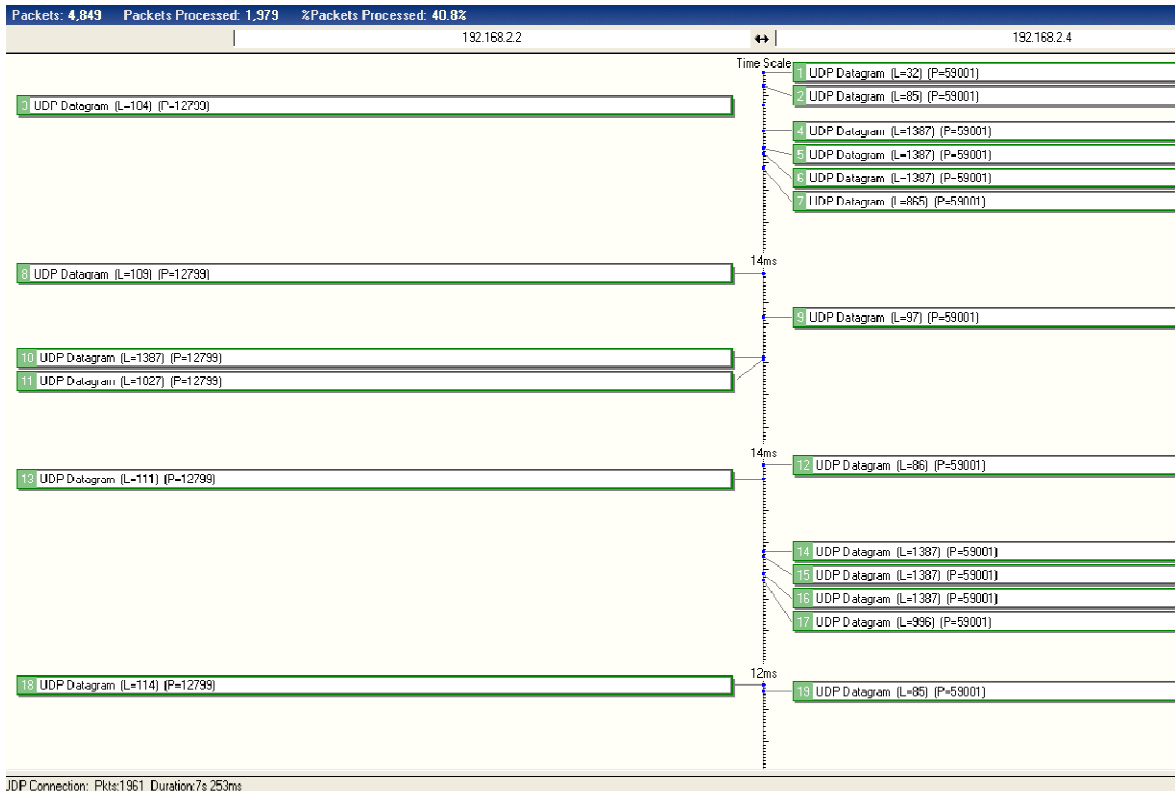
TRAFICO DE VOZ-VIDEO

Packets: 4,849 Packets Processed: 4,849 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port --> ▲	<-- Station2/Port	Protocol	Status	Packets -->	<-- Packets	Bytes -->	<-- Bytes
192.168.2.2	192.168.2.4		■	1898	2328	1.31e6	1.95e6
192.168.2.2/59001	192.168.2.4/12799	RTP/Dynamic	■	254	336	162479	303893

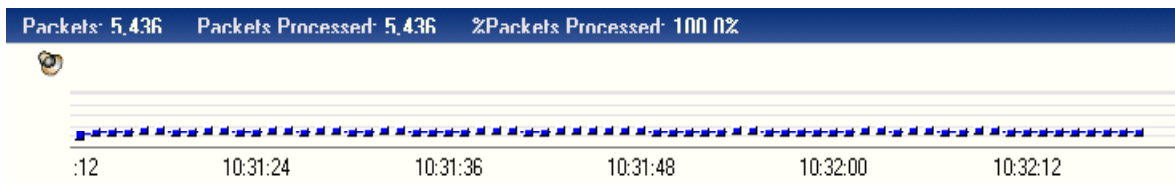
Anexo 24. Tráfico de voz-video en el mejor de los casos sin QoS

Packets: 4,849 First: 1 Last: 4,849 Selected: 1 Offset: - - -							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
1	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 21, 2010	10h:45m 09.527 388s	0.000 000	00.000000
2	192.168.2.4	192.168.2.2	78	Oct 21, 2010	10h:45m 09.535 162s	0.007 774	00.007774
3	192.168.2.4	192.168.2.2	131	Oct 21, 2010	10h:45m 09.536 030s	0.000 868	00.008642
4	192.168.2.2	192.168.2.4	150	Oct 21, 2010	10h:45m 09.537 238s	0.001 208	00.009850
5	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.538 901 s	0.001 663	00.011513
6	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.540 023s	0.001 123	00.012635
7	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.540 360s	0.000 336	00.012971
8	192.168.2.4	192.168.2.2	911	Oct 21, 2010	10h:45m 09.541 334s	0.000 974	00.013946
9	192.168.2.2	192.168.2.4	155	Oct 21, 2010	10h:45m 09.555 464s	0.014 130	00.028076
10	192.168.2.4	192.168.2.2	143	Oct 21, 2010	10h:45m 09.550 202s	0.002 730	00.030014
11	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.560 790s	0.002 588	00.033402
12	192.168.2.2	192.168.2.4	1073	Oct 21, 2010	10h:45m 09.560 926s	0.000 136	00.033538
13	192.168.2.4	192.168.2.2	132	Oct 21, 2010	10h:45m 09.575 323s	0.014 397	00.047935
14	192.168.2.2	192.168.2.4	157	Oct 21, 2010	10h:45m 09.576 247s	0.000 924	00.048859
15	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.580 827s	0.004 580	00.053439
16	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.581 212s	0.000 385	00.053824
17	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.582 317s	0.001 105	00.054929
18	192.168.2.4	192.168.2.2	1042	Oct 21, 2010	10h:45m 09.582 749s	0.000 432	00.055361
19	192.168.2.2	192.168.2.4	160	Oct 21, 2010	10h:45m 09.595 741 s	0.012 992	00.068353
20	192.168.2.4	192.168.2.2	131	Oct 21, 2010	10h:45m 09.596 174s	0.000 432	00.068786
21	192.168.2.2	192.168.2.4	156	Oct 21, 2010	10h:45m 09.617 012s	0.020 839	00.089624
22	192.168.2.4	192.168.2.2	133	Oct 21, 2010	10h:45m 09.617 627s	0.000 615	00.090239
23	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.622 338s	0.004 710	00.094949
24	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.622 995s	0.000 658	00.095607
25	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.623 429s	0.000 434	00.096041
26	192.168.2.4	192.168.2.2	902	Oct 21, 2010	10h:45m 09.624 126s	0.000 697	00.096738
27	192.168.2.2	192.168.2.4	78	Oct 21, 2010	10h:45m 09.625 010s	0.000 884	00.097622
28	192.168.2.4	192.168.2.2	133	Oct 21, 2010	10h:45m 09.635 503s	0.010 494	00.108115
29	192.168.2.2	192.168.2.4	155	Oct 21, 2010	10h:45m 09.636 233s	0.000 729	00.108845
30	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 21, 2010	10h:45m 09.641 781 s	0.005 548	00.114393
31	192.168.2.2	192.168.2.4	1171	Oct 21, 2010	10h:45m 09.641 934s	0.000 153	00.114546
32	192.168.2.4	192.168.2.2	120	Oct 21, 2010	10h:45m 09.656 333s	0.014 400	00.128945

Anexo 25. Especificación del Tráfico de voz-video en el mejor de los casos sin QoS



Anexo 26. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs en el mejor de los casos sin QoS



Anexo 27. Grafica del Ancho de Banda Usado en el mejor de los casos sin QoS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las pruebas realizadas sin tráfico en la red del Ambiente 3.

EXPERIMENTO 7. TRAFICO FTP

Packets: 3,804 Packets Processed: 3,804 %Packets Processed: 100.0%									
Station1/Port ->	<- Station2/Port	Protocol	Status	Packets ->	<- Packets	Bytes ->	<- Bytes	Response Time (ms. ->)	<- Response Time (ms.)
192.168.2.2	192.168.2.4		■	2215	1565	271e6	1.06e6	0.033	97.794
192.168.2.2	192.168.2.4/21	ftp-control	■	3	3	205	265	60.694	108.457

Anexo 28. Tráfico de Datos en las mejores condiciones con QoS

Packets: 3,804 First: 1 Last: 3,804 Selected: 1 Offset: - - -								
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time	
1	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 21, 2010	10:52m 35.570 321s	0.000 000	00.000000	
2	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.573 416s	0.003 095	00.003095	
3	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.573 446s	0.000 030	00.003125	
4	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.573 539s	0.000 092	00.003217	
5	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.574 530s	0.000 991	00.004209	
5	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.574 555s	0.000 025	00.004254	
7	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.574 642s	0.000 086	00.004320	
3	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.575 656s	0.001 015	00.005335	
3	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.575 677s	0.000 021	00.005356	
10	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.575 700s	0.000 023	00.005379	
11	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.576 490s	0.000 789	00.006169	
12	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.576 514s	0.000 024	00.006192	
13	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.576 538s	0.000 024	00.006216	
14	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 020s	0.002 482	00.008659	
15	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 069s	0.000 049	00.008748	
16	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 201s	0.000 132	00.008860	
17	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 336s	0.000 135	00.009015	
18	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 355s	0.000 019	00.009034	
19	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 378s	0.000 023	00.009057	
20	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 506s	0.000 128	00.009165	
21	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 525s	0.000 019	00.009204	
22	192.168.2.2	192.168.2.4	1510	Oct 21, 2010	10:52m 35.579 547s	0.000 021	00.009225	
23	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.582 758s	0.003 212	00.012437	
24	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.582 789s	0.000 030	00.012468	
25	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.582 953s	0.000 165	00.012632	
26	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 076s	0.000 123	00.012755	
27	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 096s	0.000 019	00.012775	
28	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 117s	0.000 022	00.012796	
29	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 204s	0.000 086	00.012863	
30	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 223s	0.000 019	00.012902	
31	192.168.2.2	192.168.2.4	1518	Oct 21, 2010	10:52m 35.583 244s	0.000 021	00.012923	
32	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10:52m 35.585 140s	0.001 896	00.014818	

Anexo 29. Especificación del Tráfico de Datos en las mejores condiciones con QoS

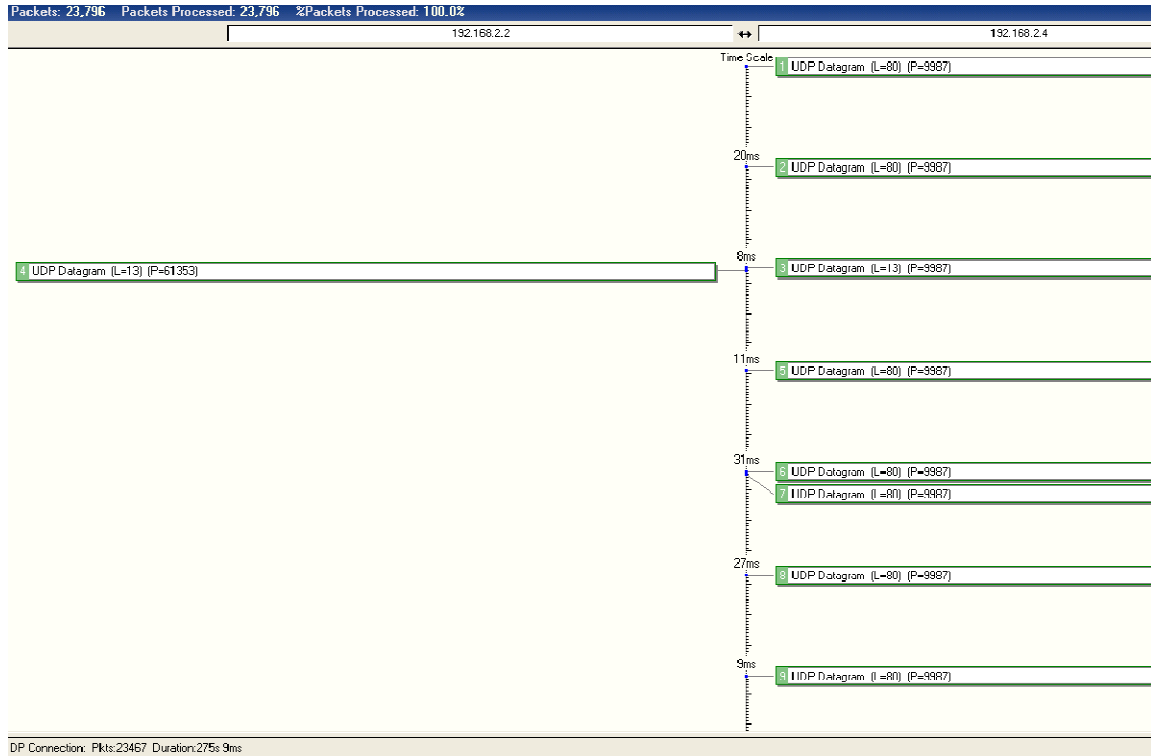
EXPERIMENTO 8. TRAFICO DE VOZ

Packets: 23,796 Packets Processed: 23,796 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port -> ▲	<- Station2/Port	Protocol	Status	Packets ->	<- Packets	Bytes ->	<- Bytes
114-39-225-238.dyn...	192.168.2.2		■	1	1	64	81
192.168.2.2	192.168.2.4		■	9192	14266	1.12e6	1.76e6
192.168.2.2	ip-213-220-223-207....		■	1	1	83	64
192.168.2.2	192.168.2.1/53	DNS	■	3	3	272	728
192.168.2.2	hardy.teamspeak.4pl...		■	2	2	146	128
192.168.2.2/9907	192.168.2.4/61353	RTP/Dynamic	■	4	5	256	320
adsl-69-183-243-49....	192.168.2.2		■	1	1	64	79

Anexo 30. Tráfico de voz en las mejores condiciones con QoS

Packets: 23,796 First: 1 Last: 23,796 Selected: 1 Offset: - - -							
Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Diff. Time	Relative Time
1	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 21, 2010	10h:58m 13.452 846s	0.000 000	00.000000
2	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.456 288s	0.003 442	00.003442
3	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.476 307s	0.020 018	00.023461
4	192.168.2.4	192.168.2.2	64	Oct 21, 2010	10h:58m 13.484 891s	0.008 584	00.032045
5	192.168.2.2	192.168.2.4	64	Oct 21, 2010	10h:58m 13.485 107s	0.000 217	00.032261
6	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.496 410s	0.011 303	00.043564
7	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:50m 13.527 451s	0.031 041	00.074605
8	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.527 658s	0.000 207	00.074812
9	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.555 511s	0.027 853	00.102665
10	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.565 457s	0.009 946	00.112611
11	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.585 373s	0.019 916	00.132527
12	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.605 365s	0.019 992	00.152519
13	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.627 427s	0.022 062	00.174581
14	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.647 265s	0.019 838	00.194419
15	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.667 209s	0.019 944	00.214363
16	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.697 072s	0.029 863	00.244226
17	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.717 047s	0.019 976	00.264201
18	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.737 876s	0.020 829	00.285030
19	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.760 284s	0.022 408	00.307438
20	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.783 247s	0.022 963	00.330401
21	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.796 601s	0.013 354	00.343755
22	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.816 051s	0.019 451	00.363205
23	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.846 440s	0.030 389	00.393594
24	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.847 741s	0.001 301	00.394895
25	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.866 422s	0.018 680	00.413576
26	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.886 488s	0.020 066	00.433642
27	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.906 269s	0.019 782	00.453423
28	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.936 024s	0.029 755	00.483178
29	192.168.2.4	192.168.2.2	126	Oct 21, 2010	10h:58m 13.948 002s	0.011 978	00.495157

Anexo 31. Especificación del Tráfico de voz en las mejores condiciones con QoS



Anexo 32. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz entre las dos PCs en las mejores condiciones con QoS

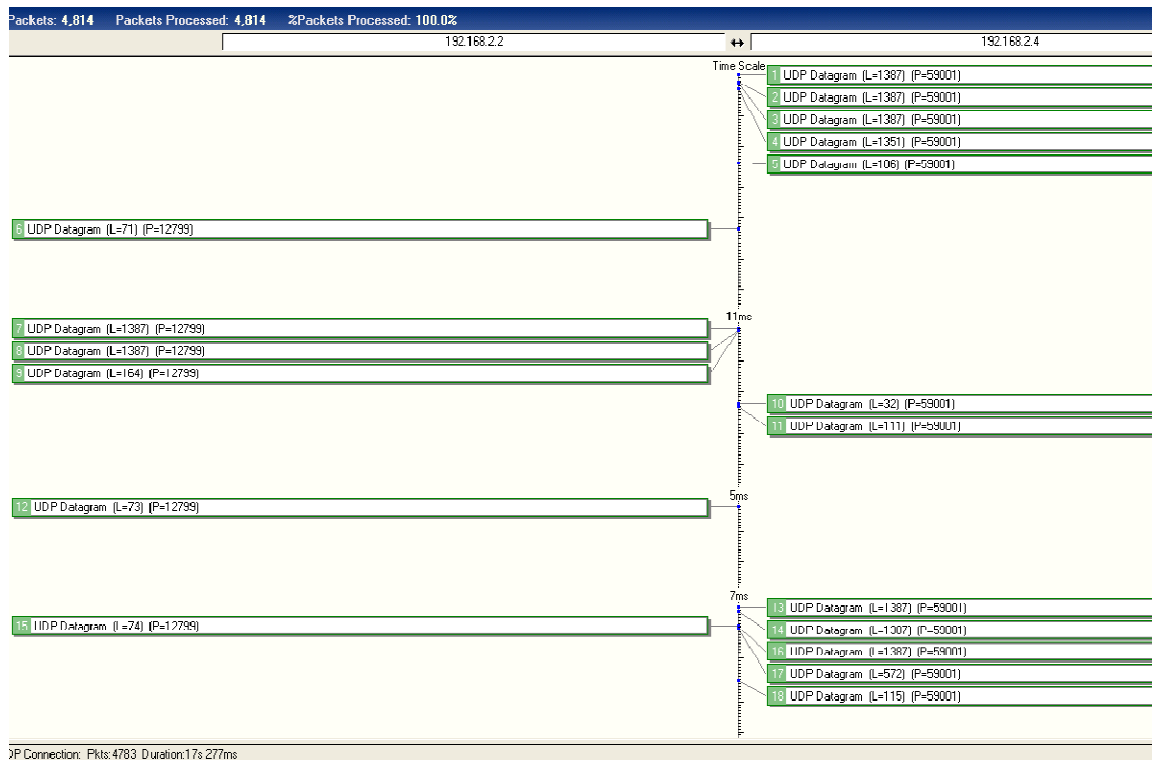
EXPERIMENTO 9. TRAFICO DE VOZ-VIDEO

Packets: 4,814 Packets Processed: 4,814 %Packets Processed: 100.0%							
Station1/Port -> ▲	<- Station2/Port	Protocol	Status	Packets ->	<- Packets	Bytes ->	<- Bytes
192.168.2.2	192.168.2.4		■	1824	2396	1.20e6	2.07e6
192.168.2.2/59001	192.168.2.4/12799	RTP/Dynamic	■	226	337	153421	303039

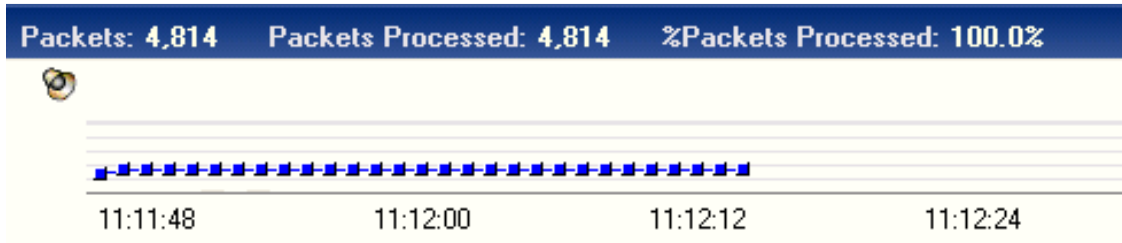
Anexo 33. Tráfico de voz-video en las mejores condiciones con QoS

Pkt	Source	Destination	Size	Date	Day Time	Dif. Time	Relative Time
Packets: 4,814 First: 1 Last: 4,814 Selected: 1 Offset: - - -							
	Expert Information	Expert Information	- - -	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.730 503s	0.000 700	00.000000
2	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.740 518s	0.009 315	00.009615
3	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.741 040s	0.000 522	00.010138
4	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.741 128s	0.000 388	00.010225
5	192.168.2.4	192.168.2.2	1397	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.741 520s	0.000 401	00.010627
6	192.168.2.4	192.168.2.2	152	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.746 440s	0.004 310	00.015537
7	192.168.2.2	192.168.2.4	117	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.750 788s	0.004 348	00.019885
8	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.761 831s	0.011 342	00.030928
9	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.762 003s	0.000 172	00.031100
10	192.168.2.2	192.168.2.4	210	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.762 057s	0.000 354	00.031155
11	192.168.2.4	192.168.2.2	78	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.766 503s	0.004 346	00.036001
12	192.168.2.4	192.168.2.2	157	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.767 140s	0.000 245	00.036245
13	192.168.2.2	192.168.2.4	119	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.772 419s	0.005 271	00.041516
14	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.780 343s	0.007 324	00.049440
15	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.780 675s	0.000 332	00.049772
16	192.168.2.2	192.168.2.4	120	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.781 643s	0.000 369	00.050741
17	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.781 732s	0.000 389	00.050829
18	192.168.2.4	192.168.2.2	618	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.781 529s	0.000 197	00.051026
19	192.168.2.4	192.168.2.2	16	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.785 421s	0.003 403	00.054510
20	192.168.2.2	192.168.2.4	119	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.801 053s	0.015 531	00.070150
21	192.168.2.4	192.168.2.2	169	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.806 239s	0.005 186	00.075336
22	192.168.2.2	192.168.2.4	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.815 165s	0.008 327	00.084263
23	192.168.2.2	192.168.2.4	1178	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.815 223s	0.000 158	00.084421
24	192.168.2.2	192.168.2.4	130	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.820 018s	0.004 395	00.089415
25	192.168.2.2	192.168.2.2	1441	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.821 112s	0.000 794	00.090209
26	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.822 060s	0.001 540	00.091757
27	192.168.2.4	192.168.2.2	1433	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.823 058s	0.000 398	00.092755
28	192.168.2.4	192.168.2.2	1175	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.823 051s	0.000 293	00.093048
29	192.168.2.4	192.168.2.2	159	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.827 154s	0.003 203	00.096251
30	192.168.2.2	192.168.2.4	129	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.844 058s	0.017 704	00.113955
31	192.168.2.4	192.168.2.2	153	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.845 077s	0.000 219	00.114174
32	192.168.2.2	192.168.2.4	118	Oct 21, 2010	11h:1 m 46.862 036s	0.016 359	00.131138

Anexo 34. Especificación del Tráfico de voz-video en las mejores condiciones con QoS



Anexo 35. Tiempos de transmisión de los diferentes paquetes de voz-video entre las dos PCs en las mejores condiciones con QoS



Anexo 36. Grafica del Ancho de Banda Usado en los escenarios sin QoS

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6971	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

Anexo 37. Tabla de Chi-Cuadrado

BIBLIOGRAFIA

1. ANCHO DE BANDA: Significado, Uso Comun. (2009/10/23)
http://es.wikipedia.org/wiki/Ancho_de_banda
(2010/03/05)
2. FAUSAC, Dr. Luis Mejía. Prueba Chi-cuadrado. (28 Agosto de 2008)
http://www.ub.es/aplica_infor/spss/cap5-2.htm
(2010/10/07)
3. Grupo de trabajo WLAN. Estándar Wifi 802.11. (10 de junio de 2008)
<http://grouper.ieee.org/groups/802/11>
(2010/03/06)
4. IEEE, Redes inalámbricas. (20 de junio 2008)
<http://standards.ieee.org/wireless>
(2010/03/12)
5. INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE).
Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements: IEEE
802.11e. New York:IEEE, 2008. pp. 20-25
6. JITTER: Causas, soluciones y valores recomendados. (2009/11/26)
http://www.VoIPforo.com/QoS/QoS_Jitter.php
(2010/04/05)
7. KOUCHERYAVY, Yevgeni. Traffic and Qos Management in Wireless
Multimedia Networks. New York: Springer, 2009. pp. 20-26
8. PERDIDA DE PAQUETES: Causas, soluciones, interpretación.
(2009/05/26)
http://www.voipforo.com/QoS/QoS_PacketLoss.php

(2010/04/13)

9. REID, Neil y SEIDE, Ron. Manual de Redes Inalámbricas. New York: McGraw-Hill, 2008. pp. 143-145

10. RETARDO: Causas, soluciones. (2010/03/23)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Retardo>

(2010/04/22)

11. RODRIGUEZ SALAS, José Antonio. GESTIÓN DE RECURSOS PARA SERVICIOS DE TIEMPO REAL SOBRE REDES WLAN. (2009/07/25)

http://tstc.ugr.es/it/pfc/proyectos_realizados/downloads/Memoria_JoseAntonioRodriguez.pdf

(2010/05/03)

12. STALLINGS W. 2004. Comunicaciones y Redes de Computadores. Traducido del Inglés por Jesús Díaz Verdejo y Juan José Ramos. 7. Ed. Madrid, España. Pearson Educación. 896p.

13. TORRES AGUILERA, Alejandro. Factores que Afectan la Calidad de la VoIP. (2009/01/14)

<http://atorresa.spaces.live.com/blog/cns!95CE28337639F962!177.english>

(2010/05/10)