



**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
“CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

TÍTULO:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL
SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA EN LA
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS”**

Presentado por:

PAVEL DÍAZ PUERMA

Tutor:

ING. JUAN MANUEL CASTELLANOS

Cienfuegos, junio de 2016.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A mi tutor, a mi familia que me apoyaron en todo momento, a mis padres que siempre estuvieron a mi lado al igual que mi novia un beso para todos, se los agradezco, muchas gracias.

RESUMEN

El desarrollo de las tecnologías constituye una fuente importante de ingresos del conocimiento en lo estudiantes universitarios de hoy en día para lo que se requiere el estudio e implementación de un nuevo modelo, donde los recursos disponibles del país sean capaces de satisfacer las demandas exigidas. Se propone implementar un servicio de videoconferencia basada en software libre en la Universidad de Cienfuegos: “Carlos Rafael Rodríguez”. Se identificaron los protocolos de red, las normas y los códec de audio/video necesarios para hacer posible el uso del nuevo servicio, se diseñó la red de datos de la Universidad de Cienfuegos, se determinó el hardware y el software que necesitan los clientes y el servidor, se calculó el ancho de banda necesario, se realizó el análisis de ahorro y costos de inversión y se propuso instalar en un servidor con sistema operativo Proxmox, en el cual luego se monta una máquina virtual con sistema operativo Ubuntu 14.04 que es el que necesita el software para videoconferencias oIP OpenMeetings.

ÍNDICE

Contenido

Introducción	5
Capítulo 1 Normas y estándares a emplear en videoconferencias oIP.	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Uso de la videoconferencia.	12
1.3 Modalidades de videoconferencia.	13
1.4 Fundamentos Tecnológicos de videoconferencias oIP.	14
1.5 Elementos Básicos de un Sistema de videoconferencia.	17
1.6 Protocolos y Normas utilizados en la videoconferencia.	18
1.7 Conclusiones Parciales.	24
Capítulo 2 Tecnologías a utilizar para el Servicio de videoconferencia oIP en la Universidad de Cienfuegos.	26
2.1 Introducción.....	26
2.2 Caracterización de la red de Datos de la Universidad de Cienfuegos.	26
2.3 Comparación entre los códec más importantes para videoconferencias oIP.	28
2.4 Comparación entre los softwares existentes.	31
2.5 Seguridad en videoconferencias oIP.....	36
2.6 Conclusiones parciales.....	37
Capítulo 3 Propuesta de Implementación.....	38
3.1 Introducción.....	38
3.2 Instalación de OpenMeetings en el servidor (hardware y software).	38
3.3 Requerimientos de Hardware y Software de los clientes.....	43
3.4 Cálculo de ancho de banda requerido.	44
3.5 Cálculo de Inversión y ahorro de costos.	44
3.6 Conclusiones parciales.....	47
Conclusiones Generales.	48
Referencia Bibliográfica.....	49
Bibliografía	52
Glosario de Términos	57
Anexos	58

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)[1] son un concepto asociado al de la informática siempre que se trate el mismo como el conjunto de recursos, procedimientos y técnicas usadas en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información. Las TIC se pueden clasificar como: las redes, los terminales y los servicios, a través de las cuales se pueden realizar videoconferencias oIP, las redes para interconectar los terminales por los diferentes accesos que estas brindan, los terminales son las computadoras personales que utilizan las personas que participarán y se beneficiarán de las videoconferencias oIP (sobre Protocolo de Internet) y los servicios que son los encargados de permitir la misma. La necesidad de atender a un mayor número de la población y con mejores recursos está forzando a las organizaciones educativas a ofrecer alternativas que promuevan el proceso enseñanza-aprendizaje con el apoyo de diversos medios de educación, entre ellos la Educación a Distancia, los conceptos utilizados para referirse a la Educación a Distancia han perdido significado[2]; es el caso de los términos “presencial – no presencial”. Hasta la actualidad se entendía que en la Educación Presencial el maestro estaba frente a sus alumnos y compartían el mismo espacio, en cambio parecía claro que la Educación No Presencial se hacía a distancia y por lo tanto alumnos y profesores no se encontraban en el mismo sitio en el momento de aprender. Los nuevos medios telemáticos han cambiado este concepto, permitiendo ahora la Educación a Distancia Presencial en la que se logra una presencia virtual y los profesores y alumnos interactúan cara a cara, mediante una pantalla de ordenador y es precisamente donde la tecnología de la videoconferencia cuenta con un gran campo de acción.

La videoconferencia es una conexión entre dos o más personas las cuales pueden verse, oírse, conversar e intercambiar recursos e información por lejos que se encuentren. Estas permiten establecer reuniones, clases, consultas y el intercambio de información gráfica, imágenes, posibilita la transferencia de archivos, audio y video[3]. Está basada en la compresión digital de los flujos de audio y video en tiempo real. En la actualidad las videoconferencias realizadas son de alta calidad

tanto de transferencia de archivos como de audio y video con un costo accesible a la mayoría de los interesados, se deja atrás las limitaciones técnicas que estas poseían, tales como sonido deficiente, mala calidad de las imágenes, poca fiabilidad, complejidad y los elevadísimos costos ya sea de mantenimiento o de adquisición. Por tanto, las videoconferencias ofrecen hoy en día una solución a la necesidad de comunicación, ya que brindan transmisión/recepción de información visual y sonora entre puntos distantes, se evitan los gastos y pérdida de tiempo que implican el traslado físico de las personas.

Estas ventajas hacen a la videoconferencia el segmento de mayor crecimiento en el área de las telecomunicaciones de la actualidad.

Antecedentes.

Los primeros sistemas de videoconferencia datan de 1936[4], por lo general se componían de dos sistemas de circuito cerrado de televisión conectados por cable coaxial o radio. La Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) utilizó dos enlaces de radiofrecuencia Ultra Alta o Muy Alta (UHF o VHF), uno en cada dirección durante los primeros vuelos espaciales tripulados, luego se realizaban por enlaces móviles a los satélites, pero esta técnica era costosa y no podían ser utilizadas en aplicaciones como la telemedicina, educación a distancia o reuniones de negocios.

Los primeros sistemas desarrollados por American Telephone and Telegraph (AT&T) en utilizar las redes de telefonía normal para transmitir video, no funcionaron debido a la mala calidad de imagen y la falta de técnicas eficientes de compresión de video. No fue hasta la década de los 80 que la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) lo hizo posible asegurando una velocidad mínima de 128 kb/s para video comprimido y audio. Uno de los primeros sistemas de videoconferencia comercial vendida a las empresas provino de PictureTel Corp. a finales del 84.

En la década del 90 evolucionaron con gran rapidez y poniéndolo a disposición del público en general a un costo razonable, esta se basaba en Protocolo de Internet (IP) y se desarrollaron tecnologías de compresión de video eficaces, permitiendo videoconferencias desde Computadoras Personales (PC) sobre IP (oIP). En el año 1995 Intel y Microsoft trabajaron en conjunto para una estandarización de

actividades para sistemas de comunicación de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP), que luego fue utilizada en misiones de paz y Juegos Olímpicos.

En la década del 2000 se popularizó a través de servicios de Internet gratuitos como Messenger o iChat, en el 2005 aparecen los primeros sistemas de alta definición de videoconferencia, los cuales fueron exhibidos en la feria tecnológica de Los Ángeles capaz de proporcionar 30 fps (fotogramas por segundo: número determinado de píxeles que se distribuyen a lo largo de una red de texturas). Meses después NETConference mostró su plataforma de videoconferencias Online, la primera en servicios distribuidos en la nube, esta plataforma superó las expectativas dadas sus avanzadas características y calidad de servicios, ofreciendo varias calidades de video e incluyendo la Seguridad en las comunicaciones que cifran las conexiones, y permiten a las empresas y entidades, medidas eficaces en materia de seguridad de comunicaciones.

Situación problemática.

Las videoconferencias en los últimos años han ido ganando terreno gracias a la disminución de precios de los equipos empleados en las mismas, con las videoconferencias una reunión crítica solo puede tardar minutos en organizarse, previenen errores y siempre están disponibles, la información es exacta y en tiempo real. Cancelar, adelantar, aplazar o convocar a una reunión, clase o conferencia es fácil, eliminándose de esta manera los problemas con la transportación y el tiempo.

Mayormente estas son usadas para:

Educación a distancia, formación continua, simposios, congresos, conferencias, cursos, seminarios, investigación y vinculación, reuniones de academia, reunión ejecutiva, juntas de directorio, contratación / entrevistas, supervisión, adiestramiento / capacitación, entrevistar candidatos para un determinado cargo en la empresa, dirigir la empresa efectivamente, manejar la unión o consolidación de empresas, administración de clientes en agencias de publicidad, desarrollo de ingeniería, coordinación de proyectos entre compañías, manejo de crisis, coordinación de fusiones y adquisiciones, gestión del sistema de información administrativa, gestión y apoyo de compra

/ ventas, acortar los ciclos de desarrollo de sus productos, comunicarse con sus proveedores y socios, mejorar la calidad de los productos, obtener soporte inmediato en productos o servicios extranjeros, servicio al cliente, actividad en bancos de inversión, aprobación de préstamos, estudios financieros, control de la manufactura, declaraciones ante la corte, diagnósticos médicos.

Actualmente la Universidad de Cienfuegos no cuenta con el servicio de videoconferencia oIP que le permita explotar todas las ventajas antes mencionadas. Lo que repercute de forma negativa en los postgrados ofrecidos por la institución a distancia, pérdidas de recursos en transporte para reunir al personal requerido en reuniones, e ineficiencia de los trabajadores y directivos del centro por el tiempo perdido.

A partir de esta situación se enunció el siguiente problema científico.

¿Cómo implementar el servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos acorde a sus necesidades?

Justificación del estudio:

No existe en la Universidad de Cienfuegos un sistema de videoconferencia sobre IP que permita impartir la educación a distancia.

Objetivos:

- **Objetivo general:**

Proponer la implementación de un servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos.

- **Objetivos específicos:**

- Identificar Protocolos y Normas en videoconferencias oIP necesarios para su implementación en la Universidad de Cienfuegos.
- Caracterizar la red de Datos Universidad de Cienfuegos en cuanto a topología de la red, ancho de banda y servicios brindados.

- Diseñar la red de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos.

Interrogantes Científicas.

¿Cuáles son los conceptos y normativas existentes que se deben tener en cuenta para la implementación de videoconferencias oIP?

¿Qué características de la red de datos de la Universidad de Cienfuegos se debe tener en cuenta para la propuesta de implementación del servicio de videoconferencia oIP?

¿Qué diseño de red se debe desarrollar y proponer para la implementación del servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos?

Tareas de investigación.

- Identificación de los Protocolos y Normas en videoconferencias oIP necesarios para su implementación en la Universidad de Cienfuegos.
- Caracterización de los requerimientos y necesidades de la Universidad de Cienfuegos que se deberán tener en cuenta en la implementación del servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos.
- Cálculo del ancho de banda requerido en la Universidad de Cienfuegos para implementar el servicio de videoconferencia oIP a partir de análisis de tele tráfico.
- Implementación de un servicio de videoconferencias oIP para la Universidad de Cienfuegos con las herramientas y sistemas adecuados, con prioridad al empleo de aplicaciones de Software Libre.

Aportes prácticos.

Con la ejecución del proyecto se dan soluciones con herramientas novedosas a la problemática existente debido al crecimiento y complejidad de la Universidad

permitiendo impartir clases, postgrados, reuniones y conferencias de calidad lo cual se considera un impacto tecnológico.

Con las nuevas herramientas se disminuye el tiempo empleado en el traslado de las personas involucradas en dichos eventos, se logra mayor satisfacción de los clientes, por lo que se logra un impacto social, lo que repercutirá sin dudas en un impacto económico favorable.

Para una mejor comprensión del trabajo el mismo está estructurado de la forma siguiente: Introducción, capítulos y conclusiones.

Estructura del Trabajo:

Introducción

Capítulo 1: Normas y estándares a emplear en videoconferencias oIP.

Se determinan los antecedentes y el estado actual de las normativas y estándares nacionales e internacionales que se emplean en la prestación de los servicios de videoconferencia, evaluándose su utilización en diferentes casos de estudio, a partir de los cuales se seleccionará la que resulta conveniente para la Universidad de Cienfuegos.

Capítulo 2: Tecnologías a utilizar para el Servicio de videoconferencia oIP en la Universidad de Cienfuegos.

Se selecciona la variante a emplear y se describen las características y especificidades de la Universidad de Cienfuegos. Se realiza un diseño del servicio de videoconferencia sobre IP mediante el estudio de tele tráfico referente al ancho de banda necesario en la Institución y, por último, se exponen los aspectos afines con las herramientas de software libre a utilizar.

Capítulo 3: Propuesta de implementación del Servicio de videoconferencia oIP para la Universidad de Cienfuegos.

Se realiza una descripción del diseño propuesto, para ello se emplean los esquemas físicos, topológicos y de servicios, así como los diagramas funcionales y las relaciones entre las partes funcionales del diseño. También se expone una propuesta de implementación del diseño y las etapas previstas para su completa

realización. Además, se describen las pruebas y análisis desarrolladas en los escenarios, finalmente se exponen los resultados de las validaciones realizadas.

Capítulo 1 Normas y estándares a emplear en videoconferencias oIP.

1.1 *Introducción.*

El uso de videoconferencias hoy en día se ha convertido en algo imprescindible. El hecho de tener la mejor tecnología no garantiza altos niveles de fiabilidad y utilidad óptimos. Una buena gestión de la implementación del servicio de videoconferencias, responsable y enfocada a dar valor añadido es lo que traerá esa calidad de servicio a la institución.

A lo largo de este capítulo se abordará lo referente a los fundamentos teóricos y tecnológicos del servicio de videoconferencias oIP, se enfatizan los marcos de trabajos públicos para poder decidir cuál será de los existentes el favorable para la implementación del servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos.

1.2 *Uso de la videoconferencia.*

El uso de la videoconferencia va a suponer modificaciones que afectarán a diferentes dimensiones de la educación como se plantea en el informe de Fernández y Palomino (1997) [2], en un resumen:

- El concepto de espacio como dimensión física: el uso de esta técnica supondrá un nuevo concepto de espacio educativo en el que se superan las barreras de la separación física existentes en la educación a distancia, sin llegar, tan siquiera acercarse a lo que es la dimensión de la enseñanza presencial; por no encontrarse físicamente el profesor y los estudiantes en el espacio educativo.
- El concepto de espacio como dimensión cultural: esta ruptura servirá para lograr un acercamiento entre diferentes culturas y el intercambio de experiencias favorecido por la incorporación de esta tecnología a la educación.

- Da lugar a nuevas esferas educativas (laboratorios, salones de reuniones, oficinas, departamentos) y la desaparición del aula como único lugar en el que se producen sesiones de enseñanza-aprendizaje.
- La figura del profesor sufre transformaciones: los cambios ocasionados pretenden que no ocurra lo que ha pasado hasta la actualidad igual que con toda nueva tecnología, y es que solo han servido para seguir haciendo las mismas cosas que se hacían desde un modelo tradicional de la educación; es necesario la amplificación y potenciación de la tecnología en las universidades y entidades de todo el país.
- Las videoconferencias promueven un nuevo rol del estudiante: este modelo de educación tiende a potenciar el trabajo del estudiante de forma independiente, pero de manera colaborativa. Ello hace necesario que el estudiante sea capaz de trabajar de forma interactiva y colaboradora con el resto de compañeros que se encuentren en su espacio contextual o en el ciberespacio. Mediante este valioso medio desempeñan un rol activo y participativo en la búsqueda, localización, intercambio e interpretación de la información.

1.3 Modalidades de videoconferencia.

Podemos encontrar diferentes clasificaciones en función de la variable a tener en cuenta[5].

1. Atendiendo al tipo de equipo con el que se realiza la videoconferencia:
 - **Sistemas para computadoras personales (PC):** Dos personas se comunican desde su propia computadora personal transmitiendo audio, video y archivos a través de la red de datos.
 - **Sistemas de Sobremesa:** Son utilizados cuando lo requieren, grupos medianos o reducidos que sencillamente no pueden utilizar solo dos computadoras personales.
 - **Sistemas de Sala:** Es una Multi-videoconferencia donde pueden participar un enorme número de personas activamente, transmitiendo audio, video y archivos desde un teatro o salón de reuniones.

2. En función del número de sitios enlazados[3]:
 - **Cuando son dos sitios enlazados** es llamada conferencia peer to peer (punto a punto), solo dos terminales.
 - **Cuando son más de dos sitios**, se le conoce como multipunto. Es necesario un equipo capaz de unir todos los terminales que participen en la videoconferencia.
3. Según el tipo de participación:
 - **Uno a uno**: videoconferencia entre dos personas solamente (Consultas de intercambio).
 - **Uno a varios**: Uno de los participantes difunde su información al resto de los participantes (Conferencias).
 - **Varios a Varios**: videoconferencia con 3 o más participantes en la que todos difunden información entre ellos (Reuniones).
4. Según la tecnología utilizada[5]:
 - **ATM**: Modo de Transferencia Asíncrona o Asynchronous Transfer Mode, permite mejor calidad, igualada a la de la televisión digital por estar basada en tecnología de banda ancha. Aunque no ha sido lo esperado por no llegar a velocidades de 622 Mb/s (Mega bit: unidad de medida utilizada en la transmisión de datos en forma telemática); las perspectivas de futuro están en Voz oIP y videoconferencias oIP.
 - **RDSI**: La Red Digital de Servicios Integrados no utiliza internet, sino que transmite la videoconferencia sobre la red telefónica.
 - **H.323**: Sistema de videoconferencia por Internet para ser utilizado por usuarios finales (por ejemplo, es el que utiliza el conocido OpenMeetings).

1.4 Fundamentos Tecnológicos de videoconferencias oIP.

Los sistemas de videoconferencias operan sobre los mismos principios. Sus características principales son la preparación, recepción, procesado y difusión de la señal digital, este proceso es necesario porque la señal analógica no puede ser transmitida por la red de datos; se realiza la digitalización de la misma para así poder

ser transmitida. Una vez producida la digitalización, las videoconferencias pueden realizarse sobre cualquier medio de comunicación tanto terrestre (cable de par trenzado, fibra óptica) como aéreo (satélite).[2]

Las velocidades posibles de transmisión han ido en incremento desde 64 Kbits/s a 2 Mbits/s (en equipos comerciales comunes al alcance de todos); este incremento se debe a la mejora de la calidad de las videoconferencias.

Los sistemas de videoconferencias siguen 4 pasos fundamentales:

- **Compresión de Imagen.**
 - **Estándares.**
 - **Infraestructura de Comunicación.**
 - **Técnicas de Realización.**
- **Compresión de Imagen**[6]: es el códec (Codificador/Decodificador) denominado corazón del sistema, el que realiza una compresión de la imagen. Los datos se comprimen en el equipo de origen, viajan comprimidos por el medio de comunicación empleado y se descomprimen en el destino. Por la cual la calidad de imagen percibida está en función del nivel de compresión ofrecido y de la capacidad de transmisión de los datos.
- En décadas anteriores se necesitaban de 6 Mb/s para la transmisión de videoconferencia, pero los requerimientos iniciales han ido en decadencia al llegar a transmitir sobre 64 Kbits/s, gracias a los grandes avances de la tecnología.
- **Estándares:** El estándar H.323[7] (antiguamente el H.320) es un conjunto de normas propuestas por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), define los protocolos que serán usados para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. H.323 tiene referencias hacia protocolos de la (ITU) como:

- H.255.0: Protocolo utilizado para describir la señalización de llamadas, el medio (audio y video), el empaquetamiento de las tramas, la sincronización de tramas de medio y los formatos de los mensajes de control.
- H.245: Protocolo de control para comunicaciones multimedia. Describe los mensajes y procedimientos utilizados para abrir y cerrar canales lógicos para audio, video y datos, capacidad de intercambio, control e indicaciones.
- H.450: Describe los servicios suplementarios.
- H.235: Describe la seguridad de H.323.
- H.239: Describe el uso de la doble trama en videoconferencia, normalmente uno para video en tiempo real y el otro para presentación.
- H.281: Describe el control de cámara lejana para movimientos de acercamiento y enfoque.
- **Infraestructura de comunicaciones**, las redes digitales que soportan videoconferencias son:

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados (1 acceso básico = $2 * 64 \text{ Kb/s}$).

IBERCOM: Línea Digital de Alta Velocidad (64 Kb/s por línea), equipos profesionales como Polycom, Sony. (Ver anexo 1).

Satélite: Retevision-Hispasat u otros ($n * 64 \text{ Kb/s}$ por canal).

Punto a Punto/Multipunto: Líneas digitales de 64 Kb/s o 2 Mb/s. (Ver anexo 2).

Existen varias soluciones para utilizar videoconferencia a través de redes telefónicas básicas (RTB), la mayoría de los fabricantes se orientan a RDSI por la relación precio/velocidad que es altamente competitiva, pero existen además los sistemas basados en redes locales Ethernet.

- **Técnicas de Realización o Buenas Prácticas**[8], los distintos elementos que componen un sistema de videoconferencias pueden ser controlados por el propio profesor o expositor, o por un equipo de apoyo formado por técnicos altamente cualificados para el uso de los equipos. Cuando se trata de una videoconferencia entre dos personas únicamente puede controlarlo el mismo conferenciante desde el panel de control del sistema de videoconferencia que se encuentre implementado. Cuando se requiere el caso de multiconferencia, o videoconferencia multipunto debe ser responsabilidad de un equipo de técnicos especializados.

1.5 Elementos Básicos de un Sistema de videoconferencia.

Los sistemas de videoconferencia suelen dividirse en tres elementos básicos que son:[2]

- **Red de comunicaciones.**
- **Salas de videoconferencia:** se divide en cuatro componentes esenciales 1. Ambiente físico, 2. Sistema de video, 3. Sistema de audio y 4. Sistema de control.
- **Códec.**

La red de comunicaciones: es la encargada por medio de un transporte transmitir la información del transmisor al receptor y viceversa o paralelamente (dos direcciones). Para la videoconferencia se requiere que el medio proporcione una conexión digital, bidireccional y de alta velocidad. La variedad existente de redes de comunicación es amplia, pero depende particularmente de la necesidad y requerimientos del usuario. Es importante decir que el códec no interfiere directamente con el tipo de red, de hecho, existe una barrera que se le puede denominar interfaz de comunicación. (Ver anexo 3).

La Sala de videoconferencia: es el área especialmente acondicionada donde se encontrará al personal participativo, así como también los equipos destinados a esta actividad, el confort de esta sala determina la calidad de la instalación, una sala para videoconferencias perfecta es la que se asemeje a una sala normal de conferencias. Los usuarios no deben sentirse incómodos, ni intimidados por las tecnologías con

las que estas cuentan, sino que debe sentirse a gusto y las tecnologías no deben notarse. (Ver anexo 4).

El Códec: (Codificador/Decodificador) es el encargado de realizar el trabajo de comprimir y multiplexar las señales de audio y video que generalmente se encuentran en estado analógico para ser transmitido posteriormente, estas deben ser digitales para poder ser transmitida a través de redes digitales, donde se originan las señales este actúa como Codificador y en el otro extremo como Decodificador, el códec realiza el trabajo inverso para poder desplegar y reproducir los datos provenientes desde el punto remoto. (Ver anexo 5).

1.6 *Protocolos y Normas utilizados en la videoconferencia.*

Un protocolo de comunicación[9] es un conjunto de reglas de comunicaciones entre dispositivos (computadoras, teléfonos, enrutadores, switches). Especifican el formato, sincronización, secuencia y control de errores. Pueden ser implementados por software y hardware o por una combinación de ambos. En el caso concreto de las computadoras, un protocolo de comunicación, conocido también como protocolo de red, precisa la forma en la que los mensajes o tramas de bit transitan la red de computadoras. En las videoconferencias oIP actúan principalmente 3 tipos de protocolos: de red, video y audio.

- **Protocolos de Red:** el principal protocolo de red utilizado es el Protocolo de Internet (IP)[10], la función principal de este protocolo se basa en el uso bidireccional en origen o destino de comunicación para trasladar datos mediante un protocolo no orientado a conexión; aunque el protocolo IP tiene deficiencia en cuanto a la entrega de paquetes o datagramas es muy utilizado, y se debe a que del transporte de paquetes por la red se ocupan los protocolos de transporte como son TCP y UDP.

Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP)[11]: pertenece al nivel de transporte del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos); se basa en el intercambio de datagramas, permite que las aplicaciones envíen entre sí

mensajes individuales, no garantiza la entrega ni el orden de la misma, es efectivo en redes saturadas, bajo nivel de sobrecarga de control, no es orientado a conexión y permite la difusión multicast. Servicios existentes sobre UDP: FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos), HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto), Telnet (TELEcommunication NETwork: Protocolo de red que permite el control de acceso a otros equipos remotos), NFS (Sistema de archivos de red).

Protocolo de Control de Transmisión (TCP)[12]: pertenece al nivel de transporte del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) es un protocolo orientado a conexión fiable, permite que las aplicaciones envíen entre sí mensajes individuales, garantiza la entrega y el orden de la misma, orientado a conexión y no permite la difusión multicast. Algunas de las funciones que cumple TCP son las de asociar puertos a conexiones, establecer conexiones que usen un protocolo de tres pasos, realizar arranque lento, dividir los datos en segmentos para transmisión, enumerar los datos, manejar los segmentos entrantes duplicados, calcular las sumas de control, regular el flujo mediante ventanas, terminar las conexiones de forma ordenada, abortar conexiones, marcar datos urgentes, confirmación positiva con retransmisión, cálculo de plazos de retransmisión, reducir el tráfico en congestión de red, reordenar segmentos, comprobar ventanas de recepción.

Los protocolos de encaminamiento utilizados son IGP y EGP, no existe ningún protocolo único obligatorio para actualizar las tablas de encaminamiento IP. Existen varios Protocolos de Pasarela Interior IGP[13] como son:

- Protocolo de Información de Enrutamiento (RIP)[14] mide el número de saltos como métrica hasta alcanzar la red de destino. El límite máximo de saltos en RIP es de 15, 16 saltos representan que la ruta es inalcanzable o no deseable.

- Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior (IGRP)[13] utiliza una métrica compuesta para determinar la mejor ruta basándose en el ancho de banda, el retardo, la confiabilidad y la carga del enlace.

Los Protocolos de Pasarela Exterior (EGP) utilizados son:

- Protocolo de Pasarela Exterior (EGP)[13] protocolo estándar usado para intercambiar información de enrutamiento entre sistemas autónomos.
- Protocolo de Pasarela Fronterizo (BGP) es un ejemplo de EGP.

Existe también la necesidad de usar Protocolos adicionales: Protocolo de Control de Transmisión (TCP), Protocolo de Internet (IP), Protocolo de Transporte de tiempo Real (RTP), Protocolo de Control de Transporte en tiempo Real (RTCP), Protocolo Seguro de Transporte en tiempo Real (RTSP), Protocolo de Reservación de Recursos (RSVP), Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP), Protocolo para proveer sesiones multimedia (H.323), Protocolo de Cambio Interno de Asterisk (IAX2).

- TCP/IP: es la base de Internet, y sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local (LAN) y área extensa (WAN), fue diseñado para permitir una transmisión fiable sin considerar los retrasos, posee problemas para gestionar el tráfico Multimedia, no existen mecanismos de gestión del ancho de banda, IP no garantiza el orden de entrega de paquetes. Por lo que el tráfico Multimedia tiene características peculiares, que requiere su propio conjunto de protocolos.
- RTP (Protocolo de Transporte de Tiempo real)[15]: Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como audio y video en una videoconferencia, siendo la base fundamental de la industria de VoIP.

- RTCP (Protocolo de Control en Tiempo real)[16]: La función principal de este protocolo es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP, recoge estadísticas de la conexión y también información como los bytes enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos o Jitter (fluctuación durante el envío de señales).
- RTSP (Protocolo de Flujo en Tiempo Real)[17]: establece y controla uno o varios flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video, usa TCP para datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y video aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario.
- RSVP (Protocolo de Reserva de Recursos)[18]: reserva los canales o rutas en redes basadas en internet para la transmisión por unidifusión y multidifusión con escalabilidad y robustez, define cómo deben hacer las reservas las aplicaciones y cómo liberar los recursos reservados una vez que han terminado las operaciones, generalmente dan como resultado una reserva de recursos en cada nodo a lo largo de un camino.
- SIP (Protocolo de Inicio de Sesión)[19]: protocolo diseñado con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, la voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual. SIP es uno de los protocolos de señalización para voz sobre IP, los otros son H.323 e IAX2.
- H.323[20]: es utilizado comúnmente para Voz sobre IP (VoIP, Telefonía de Internet o Telefonía IP) y para videoconferencia oIP. Es un conjunto de normas desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) establecido para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o video, nunca es fiable. Además, es independiente de la

topología de la red y admite pasarelas, permitiendo usar varios canales de cada tipo (voz, video, datos) al mismo tiempo.

- IAX2 [21](Protocolo de Cambio Interno de Asterisk): está diseñado para darle prioridad a los paquetes de voz sobre una red IP, permite manejar una gran cantidad de códec y un gran número de streams, por lo que puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de datos, esta capacidad lo hace útil a la hora de realizar una videoconferencia. El principal objetivo de IAX ha sido minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y video a través de la red IP.
- **Protocolos de Video:** Existen varios tipos de protocolos para el soporte de video en la red entre ellos se encuentran H.261, H.263, H.263+, H.263++, H.264[22].
 - H.261[22]: fue creado en 1990, estaba basado en la estructura básica de 64 Kb/s, esta da nombre al título de la recomendación H.261 Video Códec para servicios audiovisuales a 64 Kb/s, códec fuera de uso, pero fue el primero implementado para este tipo de tareas.
 - H.263[23]: fue creado en 1996 y describe un códec, que en primera línea se concibió para videoconferencias. Está optimizado para una tasa de bits baja, y un movimiento relativo reducido. El propio estándar no define una tasa de bits concreta. El códec fue diseñado para ser utilizado en sistemas basados en H.324 (Red Telefónica Conmutada y otras redes de Conmutación de circuitos para videoconferencia y videotelefonía), pero desde entonces ha encontrado también uso en soluciones H.323 (videoconferencia basada en RTP/IP), H.320 (videoconferencia basada en ISDN), RTSP (streaming media) y SIP (conferencias por Internet).
 - H.263+[23]: es la segunda versión oficial del H.263 creado 2 años después (1998), Se conserva todo el contenido técnico de la versión original de la norma, pero mejora las capacidades de H.263 mediante la adición de varios anexos (Ver anexo 6) que pueden mejorar

sustancialmente la eficiencia de la codificación y proporcionar otras capacidades (por ejemplo, robustez mejorada frente a la pérdida de datos en el canal de transmisión). También añade soporte para los formatos de imagen flexibles y frecuencias de reloj personalizados para imágenes, que especifica en un conjunto de modos recomendados en un apéndice informativo (Apéndice II, ya en desuso). (Ver anexo 7).

- H.263++[23]: es la tercera versión del códec H.263 con la inclusión de 3 nuevos anexos (Ver anexo 8) creado en el año 2000 y un anexo aparte denominado X con ejemplos de implementaciones de codificador/decodificador H.263. Se describen técnicas para la codificación y para ocultación de error/pérdida por los decodificadores. En enero de 2005, se crea un documento unificado de la especificación H.263 y luego en agosto fue aprobada una guía para implementadores para corregir un pequeño error en el raramente usado Anexo Q.
- H.264[24]: es un estándar de video digital de alta definición popularizado, y por buenos motivos. Para entregar la misma calidad de video, un “códec” (codificador/descodificador) basado en el estándar H.264 comprime los archivos de video digital ocupando sólo la mitad del espacio que el estándar MPEG-2 utilizado en discos DVD. Significa que puedes disfrutar de excelente video de alta definición sin sacrificar velocidad ni rendimiento. El video DivX Plus® está basado en el estándar H.264, lo que potencia la codificación eficiente de video de alta definición y las características poderosas que permiten la entrega de video de alta calidad a tasas bajas de transmisión de datos.
- **Protocolos de Audio:** son aquellos protocolos utilizados para la compresión de audio. (Ver anexo 9). Entre ellos se encuentran el G.711, G.722, G.728, G.729, G.729a que son utilizados para videoconferencias oIP[25].
 - **G.711[25]:** Este estándar es usado principalmente en telefonía, y fue liberado para uso público en el año 1972. Es utilizado para la

codificación digital para representar una señal de audio en frecuencias de la voz humana, mediante palabras de 8 bits de resolución, con una tasa de 8000 muestras por segundo. Por tanto, el codificador G.711 proporciona un flujo de datos de 64 Kbit/s. Este protocolo se encuentra liberado de licencias, no sucede así con G.728 y G.729 y sus dependencias

- **G.728[26]:** Estándar ITU-T utilizado en VoIP que codifica una señal de audio de calidad tarificada con un ancho de banda de 3.4 KHz para transmitir a 16 Kbps. Es utilizado en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps. Con un requisito de ordenador bastante alto, el G.728 proporciona la calidad del G.711 a un cuarto del índice de datos necesario.
- **G.729[25]:** Es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime en trozos de 10 milisegundos. se usa mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP VoIP por sus bajos requerimientos en ancho de banda. El estándar G.729 opera a una tasa de bits de 8 kbit/s, pero existen extensiones, las cuales suministran también tasas de 6.4 kbit/s y de 11.8 kbit/s para peor o mejor calidad en la conversación respectivamente. Es común ver el códec G.729a; es compatible con G.729, pero requiere menor cómputo. Esta menor complejidad afecta en que la calidad de la conversación es empeorada marginalmente. G.729 ha sido extendido para suministrar soporte para conversación de banda ancha y codificación de audio, el rango de frecuencia acústica es extendido a 50Hz-7kHz. La extensión respectiva a G.729 es referida como G.729.1. El codificador G.729.1 está organizado jerárquicamente: La tasa de bits y la calidad obtenida es ajustable por un simple truncado de la corriente de bits.

1.7 Conclusiones Parciales.

Entre las normas, protocolos, códec y especificaciones antes expuestas destacan entre los protocolos de red SIP y TCP/IP en los cuales está direccionada mayormente esta investigación, ya que la implementación a proponer está basada

en estos 2 protocolos principalmente, así como recogiendo las normas de H.264 y H.263 protocolo de compresión/descompresión (códec) de video y los códec G711, G.728 y G.729 de audio que son utilizados para las videoconferencias oIP. Pues lo que se propone es que se adopten ciertas medidas y procedimientos para el desarrollo de las mejores prácticas de implementación de este servicio de videoconferencias oIP y sobre todo que se adapten a software libre fácilmente.

Capítulo 2 Tecnologías a utilizar para el Servicio de videoconferencia oIP en la Universidad de Cienfuegos.

2.1 *Introducción.*

Hoy en día en el mundo existe una gran variedad de aplicaciones destinadas a la implementación de videoconferencias, tanto, privativas como de carácter libre. Entre esta gran variedad se elegirá la que se adecúa correctamente para la universidad y sobre todo centrada al software libre, ya que en Cuba se dificulta el uso de software privativo por razones políticas, como bien se conoce, la que mayor dificultad nos ofrece es el fuerte bloqueo impuesto por EE. UU a nuestro país desde hace aproximadamente 50 años, por lo que esta investigación queda dirigida al software libre. Del software empleado para la implementación de videoconferencias, se enfatiza en los que se ajustan para la Universidad, ellos son BigBlueButton conocido como BBB, Adobe Connect, Asterisk, y OpenMeetings o también conocido como OM.

2.2 *Caracterización de la red de Datos de la Universidad de Cienfuegos.*

La Universidad de Cienfuegos cuenta con una red IP de comunicación de datos WAN la cual brinda servicios a las sedes “Carlos Rafael Rodríguez” (sede principal) ubicada en Cuatro Caminos, el Pedagógico “Conrado Benítez García” y una representación universitaria en los municipios Palmira, Cruces, Lajas, Abreus, Rodas, Aguada y Cumanayagua estos se conocen como Centros Universitarios Municipales (CUM) la comunicación entre las diferentes subredes de la Universidad de Cienfuegos utiliza los protocolos Frame Relay y Ethernet. La topología implementada para la conexión es del tipo estrella. Esta red cuenta con alrededor de 3000 usuarios y un constante crecimiento. El nodo central, que está ubicado en la oficina de los Administradores de red, se conecta mediante un router, a través de fibra óptica a la red de Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas (MPLS) de ETECSA. La conexión con ETECSA está concebida por tres Redes Privadas Virtuales (VPN) la primera que cuenta con 20 Mbits/s está destinada a Internet con

2.3 Comparación entre los códec más importantes para videoconferencias oIP.

(Protocolos de red)IAX2 vs SIP: [27]

- **Ancho de banda:** IAX2 utiliza un menor ancho de banda que SIP ya que los mensajes son codificados de forma binaria mientras que en SIP son mensajes de texto. Asimismo, IAX2 intenta reducir al máximo la información de las cabeceras de los mensajes reduciendo también el ancho de banda.
- **NAT (Traducción de dirección de red):** En IAX2 la señalización y los datos viajan conjuntamente con lo cual se evitan los problemas de NAT que frecuentemente aparecen en SIP. En SIP la señalización y los datos viajan de manera separada y aparecen problemas de NAT en el flujo de audio cuando este flujo debe superar los routers y firewalls. SIP suele necesitar un servidor STUN (servicio transversal simple para NAT) para los problemas que puedan surgir.
- **Estandarización y uso:** SIP es un protocolo estandarizado por la IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet) hace bastante tiempo y que es ampliamente implementado por todos los fabricantes de equipos y software. IAX2 no se encuentra estandarizado y es por ello que la mayoría de dispositivos existentes en el mercado no lo tienen en uso.
- **Utilización de puertos:** IAX2 utiliza un solo puerto (4569) para mandar la información de señalización y los datos de todas sus llamadas. Para ello utiliza un mecanismo de multiplexión o “trunking”. SIP, sin embargo, utiliza un puerto (5060) para señalización y 2 puertos RTP por cada conexión de audio (como mínimo 3 puertos). Por ejemplo, para 100 llamadas simultáneas con SIP se usarían 200 puertos (RTP) más el puerto 5060 de señalización. IAX2 utilizaría sólo un puerto para todo (4569).
- **Flujo de audio al utilizar un servidor:** En SIP si se utiliza un servidor la señalización de control pasa siempre por el servidor, pero la información de

audio (flujo RTP) puede viajar extremo a extremo sin tener que pasar necesariamente por el servidor SIP. En IAX2 al viajar la señalización y los datos de forma conjunta todo el tráfico de audio debe pasar obligatoriamente por el servidor IAX2. Se produce un aumento en el uso del ancho de banda que deben soportar los servidores IAX2 sobre todo cuando hay muchas llamadas simultáneas.

- **Otras funcionalidades:** IAX2 es un protocolo pensado para VoIP y transmisión de video y presenta funcionalidades interesantes como la posibilidad de enviar o recibir planes de marcado (dialplans) que resultan interesantes al usarlo conjuntamente con servidores Asterisk. SIP es un protocolo de propósito general y podría transmitir sin dificultad cualquier información y no sólo audio o video.

Entre estos dos interesantes protocolos de red se escogió SIP por estar estandarizado por la IETF, mejora el ancho de banda al enviar flujo de audio, a pesar que IAX2 utiliza un solo puerto para todas las peticiones que se realizan, evita grandes problemas de NAT (Traducción de Dirección de Red), pertenece a la plataforma Asterisk y sería una funcionalidad a instalar innecesariamente en aspectos de ahorro de recursos de hardware.

(Protocolos de Audio) G711 vs G729 vs iLBC:[25]

- **Estandarización:** G711 fue desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para ser posteriormente liberado por lo cual carece de licencia, mientras G729 fue desarrollado por Digium (empresa creada por Mark Spencer con el objetivo de dar soporte a la centralita Asterisk) y licenciado por la (ITU), al poseer licencia para establecer una comunicación los dos extremos de la llamada deben disponer de la licencia, iLBC fue desarrollado por Global IP Sound empresa perteneciente a Google.
- **Características principales:** G711 posee dos variantes geográficas A-law para Europa y el resto del mundo y u-law para Estados Unidos y Japón, no utiliza compresión, G729 utiliza compresión para enviar paquetes por la red,

aunque es un códec bajo licencia; es uno de los que se utilizan para VoIP, iLBC utiliza algoritmos complejos para codificar y decodificar la información enviada por la red.

- **Calidad de voz, ancho de banda y consumo de CPU (Unidad Central de Procesamiento):** G729 ofrece una óptima calidad de audio manteniendo un servicio sólido con un bajo nivel de pérdida de paquetes y un reducido consumo de ancho de banda y CPU, G711 ofrece una alta calidad de voz para ambos extremos, no necesita una gran potencia de la CPU para ofrecer una excelente calidad de audio pero si consume un elevado ancho de banda al no utilizar la compresión de la información, iLBC a pesar del reducido consumo de ancho de banda y los altos niveles de calidad de la voz necesita un alto consumo de recursos de la CPU lo que puede resultar un problema a la hora de mantener numerosas llamadas porque puede agotar el CPU.

(Protocolos de Video) H.264 vs H.263:[28]

- **H.263[29]:** Inicialmente creado para videoconferencia y video por internet, este códec fue un gran paso hacia la estandarización de la capacidad de compresión de video de escaneo progresivo y es utilizado por encima del H.261 por ser modernizado, fue usado principalmente como punto de partida para el desarrollo de MPEG (que está optimizado para ratios de datos elevados). En la actualidad es usado para comprimir video en formato Flash. Entre sus desventajas está que hace un uso bastante intensivo del CPU y puede no dar buenos resultados en máquinas de gama baja.
- **H.264[30]:** También conocido como **MPEG-4 AVC**, este códec provee alta calidad de codificación y decodificación para aplicaciones de transmisión de video en tiempo real, a ratios que van desde un cuarto a la mitad del tamaño de los archivos de los formatos de video previos. El tamaño del archivo logrado es 3 veces menor que los logrados con los códec MPEG-2. Logra imágenes de buena calidad tanto a altos como a bajos ratios y una mejor calidad de imagen que MPEG-2, MPEG-4 o H.263. Cuenta con una mayor

eficiencia que MPEG-4. Es fácil de integrar y cubre un amplio rango de formato de imágenes. Entre sus desventajas se encuentran que requiere un tiempo de codificación mayor y que los acuerdos de licencia son algo complicados.

2.4 Comparación entre los softwares existentes.

Se empieza conociendo los diferentes softwares y sus características para luego determinar el conveniente para la Universidad de Cienfuegos.

- **BBB o BigBlueButton**[31]: Permite a universidades e instituciones educativas ofrecer experiencias de aprendizaje de alta calidad a estudiantes remotos, permite plantear reuniones online a través del navegador, con soporte de compartición de webcam, micrófono, pizarra digital, escritorio y chat. La versión 0.8 permite también grabar la sesión. BBB es software libre, con la parte cliente, desarrollada en ActionScript (usa el framework open source Flex SDK) y en la parte servidor un numeroso conjunto de módulos, bibliotecas y servidores de código abierto: Red5 (Es un servidor streaming que pretende ser una alternativa libre al Flash Media Server de Adobe), Asterisk o FreeSWITCH, ActiveMQ, Tomcat, OpenOffice, MySQL.

BBB anunció que entraba a formar parte de MozillaFWD, el programa de la fundación Mozilla para la innovación abierta, que tiene como objetivo crear una comunidad de proyectos open-source innovadores para ayudar a extender la web. Esta unión se traduce en infraestructura, soporte y publicidad a través de la fundación Mozilla (suena parecido a la fundación Apache).

La instalación de BBB es un poco controvertida en los requerimientos: necesita un Sistema Operativo Ubuntu 10.04 de 32 o 64 bits. El servidor requiere 4 GB de memoria RAM (Memoria de Acceso Aleatorio: se utiliza como memoria de trabajo de computadoras para el sistema operativo, los programas y la mayor parte del software.) como mínimo, 500 GB de espacio

libre en disco, el puerto 80 tiene que estar disponible (es decir ninguna aplicación que se encuentre instalada en el servidor puede usar el puerto 80), necesita un ancho de banda de 100 Mbits. Éste realiza el enrutamiento de las peticiones del cliente a dos módulos: bbb-web (las peticiones HTTP) (Ver Anexo 10) o bbb-aps (las peticiones RTMP) (Ver Anexo 10). La arquitectura interna del servidor BBB (Ver Anexo 11) está disponible a cualquier usuario de la red que desee conocerla y muestra lo difícil que es lograr la ejecución.

La calidad de la videoconferencia es buena, el audio tiene un poco de retraso. Por otro lado, el soporte de grabación en BBB es bastante reciente, de serie sólo graba lo que se ha emitido por la pizarra compartida, la voz y el chat de texto. Procede a través de HTML5 (sin necesidad de plugin Flash), por el uso de la biblioteca popcorn.js; la posibilidad de ver la webcam de los usuarios en la grabación no está disponible, y no cuenta con la posibilidad de descargar en formato .avi el video. BBB desde la versión 0.8 (septiembre 2011) también puede grabar las webcams de los usuarios, incluso la ventana de compartición de escritorio remoto, siempre y cuando uses por detrás Matterhorn (Servidor para videoconferencias) que es bastante complejo de instalar al igual que el servidor de Big Blue Button.

BBB hace uso de OpenOffice.org y SWFTTools para convertir cualquier documento: .doc, .odt, .pdf o gráficos (.jpg, .png, .gif...) a formato Flash y compartirlos luego a través de la pizarra digital. Ideal para mostrar una presentación a un conjunto de alumnos. Las presentaciones que se muestran permiten ser modificadas con distintos lápices de colores que ofrece la pizarra, por último, cuenta con la opción de mostrar video dentro de la pizarra, es multi-idioma (incluyendo el euskera) y tiene un plugin para ser integrado con Moodle.

- **Adobe Connect**[32]: un sistema de videoconferencia web, propietario, con cliente Flash y servidor alojado en la infraestructura de Adobe. Permite

participar online y en tiempo real en web-conferencias, utiliza recursos como audio (micro), video (webcam), presentaciones (en PDF o PPT que se convierten a Flash), compartición de la pantalla del ordenador, o pizarra digital compartida. Hace uso del plugin de Flash moderno. Incluso cuando no se puede acudir a alguna reunión, o bien se quiera recuperar en otro momento para revisar o estudiar, Adobe Connect permite ver una grabación de lo que ocurrió. Como si de un video de YouTube se tratara. Pero software cerrado, propietario, y de pago (bastante asequible, para licencias de aproximadamente 100 usuarios).

- **Asterisk**[33]: Es una aplicación para controlar y gestionar comunicaciones de cualquier tipo, ya sean analógicas, digitales o VoIP. Permite gestionar comunicaciones telefónicas tradicionales (analógicas, digitales y móviles); así como comunicaciones IP mediante el uso de los protocolos estándar de VoIP. Asterisk soporta telefonía de vídeo en la infraestructura central. Está representado internamente por, un flujo de audio y un flujo de vídeo en la misma llamada. Soporta varios códec de vídeo, entre ellos se encuentran el H.261, H263 y H.264. Contiene un controlador de canal el cual soporta video por los siguientes protocolos de red: SIP e IAX2.

Dentro de las listas del plan de marcado que contiene Asterisk las que soportan video son: correo de voz (vídeo de almacenamiento de correo de voz), graba ficheros de audio y video y los almacena en el servidor, reproduce un vídeo mientras está instruido para reproducir audio y realiza eco de audio y video al usuario de ser necesario. Actualmente está destinado un grupo de trabajo para la mejora de las videoconferencias.

- **OpenMeetings**[34]: Es un software gratuito que se ejecuta en el navegador web y permite alojar una conferencia web de forma instantánea. El código, los manuales y la arquitectura (Ver Anexo 12) están alojados en su sitio web Apache OpenMeetings Project. Cuenta con un host con la aplicación instalada para demostración de capacidades. Funcionalidades de

OpenMeetings: pizarra compartida, audio y video-conferencia, posibilidad de subir y convertir a formato Flash presentaciones PDF, PPT u ODP, panel de administración y posibilidad de grabar las sesiones, soporte multiplataforma total. Es decir, aparte de poder grabar las sesiones, se puede compartir el escritorio también desde una máquina Linux.

El paquete OpenMeetings está basado en software libre. Hace uso de Red5 para guardar y emitir video y audio, gestionar las “rooms” de conferencias, etc. Para la conversión de documentos a formato Flash, hace uso de OpenOffice.org en modo servidor. Los videos los manipula haciendo uso de FFMPEG. El audio con Sox, y las imágenes con ImageMagick. La parte cliente se ha desarrollado en Flash haciendo uso de OpenLaszlo. Cuenta con un módulo de integración con SugarCRM y otro de integración con **Moodle**. Interesante para las Universidades: hay una pestaña para soporte **LDAP**. Así que la posible integración de OpenMeetings con **Moodle**, haciendo uso de **LDAP**, sería altamente manejable.

Puede usarse para la realización de presentaciones, videoconferencias, seminarios web, colaboración grupal, atención a clientes, coordinación de equipos de trabajo, formación online. Es una herramienta útil en todos los ámbitos y sectores profesionales, empresariales, administraciones públicas, instituciones educativas, asociaciones, pueden obtener grandes ventajas gracias a la utilización que pueda proveer, así como ahorrar enormes cantidades de dinero en desplazamientos, dietas y reuniones a las entidades que lo deseen implementar.

- Principales características:
 - Disponible en 19 idiomas.
 - Soporte multiplataforma (tanto del lado cliente, como del lado servidor).

Capítulo 2 Tecnologías a utilizar para el Servicio de videoconferencia oIP en la Universidad de Cienfuegos

- Los clientes sólo necesitan un navegador y un reproductor Flash o un Navegador con los plugin de flash instalado (dígase Mozilla Firefox por solo citar uno).
- Gestión de salas, usuarios y grupos.
- Salas privadas y públicas.
- Sistema de moderadores.
- Envío de invitaciones y enlaces directos a través de correos.
- Audio y videoconferencia.
- Chat integrado.
- Pizarra virtual con capacidades de dibujo, escritura, escalado de imágenes, inserción de símbolos.
- Importación de documentos de multitud de formatos (incluyendo todos los usuales).
- Escritorio compartido.
- Herramientas de colaboración y votaciones.
- Grabación de sesiones.

Cuenta con los siguientes plugins para ser integrado con otras aplicaciones web (**Moodle**, Joomla, WordPress, Drupal, SugarCRM, PayPal, Facebook, Elgg, etc.).

Tabla 1. Comparación de los softwares existentes.

Programa	Usuarios simultaneos	Linux	Mac OS X	Microsoft Windows	Soporta audio	Calidad de video	Soporta Video	Soporta Chat	Compartición de escritorio	Pizarra	Upload PPT	Upload PDF	Upload Doc / DocX	Co-navegación	Soporte para móviles	Sesiones divididas	Acceso seguro	Comunicaciones encriptadas	Conferenciante desde movil	Asistente desde movil	Recording capabilities
Adobe Connect	1-1500 (80,000 w/webcast)	✓	✓	✓	✓	VGA, HQ, HD[2]	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	iOS, Android and RIM	✓
Big Blue Button	1 - 80	✓	✓	✓	✓	VGA,HQ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	Unknown	Android only	✓
OpenMeetings	1 - 200	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	Unknown	Unknown	✓
Asterisk	Unknown	✓	✓ Participant view only	✓	✓	VGA	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	✓

En la tabla anterior se realiza una comparación de los softwares existentes; principalmente se tienen en cuenta las siguientes variables a la hora de elegir el indicado para la Universidad de Cienfuegos: cantidad de usuarios soportados, si es

multiplataforma, si soporta audio/video y que calidad brinda, si contiene chat, pizarra, compartición de escritorio y trabajo con documentos.

Se descarta Big Blue Button por necesitar mayores prestaciones en cuanto a hardware entre ellas: procesador superior al Quad Core de 2.66 GHz (Giga Hertz: es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades), memoria RAM superior a 4Gb, espacio de disco duro superior a 500 GB para grabar las videoconferencias. En cuanto a software el BBB no permite grabar las sesiones en formato avi, el audio llega con un poco de retraso y las comunicaciones no son seguras.

Adobe Connect se descarta solo por contar con licencia privativa, a pesar de ser un software con potencialidades para el desarrollo de las videoconferencias en la web, como son: alta calidad de video y audio, cuenta con conexiones seguras y cifradas y es multiplataforma. Lo que hace descartar a Asterisk es que tiene mayor uso sobre la telefonía IP (aunque se trabaje en las mejoras para permitir una óptima calidad en las videoconferencias).

Se elige OpenMeetings porque además de cumplir con las variables mencionadas cuenta con un mayor aprovechamiento de los elementos clave que entre ellos se encuentran: el uso del ancho de banda (máxima conexión posible en cada momento) que se ajusta según la cantidad de participantes, la resolución de la cámara web, la transferencia de datos (subida y bajada); el consumo de recursos de procesamiento: que con un procesador dual Core a 2 GHz el servidor responde bien, el espacio de disco duro con 200 GB permite grabar un gran número de videoconferencias sin llegar a saturarse, la memoria RAM con 2 GB trabaja sin problemas.

2.5 Seguridad en videoconferencias oIP.

Para solventar los problemas de seguridad derivados del uso de redes públicas para la transmisión de los flujos multimedia correspondientes a una

multiconferencia, se aprovechan las posibilidades que ofrece el Protocolo de Transporte Seguro en Tiempo real (SRTP). Este protocolo permite autenticar y cifrar flujos de datos RTP, ofreciendo confidencialidad, integridad y autenticación.[35]

La elección de SIP como protocolo de señalización no es casual. El crecimiento experimentado en los últimos años por los sistemas de voz sobre IP (VoIP) ha generalizado el uso de los programas que utilizan SIP y SDP como protocolos de señalización (establecimiento, mantenimiento y cierre de sesiones multimedia) es decir seguridad; por ser de los protocolos mencionados los que inician sesión y las cierran dependiendo de la configuración que le ha sido proporcionada. La gran mayoría de los demás clientes soportan también vídeo, haciéndolos una herramienta ideal para el uso en videoconferencias. Este tipo de software es cada vez más utilizado en las computadoras personales y está presente en la mayoría de instituciones y hogares. Esto hace que se disponga de un cliente de videoconferencias de bajo coste y al alcance de cualquier usuario posible. Además de los soportes brindados por estos importantes protocolos; los softwares existentes cuentan con pestañas que proporcionan seguridad a las conferencias, las cuales pueden ser configuradas a la necesidad de la institución en el cual será implantado.

2.6 Conclusiones parciales.

Se diseñó la red de datos de la Universidad de Cienfuegos y quedaron enmarcados los protocolos de red SIP, HTTP, SRTP, UDP, TCP/IP. Los códec de video H.263, para realizar las pruebas de audio se utilizó G.711 que arrojó resultados exitosos y se usará para códec de audio, en pos de explicar la elección del software OpenMeetings, los protocolos y códec a utilizar en la implementación del sistema de videoconferencia oIP en la Universidad de Cienfuegos y justificarlos en el siguiente capítulo.

Capítulo 3 Propuesta de Implementación.

3.1 *Introducción.*

Conociendo los softwares, códec y normas que regulan la videoconferencia oIP, en el capítulo a continuación se procederá a seleccionar de los antes mencionado el adecuado para la Universidad de Cienfuegos. Se aborda el tema de la instalación del mismo y la puesta en servicio, así como los requerimientos de hardware y software que necesitan los clientes. Cálculo de ancho de banda, inversiones y ahorro de costos para precisar la factibilidad o no del servicio propuesto.

3.2 *Instalación de OpenMeetings en el servidor (hardware y software).*

OpenMeetings[34] es un software que permite realizar conferencias a través de Internet para un correcto funcionamiento utiliza tecnología flash para lo cual el servidor Red5 pretende ser una alternativa libre al Flash Media Server de Adobe cuenta con una variedad de módulos para el correcto funcionamiento del mismo que se describirán a continuación.

OpenMeetings será instalado en una computadora con sistema operativo Proxmox (es un sistema operativo para montar máquinas virtuales con otros sistemas operativos); donde se montará una máquina virtual con sistema operativo Ubuntu 14.04 para luego ser implementado el software OpenMeetings. Este servidor es una PC con un procesador Core i5, con 8Gb de memoria RAM y una tarjeta de red Gigabit Ethernet; a la máquina virtual se le asignarán las siguientes prestaciones: procesador de 3 núcleos Core i5, memoria RAM de 4 GB y unidad de disco duro virtual de 200 GB cumpliendo con lo recomendado en la web oficial de OpenMeetings.

Módulos de OpenMeetings a instalar (Ver Anexo 13):

Servicio OpenOffice: El servicio OpenOffice es ejecutado desde el mismo servidor donde se encuentra OM, permite a los usuarios acceder a los diferentes documentos que se puedan encontrar durante las sesiones de

videoconferencias oIP, en cuanto a seguridad el sitio Secunia.com realizó un informe y determinó que no contiene defectos de seguridad por solucionar y dentro de sus aplicaciones se encuentran: **writer** (procesador de textos, permite exportar a los formatos PDF y HTML), **calc** (hoja de cálculo, también puede exportar a PDF), **impress** (programa de presentación, permite exportar a SWF (flash)), **base** (para la confección de base de datos exporta para Access, ODBC, MySQL/PostgreSQL), **draw** (editor de gráficos vectoriales, permite exportar a PDF o SVG (Gráficos Vectoriales Redimensionables)) y **math** (creación y edición de fórmulas matemáticas y permite exportar archivos a ODF, PDF o MathML (Lenguaje de Marcado basado en XML)).

Convertidor e Importación de Documentos, Herramientas y Librerías: Para la conversión e importación OM utiliza varias herramientas y librerías basadas principalmente en ImageMagik para el tratamiento y conversión de las imágenes, GhostScript es la herramienta utilizada para presentar e interpretar los documentos PDF, SWFTools es un grupo de herramientas para crear y manipular ficheros SWF (archivos flash), incluye herramientas para convertir el contenido de formatos PDF, JPEG, GIF, WAV y AVI en archivos flash (SWF) y otras para extraer la información y el contenido de ficheros SWF.

Base de Datos: OM cuenta con gestor propio de base de datos, aunque el sitio que lo hospeda recomienda usar MySQL porque es utilizado en aplicaciones web, en plataformas de código libre como LINUX, APACHE o privativo como MICROSOFT, la popularidad como aplicación web está ligada a PHP, que a menudo aparecen en combinación. MySQL es una base de datos rápida en la lectura cuando no utiliza el motor no transaccional MyISAM, en aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones. En cuanto a Seguridad: ofrece un sistema de contraseñas y privilegios seguro mediante verificación basada en el host y el tráfico de contraseñas está cifrado al conectarse a un servidor. Soporta gran cantidad de datos. Según las cifras del fabricante MySQL Server tiene bases de datos de 50

millones de registros, según el sitio oficial del Gestor existen aproximadamente seis millones de copias de MySQL en funcionamiento en la actualidad, lo que supera la base instalada de cualquier otra herramienta de bases de datos.

Mail Server: El servicio de correo puede estar en otro servidor, se utiliza para el envío de invitaciones, es decir cuando se requiera iniciar una videoconferencia en un momento previsto se les envía a los participantes un correo generado por OM dándole a conocer el día y la hora en que se realizará la videoconferencia, en la figura 2 se muestra la configuración del servidor de correo por el cual OpenMeetings enviará las citas.

ID	Clave	Valor
1	crypt_ClassName	org.apache.openmeetings.util.crypt.MD5Implementation
2	allow_frontend_register	1
3	allow_soap_register	1
4	default_group_id	1
5	smtp_server	ucf-ikaro.ucf.edu.cu
6	smtp_port	25
7	system_email_addr	openmeetings@ucf.edu.cu
8	email_username	openmeetings
9	email_userpass	pepe
10	mail.smtp.starttls.enable	0
11	mail.smtp.connection.timeout	30000
12	mail.smtp.timeout	30000
13	application.name	OpenMeetings
14	default_lang_id	8
15	swftools_zoom	100
16	swftools_pegquality	85

Configuración

Clave email_username

Valor openmeetings

última actualización 22.09.2015 06:31:44

actualizado por juanma

comentar System auth email username

Figura 2. Configuración del servidor de correos desde OpenMeetings.

Axis2: Es un motor nuclear para servicios web, no solo provee la capacidad de agregar servicios web a las aplicaciones web, sino que además puede funcionar como servidor autónomo. OM la utiliza para invocar los métodos vía SOAP/REST (Protocolo Simple de Acceso a Objetos/Transferencia de Estado Representacional), esta vía es el uso de una arquitectura de software en

conjunto con un protocolo que define como se pueden comunicar dos objetos en diferentes procesos. En cuanto a velocidad Axis2 usa modelo de objetos para lograr una velocidad significativa, el uso de la memoria fue diseñado para reducir la demanda de memoria, cuenta con despliegue instantáneo, es decir que es posible agregar nuevos servicios al sistema sin tener que detener la ejecución del servidor.

Servidor Red5: Es una aplicación que pretende ser una alternativa libre al Flash Media Server de Adobe, está creado bajo el lenguaje de programación JAVA. Brinda los servicios streaming de audio y video, facilidad para guardar streaming del cliente y soporte para flash remoto. La instalación y configuración de los distintos componentes, tanto en Linux como en Windows es un poco laboriosa y delicada. Sus ventajas son que funciona por medio de java la parte de programación, no se paga licencia por ser software libre, se puede transmitir video con audio de gran calidad y con una calidad de imagen decente, no necesita de un mega servidor.

Aplicaciones externas: OM es un software independiente a Moodle, pero pueden ser integrados, esta integración consiste en: Autenticación de usuarios transparente, es decir el usuario de Moodle no necesita crear una nueva cuenta en OpenMeetings, el módulo de actividad permite crear al profesor salas desde Moodle como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Creando una clase en Moodle que contenga videoconferencia con OpenMeetings.

Usuarios: Existen varios tipos de usuarios: administradores, moderadores, usuarios comunes; pero al estar integrado con AD los usuarios se pueden conectar con sus cuentas, solo si están autorizados al servicio.

Permite la integración con LDAP (Protocolo Ligero de Acceso a Directorios) o AD (Directorio Activo), por lo que los usuarios no necesitan crearse una cuenta en OpenMeetings a continuación se muestra la configuración de LDAP en la figura 4.

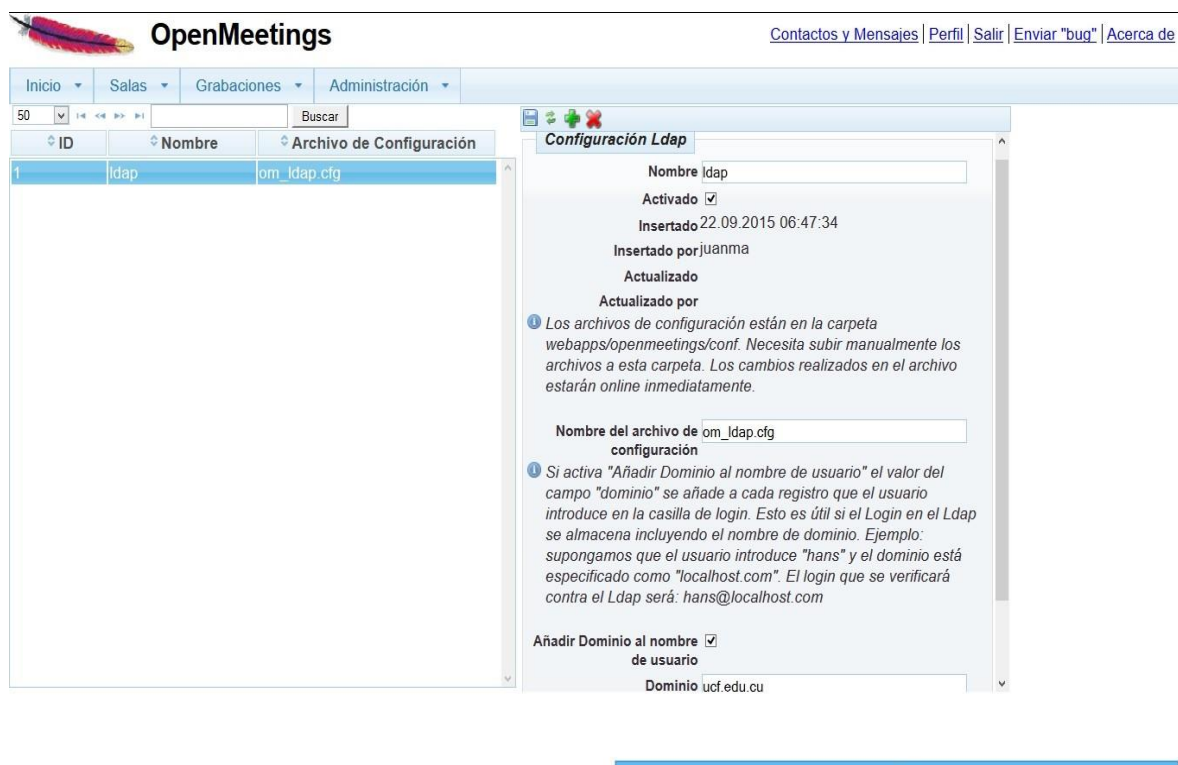


Figura 4. Configuración del Directorio Activo en OpenMeetings.

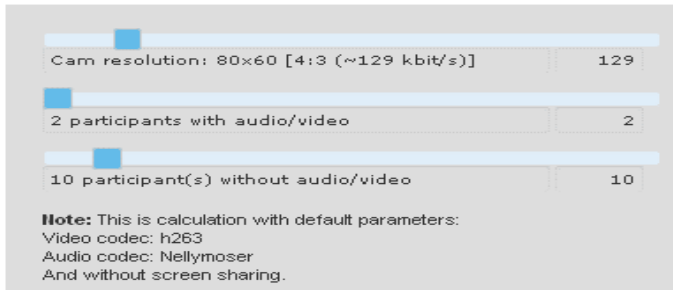
3.3 *Requerimientos de Hardware y Software de los clientes.*

Las computadoras personales de los clientes no necesitan requerimientos de hardware y software sofisticados como se menciona en el sitio web oficial donde se aloja OpenMeetings, las prestaciones en cuanto a hardware necesitados son: procesador Pentium IV o superior, memoria RAM de 512 MB (Mega Bytes: Unidad de medida utilizada para recoger la cantidad de datos informáticos) o superior, teclado, mouse, webcam, micrófono, red: controlador Ethernet; en cuanto a software se refiere contar con sistema operativo Linux/Windows, navegador web con los plugin de flash instalado. De los departamentos que se muestran en la tabla número 1 las computadoras existentes cuentan con estas características antes mencionadas; por tanto, pueden ser usadas para participar en videoconferencias con el software OpenMeetings.

3.4 Cálculo de ancho de banda requerido.

Network bandwidth for OpenMeetings

Server inbound bandwidth:	258 kbit/s
Server outbound bandwidth:	2838 kbit/s
Participant inbound bandwidth:	258 kbit/s
Participant outbound bandwidth:	129 kbit/s



Cam resolution: 80x60 [4:3 (~129 kbit/s)] 129

2 participants with audio/video 2

10 participant(s) without audio/video 10

Note: This is calculation with default parameters:
Video codec: h263
Audio codec: Nellymoser
And without screen sharing.

Figura 5. Calculadora de ancho de banda del software OpenMeetings.

En la figura 5 se muestra el ancho de banda necesario tanto para el cliente como para el servidor, este cálculo se realizó con la calculadora que trae el software OpenMeetings en el sitio web donde se aloja el mismo, las características a tener en cuenta para el cálculo son: resolución de cámara web, cantidad de participantes transmitiendo audio y video (es decir, recibiendo y enviando audio/video), cantidad de participantes sin transmisión de audio y video. Los parámetros que se evaluaron son: H.263 como códec de video, Nellymoser (es el único códec que se encuentra para hacer el cálculo) como códec de audio y sin contar con la opción de escritorio compartido. El servidor debe estar conectado a una red FastEthernet permitiendo un ancho de banda de entrada de 258Kbit/s y de salida 2838Kbit/s, con un total 3,096Mbit/s, el cliente a debe contar con un ancho de banda de entrada de 258Kbit/s y de salida 129Kbit/s, para un total de 387Kbit/s.

3.5 Cálculo de Inversión y ahorro de costos.

Para la implementación del servicio de videoconferencias oIP en la Universidad de Cienfuegos se debe realizar una inversión en cuánto a hardware, porque hay que disponer de cámaras web (la cámara web que se describe a continuación es

venta en Amazon.es que es un sitio que pronto permitirá las negociaciones con Cuba; se escoge esta por no existir en el mercado cubano una esfera empresarial que permita aprovisionarse de este complemento vital de las videoconferencias) y micrófonos en las PC que se desee realizar la videoconferencia, por lo tanto, el costo de los mismos es de:

La cámara web seleccionada es la Trust Spotlight Webcam por ser de las existentes en el mercado buenas características por un módico precio de venta; cuenta con dimensiones (mm) 53 x 55 x 77 y con un peso de 91g brinda una resolución de 640x480 píxeles, potentes leds integrados para ambientes con poca iluminación, además posee una pinza autoajustable, para ser fijada al monitor y un micrófono incorporado. Los requisitos mínimos del sistema en cuanto a software/hardware es: Sistema Operativo Linux/Windows y puertos USB. Con un precio asequible de 6 CUC. (Ver Anexo 15).

En la siguiente tabla se muestra la distribución de las cámaras por los departamentos y locales de la Universidad de Cienfuegos:

Tabla 2. Departamentos que necesitarían cámaras web.

Departamento o Local	# de Cámaras
Rectorado	2
Centro de Redes	2
Ingeniería en Agronomía	1
Licenciatura en Derecho	1
Licenciatura en Comunicación Social	1
Licenciatura en Estudios Socioculturales	1
Licenciatura en Historia	1
Licenciatura en Inglés	1
Licenciatura en Psicología	1
Ingeniería Informática	3
Ingeniería Mecánica	3
Ingeniería Química	1
Ingeniería Industrial	2

Licenciatura en Contabilidad y Finanzas	2	
Licenciatura en Economía	2	
Licenciatura en Turismo	1	
Licenciatura en Cultura Física	1	
Licenciatura en Educación Logopedia	1	
Licenciatura en Educación Biología – Geografía	1	
Licenciatura en Educación Biología – Química	1	
Licenciatura en Educación Economía	1	
Licenciatura en Educación Química Industrial	1	
Licenciatura en Educación Laboral Informática	1	
Licenciatura en Educación Español y Literatura	1	
Licenciatura en Educación Instructor de Arte	1	
Licenciatura en Educación Lenguas Extranjeras (Inglés)	1	
Licenciatura en Educación Lenguas Extranjeras (Inglés-Francés)	1	
Licenciatura en Educación Marxismo Leninismo e Historia	1	
Licenciatura en Educación Matemática - Física	1	
Licenciatura en Educación Pedagogía - Psicología	1	
Licenciatura en Educación Preescolar	1	
Licenciatura en Educación Primaria	1	
Licenciatura en Educación Especial	1	
CUM de los distintos municipios	7	
Total de departamentos o locales: 33	Total de cámaras: 49	Precio Total: 294 CUC

Tabla 3. Gastos en Viajes de Profesores a otras sedes mensualmente.

Variables a tomar en cuenta	Dinero utilizado
Combustible	100 CUC
Alimentos	35 CUC
Hospedaje	65 CUC
<u>Total:</u>	200 CUC

Al año, son 11 meses laborables, daría un total de 2200 CUC. Evidenciándose que los 294 CUC de inversión inicial están justificados por el alto ahorro que traerá a la Institución.

3.6 Conclusiones parciales.

Se propone instalar OpenMeetings en un servidor Proxmox en el cual se montará una máquina virtual con sistema operativo Ubuntu 14.04 LTS, con los módulos MySQL para la Base de Datos, OpenOffice para el trabajo con los documentos, Moodle para asociarlo con los estudiantes y profesores, servidor Red5 para el streaming de video, Axis2 para invocar los métodos de OM y las Herramientas SWFTTools para el tratamiento y conversión de PDF a flash, GhostScripts, ImageMagik.

Se determinó el hardware y el software que necesitan los clientes que deben contar con sistema operativo Windows/Linux, navegador web con los plugins de flash instalados y contar con procesador Pentium IV o superior, memoria RAM de 512 Mb o superior, teclado, mouse, cámara web, micrófono y controlador de red Ethernet. Se calculó el ancho de banda necesario, se determinó que el servidor necesita 3,096 Mbit/s y el cliente 387 Kbit/s. Se realizó el análisis de ahorro y costos de inversión, se calcula que el ahorro al año será de 1906 CUC.

Conclusiones Generales.

Se identificaron las normas y protocolos referentes a videoconferencia oIP destacándose el protocolo HTTP, TCP/IP, UDP y SIP para la iniciación de sesiones y el H.323 que regula las videoconferencias oIP, por parte de los protocolos de red; H.263 como códec para el soporte de video en la red; G.711 como protocolo para el soporte de audio en la red.

Se caracterizó la red de datos de la Universidad de Cienfuegos, conociendo que la topología es híbrida, formada de un anillo de fibra óptica y topología de árbol y estrella para las distintas VLAN (Red de Área Local Virtual) que cuentan con tecnología FastEthernet, que se conectan al anillo de fibra óptica, con tecnología GigaBit, los servicios brindados son: correo, ftp, servidores de base de datos, jabber, Moodle, intranet e internet.

Se diseñó el servicio de videoconferencia oIP, seleccionándose OpenMeetings como sistema para videoconferencias y los módulos MySQL para la Base de Datos, LibreOffice para el trabajo con los documentos, Moodle para asociarlo con los estudiantes y profesores, Servidor Red5 para el streaming de video, Axis2 para invocar los métodos de OM y las Herramientas GhostScripts, ImageMagik, SWFTTools para el tratamiento y conversión de PDF a flash.

Se determinó el hardware y el software que necesitan los clientes que deben contar con sistema operativo Windows/Linux, Navegador web con los plugins de flash instalados y contar con procesador Pentium IV o superior, memoria RAM de 512 Mb o superior, teclado, mouse, webcam, micrófono y controlador de red Ethernet. Se calculó el ancho de banda necesario, se determina que el servidor necesita 3,096 Mbit/s y el cliente 387 Kbit/s. Se realizó el análisis de costos de inversión y ahorro, se calculó que el ahorro al año será aproximadamente de 1906 CUC.

La propuesta de implementación del servicio de videoconferencias oIP para la Universidad de Cienfuegos es implementar OpenMeetings por ser de los softwares existentes el adecuado a la red de datos de la Universidad de Cienfuegos. Se montaría en un servidor con Sistema Operativo Proxmox, que luego se montará una máquina virtual con sistema operativo Ubuntu 14.04 LTS.

Referencia Bibliográfica

- [1] «Definición de TIC». [En línea]. Disponible en: <http://www.serviciostic.com/las-tic/definicion-de-tic.html>. [Accedido: 08-jun-2016].
- [2] A. Chacón Medina, «LA VIDEOCONFERENCIA: CONCEPTUALIZACIÓN, ELEMENTOS Y USO EDUCATIVO». dic-2003.
- [3] «Videoconferencia», *Red Institucional de Videoconferencia*. [En línea]. Disponible en: <http://virtual.uaeh.edu.mx/riv/videoconferencia.php>. [Accedido: 16-nov-2015].
- [4] «Videoconferencia-Monografia.com». [En línea]. Disponible en: Monografias.com/Computación/Internet/Videoconferencia. [Accedido: 14-ene-2016].
- [5] Universidad de Alicante, «Tipos de Videoconferencias. Servicio de Informática Servicio de Videoconferencia», *Tipos de Videoconferencias*. [En línea]. Disponible en: <http://si.ua.es/es/videoconferencia/>. [Accedido: 11-nov-2015].
- [6] «Códec», *Códec de vídeo*, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://desktopvideo.about.com/od/glossary/g/codec.htm>. [Accedido: 08-dic-2015].
- [7] IRIS-MMEDIA, «RedIRIS - Videoconferencia H.323», 15-feb-2006. [En línea]. Disponible en: <http://www.rediris.es/RedIRIS - Videoconferencia H.323 - Arquitectura.htm>. [Accedido: 08-jun-2016].
- [8] «Mejores prácticas para redes de datos/Videoconferencia», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: www.ecured.cu/Mejores prácticas para redes de datos_Videoconferencia.htm. [Accedido: 14-ene-2016].
- [9] Telemática, «Protocolo de comunicaciones», *Protocolo de comunicaciones*, 08-dic-2015. [En línea]. Disponible en: <http://netcom.it.uc3m.es/protocolos/index.php>. [Accedido: 08-dic-2015].
- [10] RFC, «Protocolo de Internet», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0791-es>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [11] RFC, «Protocolo de Datagramas de Usuario», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0768-es>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [12] RFC, «Protocolo de Control de Transmisión», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0793-es>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [13] «Interior and Exterior Gateway Protocols > Dynamic Routing Protocols», 16-nov-2001. [En línea]. Disponible en: http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=24090&_ga=1.232536223.1813602476.1465412783. [Accedido: 08-jun-2016].

- [14] IETF, «Protocolo de Información de Enrutamiento», ene-2007. [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc4822>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [15] C. Kozierok, «The TCP/IP Guide - TCP/IP Exterior Gateway Protocol (EGP)», 20-sep-2005. [En línea]. Disponible en: http://www.tcpipguide.com/free/t_TCPIPEXteriorGatewayRoutingProtocolsBGPandEGP.htm. [Accedido: 08-jun-2016].
- [16] IETF, «Protocolo de Control en Tiempo Real», may-2011. [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc6184>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [17] IETF, «Protocolo de Flujo en Tiempo Real», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [18] CISCO, «Protocolo de Reserva de Recursos», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/RSVP.html>. [Accedido: 14-ene-2016].
- [19] F. Bounoure, A. Coppo, D. Csernoch, B. Pravisiani, y D. Serrano, «SIP Session Initiation Protocol», Maestría en Ingeniería en Telecomunicaciones, Universidad de Buenos Aires, Argentina, Buenos Aires, 2006.
- [20] CISCO, «Implementación de Soluciones QoS para Videoconferencia H.323 sobre IP». 25-dic-2014.
- [21] Asterisk, «Protocolo IAX | ElastixTech - Aprende Telefonía IP Asterisk - Elastix», *Elastix*, 10-dic-2015. [En línea]. Disponible en: <http://elastixtech.com/protocolo-iax/>. [Accedido: 10-dic-2015].
- [22] «Códex de vídeo: ventajas y desventajas de los diferentes tipos», *Hipertextual*, 16-jul-2012. [En línea]. Disponible en: <http://hipertextual.com/archivo/2012/07/codecs-ventajas-desventajas-diferentes-tipos/>. [Accedido: 18-abr-2016].
- [23] «H263 video format», 01-abr-2016. [En línea]. Disponible en: <http://online.movavi.com/h.263.html>. [Accedido: 01-abr-2016].
- [24] L. Divx, «H.264 | DivX.com», 13-abr-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.divx.com/es/software/technologies/h264>. [Accedido: 08-jun-2016].
- [25] «¿Cuál es el mejor códec para VoIP? | Telecomunicaciones para Gerentes», 15-feb-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.telecomunicacionesparagerentes.com/xmlrpc.php>. [Accedido: 15-feb-2016].
- [26] «G.728 : Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo». [En línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.728-201206-l/recommendation.asp?lang=es&parent=T-REC-G.728>. [Accedido: 08-jun-2016].

- [27] «Difference Between SIP and IAX | Difference Between | SIP vs IAX», 19-feb-2016. [En línea]. Disponible en:
file:///D:/Universidad/Tesis/PAVEL/Documentaci%C3%B3n/NUEVO/papito/IAX%20vs%20SIP/Difference%20Between%20SIP%20and%20IAX%20_%20Difference%20Between%20_%20SIP%20vs%20IAX.htm. [Accedido: 19-feb-2016].
- [28] «Professional Editing Codecs H261, H263 and H264 - Digimad», 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.digimad.es/en/index.html>. [Accedido: 08-jun-2016].
- [29] Difference Between, «Difference Between MPEG4 and H264 and H263: MPEG4 vs H264, H264 vs H263», 22-mar-2013. [En línea]. Disponible en: [http://www.differencebetween.com/category/technology/it/applications/Difference Between MPEG4 and H264 and H263](http://www.differencebetween.com/category/technology/it/applications/Difference%20Between%20MPEG4%20and%20H264%20and%20H263). [Accedido: 08-jun-2016].
- [30] H. de J. Ochoa-Domínguez, J. Mireles-García, y J. de D. Cota-Ruiz, «Descripción del nuevo estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares», *Ing. Investig. Tecnol.*, vol. 8, n.º 3, pp. 157-180, sep. 2007.
- [31] «BigBlueButton : BigBlueButton», *BigBlueButton Open Source Web Conferencing*, 20-jul-2015. [En línea]. Disponible en: <http://docs.bigbluebutton.org/>. [Accedido: 20-jul-2015].
- [32] «Adobe Connect 8». .
- [33] «Video Telephony - Asterisk Project - Asterisk Project Wiki». [En línea]. Disponible en: <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Video+Telephony>. [Accedido: 08-jun-2016].
- [34] «Apache OpenMeetings Project – Home», *Open-Source Web-Conferencing*, 25-may-2015. [En línea]. Disponible en: <http://openmeetings.apache.org/index.html>. [Accedido: 20-ene-2016].
- [35] «MCU basada en SIP para videoconferencias seguras». .

Bibliografía

«Adobe Connect 8». .

«Apache OpenMeetings Project – Home», *Open-Source Web-Conferencing*, 25-may-2015. [En línea]. Disponible en: <http://openmeetings.apache.org/index.html>. [Accedido: 20-ene-2016].

Alex Swanson, «Arquitectura de video por IP», p. 5, mar. 2015.

Asterisk, «Asterisk», 12-ene-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.asterisk.org/>. [Accedido: 12-ene-2016].

«BigBlueButton : BigBlueButton», *BigBlueButton Open Source Web Conferencing*, 20-jul-2015. [En línea]. Disponible en: <http://docs.bigbluebutton.org/>. [Accedido: 20-jul-2015].

Asterisk, «Características de Asterisk», 13-ene-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.asterisk.org/>. [Accedido: 13-ene-2016].

«Códec», *Códec de vídeo*, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://desktopvideo.about.com/od/glossary/g/codec.htm>. [Accedido: 08-dic-2015].

ECURED, «Códec de audio», *Códec de audio*, 08-dic-2015. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Códec de audio](http://www.ecured.cu/Códec%20de%20audio). [Accedido: 08-dic-2015].

ECURED, «Códec de vídeo», *Códec de vídeo*, 08-dic-2015. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Códec de vídeo](http://www.ecured.cu/Códec%20de%20vídeo). [Accedido: 08-dic-2015].

«Códex de vídeo: ventajas y desventajas de los diferentes tipos», *Hipertextual*, 16-jul-2012. [En línea]. Disponible en: <http://hipertextual.com/archivo/2012/07/codecs-ventajas-desventajas-diferentes-tipos/>. [Accedido: 18-abr-2016].

«¿Cuál es el mejor códec para VoIP? | Telecomunicaciones para Gerentes», 15-feb-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.telecomunicacionesparagerentes.com/xmlrpc.php>. [Accedido: 15-feb-2016].

«Definición de TIC». [En línea]. Disponible en: <http://www.serviciostic.com/las-tic/definicion-de-tic.html>. [Accedido: 08-jun-2016].

H. de J. Ochoa-Domínguez, J. Mireles-García, y J. de D. Costa-Ruiz, «Descripción del nuevo estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares», vol. 8, n.º 3, p. 23, sep. 2007.

Difference Between, «Difference Between MPEG4 and H264 and H263: MPEG4 vs H264, H264 vs H263», 22-mar-2013. [En línea]. Disponible en:

[http://www.differencebetween.com/category/technology/it/applications/Difference Between MPEG4 and H264 and H263](http://www.differencebetween.com/category/technology/it/applications/Difference-Between-MPEG4-and-H264-and-H263). [Accedido: 08-jun-2016].

J. Rinaldi, «Diseño e implementación de una red de videoconferencia por IP para el ministerio del poder popular para la cultura.», TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2008.

Mike Smart, «El circuito cerrado de TV por video IP y el H.264.», p. 3, mar. 2015.

F. Díaz de María y M. de Frutos López, «El estándar de codificación de vídeo H.264/AVC», Universidad Carlos III de Madrid, 19-may-2008.

D. Guevara Aulestia, «El sistema de vídeo conferencia OpenMeeting y su integración con Moodle», p. 11.

Axis Communications, *Estándar de compresión de vídeo H.264*. 2015.

G. Díaz Solís, F. Sanchez Paredes, W. Montero Rivadeneira, y B. Ramos, «Estudio del diseño de sistema de videoconferencia para internet y la Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I).», p. 9.

ECURED, «G.728», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: www.ecured.cu/G.728. [Accedido: 14-ene-2016].

«G.728 : Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo». [En línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.728-201206-I/recommendation.asp?lang=es&parent=T-REC-G.728>. [Accedido: 08-jun-2016].

ECURED, «H.263», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: www.ecured.cu/H.263. [Accedido: 14-ene-2016].

«H263 video format», 01-abr-2016. [En línea]. Disponible en: <http://online.movavi.com/h.263.html>. [Accedido: 01-abr-2016].

L. Divx, «H.264 | DivX.com», 13-abr-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.divx.com/es/software/technologies/h264>. [Accedido: 08-jun-2016].

R. Covadonga y R. Timothy, «Herramienta Audio Visual sobre Tecnología IP (AVIP) para Alcanzar Estándares de Calidad.», *IEEE-RITA*, vol. 5, n.º 3, p. 8, 2010.

CISCO, «Implementación de Soluciones QoS para Videoconferencia H.323 sobre IP». 25-dic-2014.

«Interior and Exterior Gateway Protocols > Dynamic Routing Protocols», 16-nov-2001. [En línea]. Disponible en:

http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=24090&_ga=1.232536223.1813602476.1465412783. [Accedido: 08-jun-2016].

A. Chacón Medina, «La videoconferencia: conceptualización, elementos y uso educativo.» dic-2003.

«MCU basada en SIP para videoconferencias seguras». .

«Mejores prácticas para redes de datos/Videoconferencia», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Mejores prácticas para redes de datos_Videoconferencia.htm](http://www.ecured.cu/Mejores_pr%C3%A1cticas_para_redes_de_datos_Videoconferencia.htm). [Accedido: 14-ene-2016].

«Nuevas ventajas para la videovigilancia. Estándar de compresión de video H.264», p. 4, 19-feb-2016.

«OpenMeetings — Diseño web Huelva (España). Tiendas online. internet.», 20-jul-2015. .

«OpenMeetings, las reuniones del futuro», *Konecta*.

«OpenMeetings tutorial for new users», Videoconferencia.

«Professional Editing Codecs H261, H263 and H264 - Digimad», 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.digimad.es/en/index.html>. [Accedido: 08-jun-2016].

Telemática, «Protocolo de comunicaciones», *Protocolo de comunicaciones*, 08-dic-2015. [En línea]. Disponible en: <http://netcom.it.uc3m.es/protocolos/index.php>. [Accedido: 08-dic-2015].

RFC, «Protocolo de Control de Transmisión», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0793-es>. [Accedido: 14-ene-2016].

IETF, «Protocolo de Control en Tiempo Real», may-2011. [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc6184>. [Accedido: 14-ene-2016].

RFC, «Protocolo de Datagramas de Usuario», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0768-es>. [Accedido: 14-ene-2016].

ECURED, «Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior](http://www.ecured.cu/Protocolo_de_Enrutamiento_de_Gateway_Interior). [Accedido: 14-ene-2016].

IETF, «Protocolo de Flujo en Tiempo Real», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326>. [Accedido: 14-ene-2016].

IETF, «Protocolo de Información de Enrutamiento», ene-2007. [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc4822>. [Accedido: 14-ene-2016].

RFC, «Protocolo de Internet», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0791-es>. [Accedido: 14-ene-2016].

ECURED, «Protocolo de Pasarela Exterior», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Protocolo de Pasarela Exterior](http://www.ecured.cu/Protocolo%20de%20Pasarela%20Exterior). [Accedido: 14-ene-2016].

ECURED, «Protocolo de Pasarela Interno», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Protocolo de Pasarela Interno](http://www.ecured.cu/Protocolo%20de%20Pasarela%20Interno). [Accedido: 14-ene-2016].

CISCO, «Protocolo de Reserva de Recursos», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/RSVP.html>. [Accedido: 14-ene-2016].

IETF, «Protocolo de Transporte de Tiempo Real», 2011. [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc6184>. [Accedido: 14-ene-2016].

Asterisk, «Protocolo IAX | ElastixTech - Aprende Telefonía IP Asterisk - Elastix», *Elastix*, 10-dic-2015. [En línea]. Disponible en: <http://elastixtech.com/protocolo-iax/>. [Accedido: 10-dic-2015].

IRIS-MMEDIA, «RedIRIS - Videoconferencia H.323», 15-feb-2006. [En línea]. Disponible en: [http://www.rediris.es/RedIRIS - Videoconferencia H.323 - Arquitectura.htm](http://www.rediris.es/RedIRIS%20-%20Videoconferencia%20H.323%20-%20Arquitectura.htm). [Accedido: 08-jun-2016].

F. Bounoure, A. Coppo, D. Csernoch, B. Pravisiani, y D. Serrano, «SIP Session Initiation Protocol», Maestría en Ingeniería en Telecomunicaciones, Universidad de Buenos Aires, Argentina, Buenos Aires, 2006.

ECURED, «Tecnologías de la información y la comunicación.», *Tecnologías de la información y las comunicaciones*, 07-oct-2015. [En línea]. Disponible en: [www.ecured.cu/Tecnologías de la información y la comunicación](http://www.ecured.cu/Tecnologías%20de%20la%20información%20y%20la%20comunicación). [Accedido: 07-oct-2015].

C. Kozierok, «The TCP/IP Guide - TCP/IP Exterior Gateway Protocol (EGP)», 20-sep-2005. [En línea]. Disponible en: http://www.tcpipguide.com/free/t_TCPIPEXteriorGatewayRoutingProtocolsBGPandEGP.htm. [Accedido: 08-jun-2016].

Universidad de Alicante, «Tipos de Videoconferencias. Servicio de Informática Servicio de Videoconferencia», *Tipos de Videoconferencias*, 11-nov-2015. [En línea]. Disponible en: <http://si.ua.es/es/videoconferencia/>. [Accedido: 11-nov-2015].

«Videoconferencia», *Red Institucional de Videoconferencia*, 16-nov-2015. [En línea]. Disponible en: <http://virtual.uaeh.edu.mx/riv/videoconferencia.php>. [Accedido: 16-nov-2015].

«Videoconferencia-Monografia.com», 14-ene-2016. [En línea]. Disponible en: Monografias.com/Computación/Internet/Videoconferencia. [Accedido: 14-ene-2016].

«Video Telephony - Asterisk Project - Asterisk Project Wiki». [En línea]. Disponible en: <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Video+Telephony>. [Accedido: 08-jun-2016].

Glosario de Términos

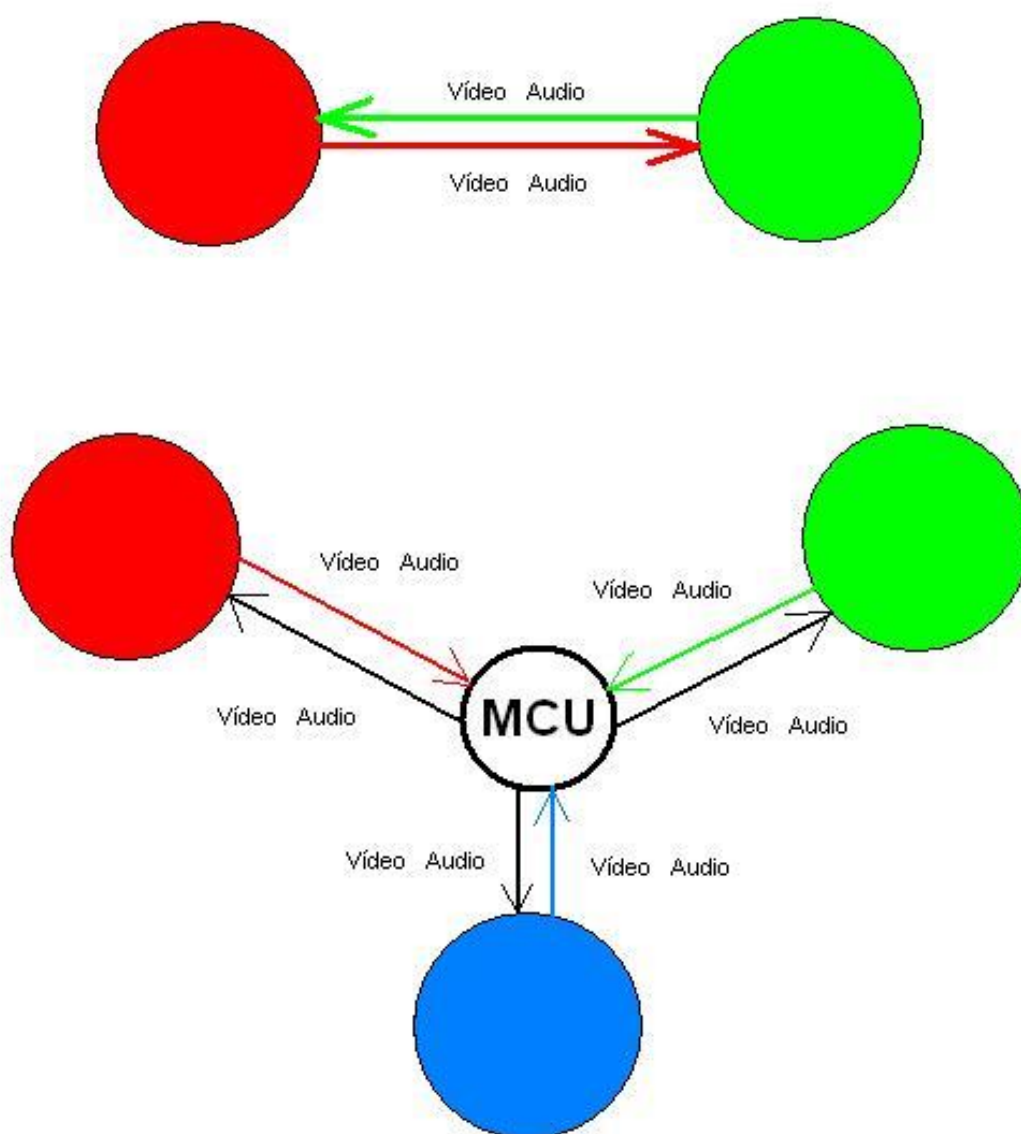
- ✓ IP: Protocolo de Internet.
- ✓ oIP: sobre Protocolo de Internet.
- ✓ OM: Servidor de videoconferencias OpenMeetings.
- ✓ VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet.
- ✓ XML: Lenguaje de Marcas Extensibles utilizado para almacenar datos en forma legible.
- ✓ CODEC: Las 2 primeras letras significan codificador y las otras 3 decodificador.
- ✓ PDF: Formato de Documento Portable.
- ✓ JPEG: Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía.
- ✓ GIF: Formato Gráfico de Intercambio.
- ✓ WAV: Formato de Ficheros de Audio WAVE form.
- ✓ AVI: Intercalado de Audio y Video.
- ✓ SWF: Formato de Archivos de Gráficos Vectoriales.
- ✓ PHP: Lenguaje de Programación del lado del servidor.

Anexos

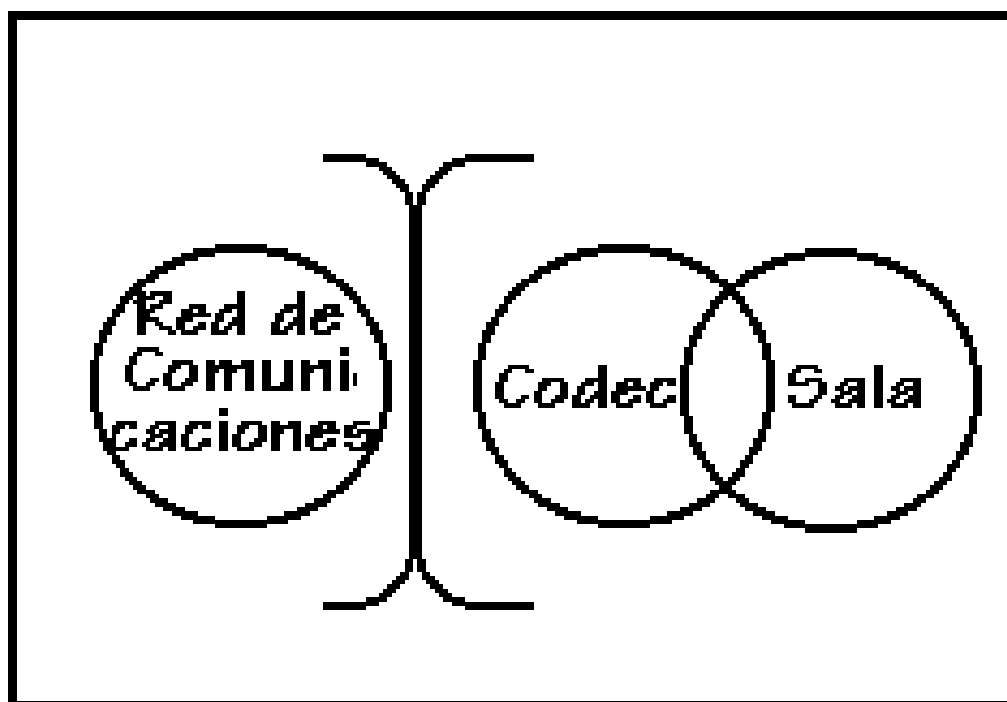
Anexo1: Sistema de videoconferencias profesional (Polycom, Ibercom, Sony).



Anexo 2: Estructura de videoconferencias Peer to Peer (Punto a Punto) y Multipunto.



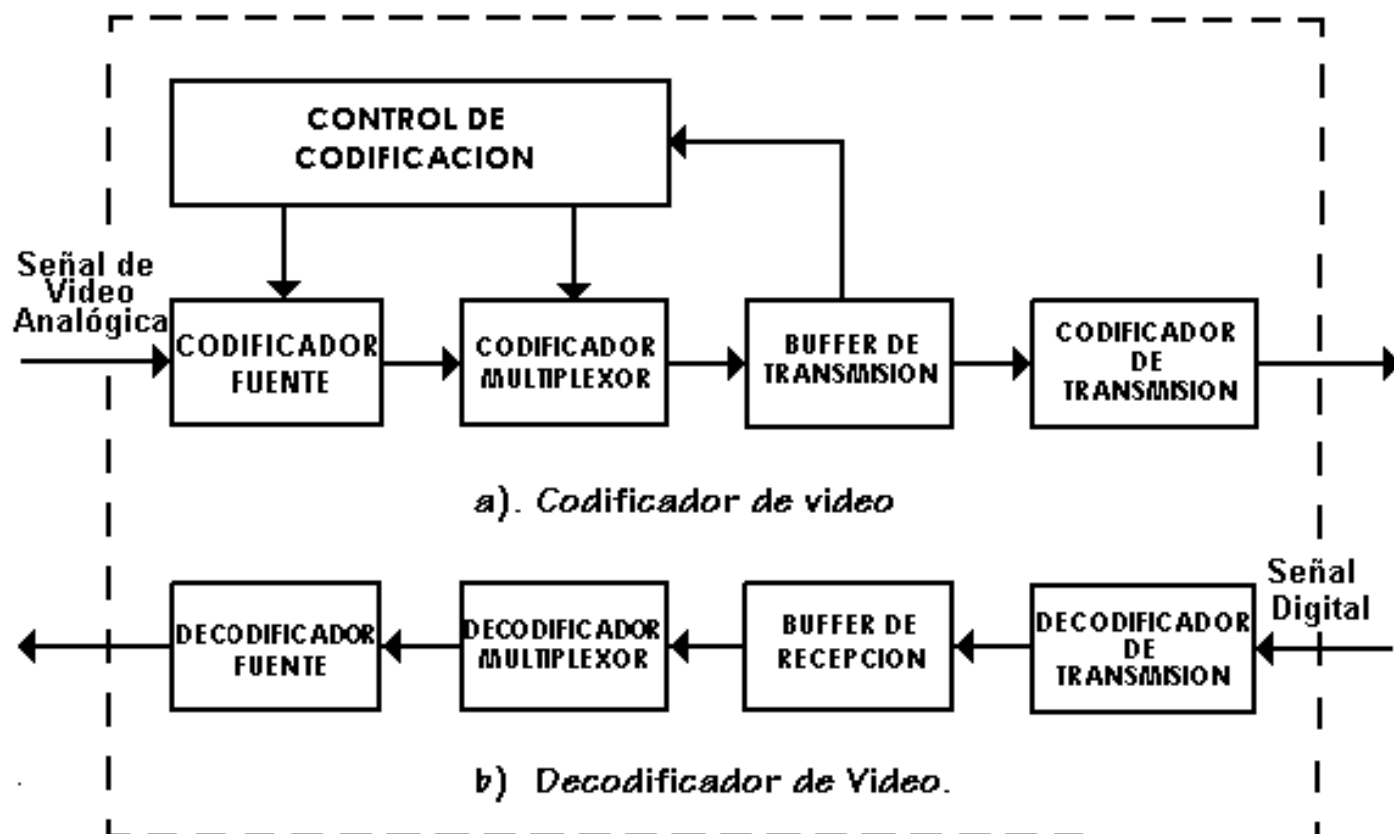
Anexo 3: Elementos básicos de una videoconferencia.



Anexo 4: Tipos de salas para la ejecución de videoconferencias.

Configuración	Esquema físico	Dispositivo de visualización típico	Cámaras	Cantidad de participantes	Micrófonos
Sala preparada	Salón de actos	Proyectores digitales o monitores grandes	Generalmente varias	Gran grupo	Varios
Rollabout	Módulo portátil en una sala preparada	Proyector o TV (según tipo de rollabout).	Una o dos	Pequeño grupo	Normalmente uno
Escritorio PC	Sistema en un ordenador	Monitor	WebCam	Individual	Uno

Anexo 5: Estructura del Códec de Video.



Anexo 6: Anexos del Códec H.263+.

Anexos	Definición
I	Modo codificación INTRA avanzada
J	Modo filtro de desbloqueo
K	Modo estructura en rebanada
L	Especificación de la información sobre mejoras suplementarias
M	Modo tramas PB mejoradas
N	Modo selección de la imagen de referencia
O	Modo escalabilidad temporal, SNR y espacial
P	Repetición de muestreo de la imagen de referencia
Q	Modo actualización de resolución reducida
R	Modo decodificación de segmento independiente
S	Modo códigos de longitud variable (VLC) INTER alternativo
T	Modo cuantificación modificada
X	Definición de perfiles y niveles

Anexo 7: Modos recomendados del Códec H.263+.

Modos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Codificación INTRA avanzada	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Filtro de desbloqueo	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Información sobre mejoras suplementarias (Full-Freeze Frame solamente)	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Cuantificación Modificada	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Vectores de movimiento sin restricciones	✗ No	✓ Sí	✓ Sí
Modo estructura en rebanada	✗ No	✓ Sí	✓ Sí
Repetición de muestreo de la imagen de referencia (Implícito sólo en el modo Factor-of-4)	✗ No	✓ Sí	✓ Sí
Predicción avanzada	✗ No	✗ No	✓ Sí
Tramas PB mejoradas	✗ No	✗ No	✓ Sí
Decodificación de segmento independiente	✗ No	✗ No	✓ Sí
Códigos de longitud variable (VLC) INTER alternativo	✗ No	✗ No	✓ Sí

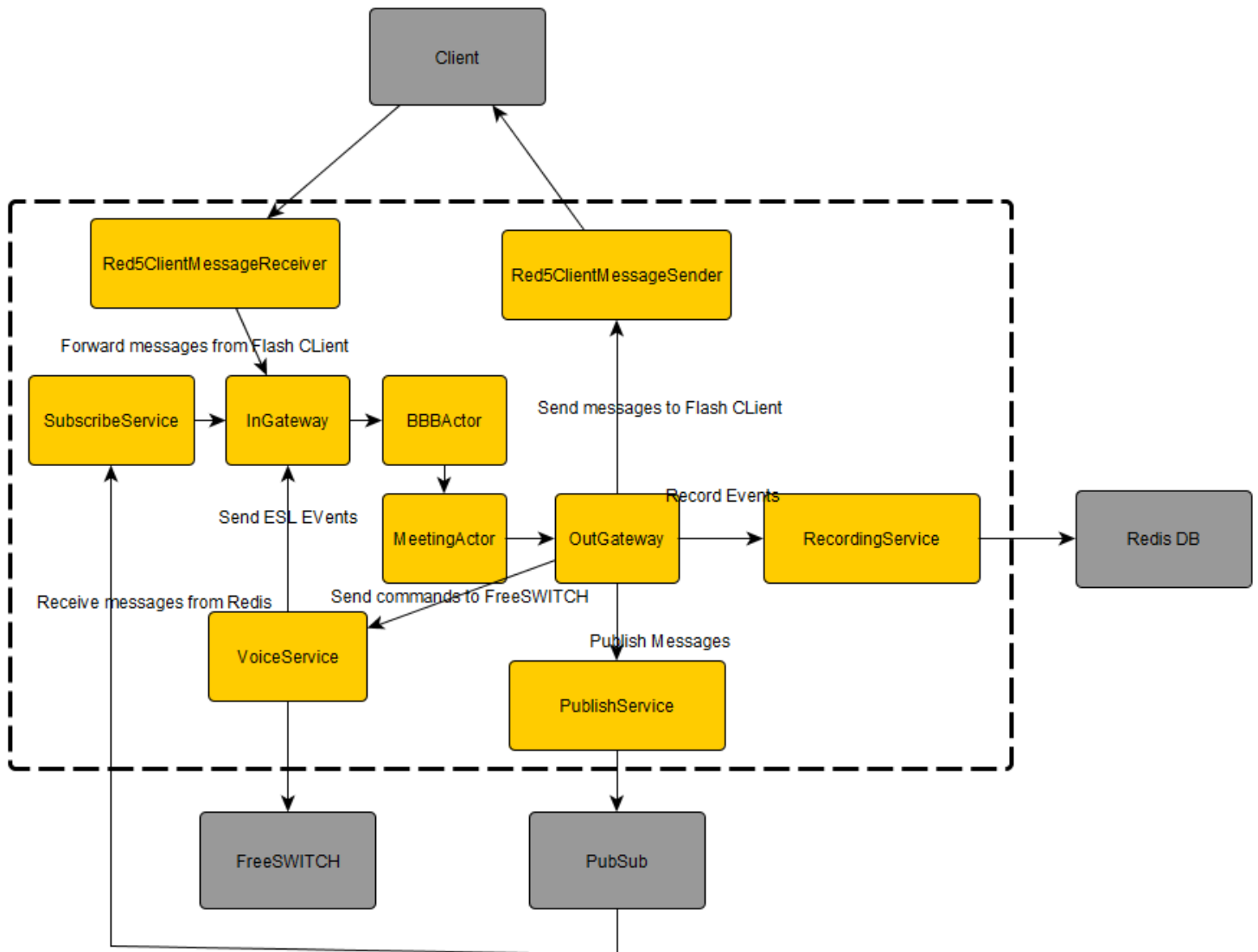
Anexo 8: Anexos del Códec H.263++.

Anexos	Definición
U	Modo de selección mejorada de imagen de referencia
V	Modo rebanada particionada de datos
W	Especificación de información adicional de mejora suplementaria
X	Definición de perfiles y niveles (mejorado en 2001)

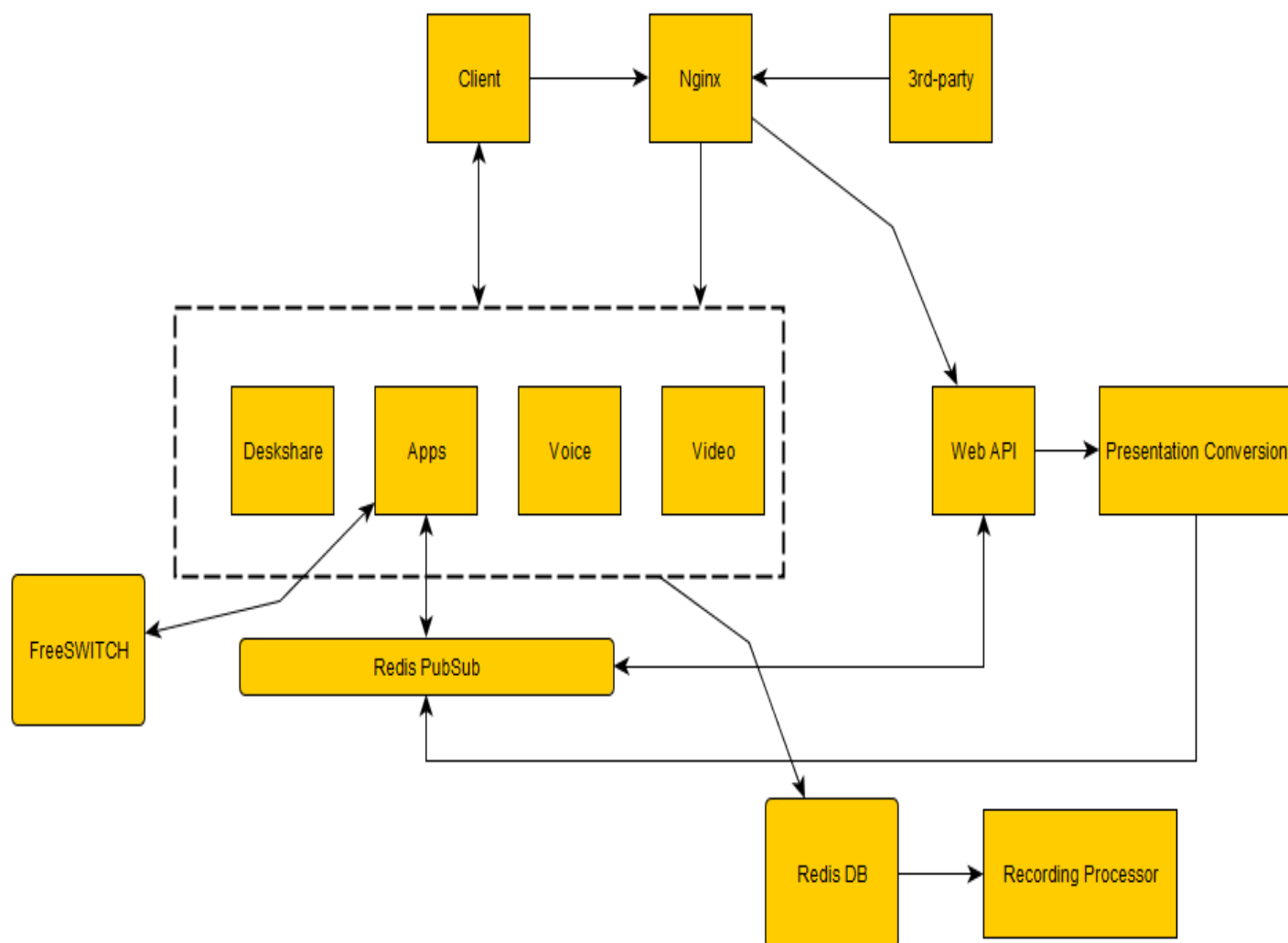
Anexo 9: Tabla de Códec de Audio.

Códec	Nombre	Bit rate (kb/s)	Retardo (ms)	Comentarios
Códec de banda angosta (narrowband)				
G.711	PCM: Pulse Code Modulation	64,56	0.125	Códec “base”, utiliza dos posibles leyes de compresión: μ -law/mu-law y A-law.
G.723.1	Hybrid MPC-MLQ and ACELP	6.3,5.3	37.5	Desarrollado originalmente para video conferencias en la PSTN, es actualmente utilizado en sistemas de VoIP
G.728	LD-CELP: Low-Delay code excited linear prediction	40,16,12.8, 9.6	1.25	Creado para aplicaciones DCME (Digital Circuit Multiplex Encoding)
G.729	CS-ACELP: Conjugate Structure Algebraic Codebook Excited Linear Prediction	11.8,8,6.4	15	Ampliamente utilizado en aplicaciones de VoIP, a 8 kb/s
AMR	Adaptive Multi Rate	12..2 a 4.75	20	Utilizado en redes celulares GSM
Códec de banda ancha (wideband)				
G.722	Sub-band ADPCM	48,56,64	3	Inicialmente diseñado para audio y videoconferencias, actualmente utilizado para servicios de telefonía de banda ancha en VoIP
G.722.1	Transform Coder	24,32	40	Usado en audio y videoconferencias
G.722.2	AMR-WB	6.6,8.85,12.65, 14.25, 15.85, 18.25, 19.85, 23.05, 23.85	25.9375	Estándar en común con 3GPP (3GPP TS 26.171). Los bit rates más altos tienen gran inmunidad a los ruidos de fondo en ambientes adversos (por ejemplo celulares)

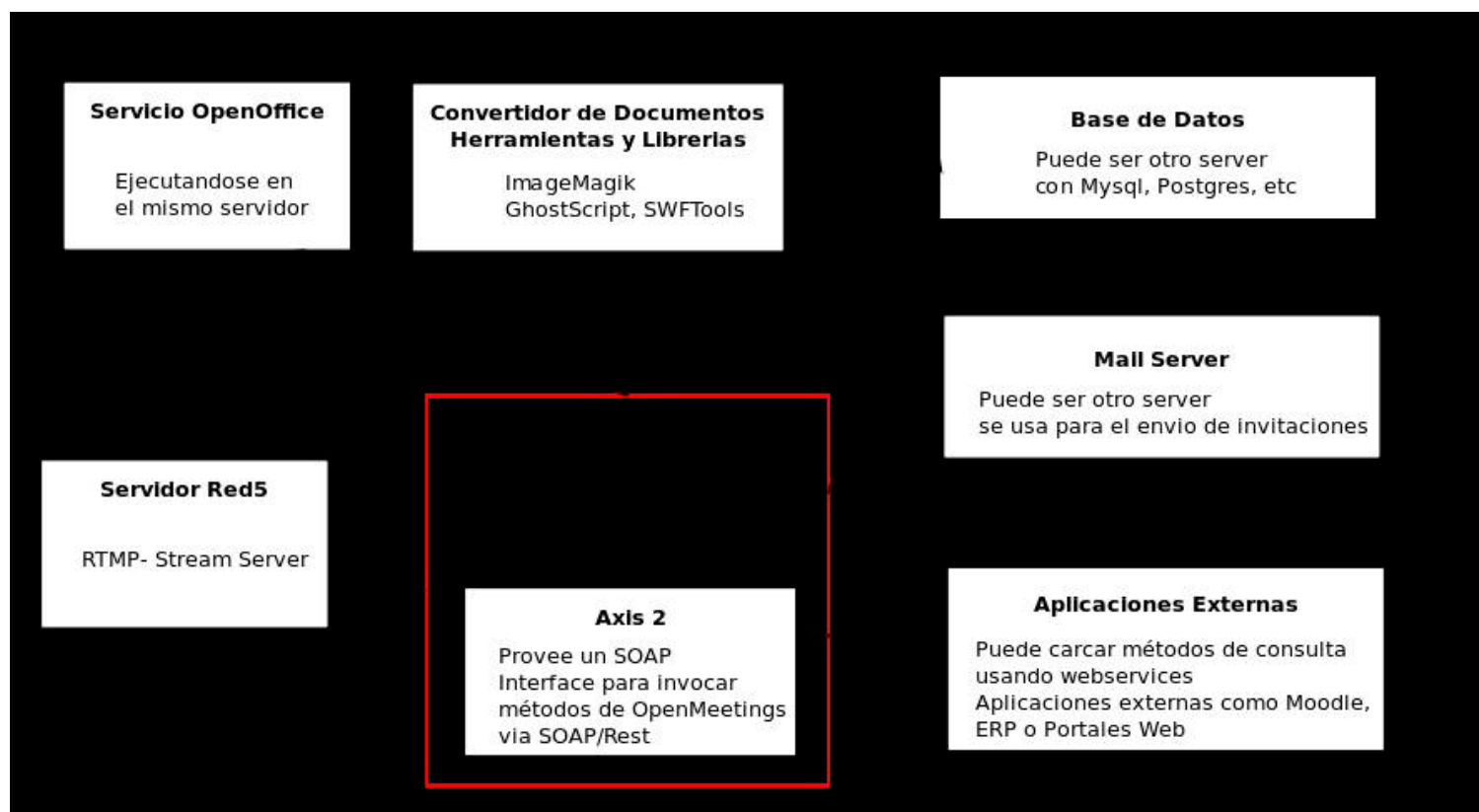
Anexo 10: Arquitectura de las Aplicaciones (HTTP, RTPM) de Big Blue Button o BBB.



Anexo 11: Arquitectura de Big Blue Button o BBB.



Anexo 12: Arquitectura de OpenMeetings.



Anexo 13: Instalación de OpenMeetings y sus Módulos.

Instalación de OpenMeetings:

Instalar libx264

->Se debe indicar en el terminal lo siguiente (línea a línea):

```
cd ~/ffmpeg_sources
#wget http://download.videolan.org/pub/x264/snapshots/last_x264.tar.bz2
#tar xjvf last_x264.tar.bz2
cd x264-snapshot*
./configure --prefix="$HOME/ffmpeg_build" --bindir="$HOME/bin" --enable-
static
make
make install
make distclean
```

Instalar libfdk-aac

->Se debe indicar en el terminal lo siguiente (línea a línea):

```
cd ~/ffmpeg_sources
#wget -O fdk-aac.zip https://github.com/mstorsjo/fdk-aac/zipball/master
#unzip fdk-aac.zip
cd mstorsjo-fdk-aac*
#autoreconf -fiv
autoreconf configure.ac -fiv
./configure --prefix="$HOME/ffmpeg_build" --disable-shared
make
make install
make distclean
```

Instalar libmp3lame

->Sólo tienes que indicar en el terminal lo siguiente:

```
sudo apt-get install libmp3lame-dev
```

Instalar libopus

Indicar en el terminal:

```
sudo apt-get install libopus-dev
```

Instalar libvpx

->Se debe indicar en el terminal lo siguiente (línea a línea):

```
cd ~/ffmpeg_sources
```

```
#No hay que hacerlo pues ya se descompactaron todos los paquetes  
juntos.
```

```
#wget http://webm.googlecode.com/files/libvpx-v1.3.0.tar.bz2
```

```
#tar xjvf libvpx-v1.3.0.tar.bz2
```

```
cd libvpx-v1.3.0
```

```
./configure --prefix="$HOME/ffmpeg_build" --disable-examples
```

```
make
```

```
make install
```

```
make clean
```

Instalar ffmpeg

->Se debe indicar en el terminal lo siguiente (línea a línea):

```
cd ~/ffmpeg_sources
```

```
#wget http://ffmpeg.org/releases/ffmpeg-snapshot.tar.bz2
```

```
#tar xjvf ffmpeg-snapshot.tar.bz2
```

```
cd ffmpeg
```

```

PKG_CONFIG_PATH="$HOME/ffmpeg_build/lib/pkgconfig"
export PKG_CONFIG_PATH
# Es un paso crucial si tienes algún error anterior dará error.
./configure --prefix="$HOME/ffmpeg_build" --extra-cflags="-I$HOME/ffmpeg_build/include" --extra-ldflags="-L$HOME/ffmpeg_build/lib" --bindir="$HOME/bin" --extra-libs="-ldl" --enable-gpl --enable-libass --enable-libfdk-aac --enable-libfreetype --enable-libmp3lame --enable-libopus --enable-libtheora --enable-libvorbis --enable-libvpx --enable-libx264 --enable-nonfree --enable-x11grab
make
make install
make distclean
hash -r

```

->Instalar MySQL Server

En principio ya se tiene instalado dado que también hacía falta para la Moodle. Si no fuese así revisad la siguiente entrada: Instalar Moodle (MySQL)

Se salta el paso de la instalación de MySQL Server y se va directo a crear una BD para OpenMeetings:

```

# Instalo el servidor mysql 5.5.37, pedirá contraseña para root.
apt-get install mysql-server
mysql -u root -p
# En esta versión no funcionó, se puso otro abajo para crear la BD.
#echo "CREATE DATABASE openmeetings DEFAULT CHARACTER SET 'utf8';" | mysql -u root -p
#Creo BD openmeetings
CREATE SCHEMA `openmeetings` DEFAULT CHARACTER SET utf8 ;
#Se crea usuario y contraseña para dicha BD. Donde se indica
#"ejemplousuarioOM@localhost" indicar el nombre del usuario, y en
"ejemplocontraseñaOM" #indicar la contraseña:
#echo "CREATE USER ejemplousuarioOM@localhost;" | mysql -u root -p
#echo "GRANT ALL PRIVILEGES ON openmeetings.* TO ejemplousuarioOM@localhost #IDENTIFIED BY 'ejemplocontraseñaOM' WITH GRANT OPTION;" | mysql -u root -p
#echo "FLUSH PRIVILEGES;" | mysql -u root -p

```

Instalar OpenMeetings

->Ir a la URL openmeetings.apache.com y se descarga la versión 3.0.6 de Openmeetings (tar.gz).

#Se teclea en el terminal:

```
#cd /opt
```

#Se indica en el terminal

```
#tar xzf
```

```
#/directorio_donde_tengas_descargado_openmeetings3.0.1/nombre_del_
tar_descargado
```

Ahora mover la carpeta de openmeetings al mismo nivel que la de Moodle. Es decir moverla de la carpeta /opt a /var/www/html

```
mv nombre_de_la_carpeta /var/www/html/ nombre_de_la_carpeta #
seria:
```

```
cp -R apache-openmeetings-3.0.6 /var/www/html/apache-openmeetings-
3.0.6
```

->Ahora hacer que el archivo mysql_persistence.xml sea persistence.xml

#Donde aparezca nombre de la carpeta usar "apache-openmeetings-3.0.6"

```
#mv /var/www/html/ nombre_de_la_carpeta
```

```
/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-
```

```
INF/mysql_persistence.xml /var/www/html/ nombre_de_la_carpeta
```

```
#/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/persistence.xml
```

```
mv /var/www/html/apache-openmeetings-
```

```
3.0.6/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-
```

```
INF/mysql_persistence.xml /var/www/html/apache-openmeetings-
```

```
3.0.6/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/persistence.xml
```

->Por último editar el archivo con las configuraciones de base de datos:

```
#sudo gedit /var/www/html/ nombre_de_la_carpeta
```

```
/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/persistence.xml
```

```
sudo gedit /var/www/html/apache-openmeetings-
```

```
3.0.6/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/persistence.xml
```

Busca la siguiente línea: `Url=jdbc:mysql://localhost:3306/openmeetings` y cambia "openmeetings" por el nombre de la base de datos.

Luego busca la línea: `Username=root` y cambia "root" por el usuario que has creado para la base de datos de openmeetings en MySQL. En la línea `"Password=" />` indica la contraseña de dicho usuario. MUCHO CUIDADO: No quitar las comillas de esta línea, ejemplo de como debería quedar: `Password=123456" />`

Conectar Openmeetings a MySQL

->Para ello sólo descargar Jconnector. El conector permite acceder a las bases de datos de MySQL desde Openmeetings.

```
#cd /opt
```

```
#Descargar el conector de:
```

```
http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/
```

```
#Copiar el fichero dentro del directorio /opt
```

```
#unzip mysql-connector-java-version_que_sea.zip
```

```
#cp /opt/ mysql-connector-java-version_que_sea / mysql-connector-java-version_que_sea-#bin.jar /var/www/html/ nombre_de_la_carpeta /webapps/openmeetings/WEB-INF/lib
```

Este paso es de suma importancia pues es un plugin para que OM interactúe con mysql

```
cp /root/ffmpeg\_sources/mysql-connector-java-5.1.35/mysql-connector-java-5.1.35-bin.jar  
/var/www/html/apache-openmeetings-3.0.6/webapps/openmeetings/WEB-INF/lib
```

```
#rm mysql-connector-java-version_que_sea.zip
```

```
#rm -R mysql-connector-java-version_que_sea/
```

```
chown -R nobody /var/www/html/apache-openmeetings-3.0.6
```

->Instalar JODConverter

Permite que Openmeetings pueda trabajar con LibreOffice.

```
#cd /opt
```

```
#wget http://jodconverter.googlecode.com/files/jodconverter-core-3.0-beta-4-dist.zip
```

```
#unzip jodconverter-core-3.0-beta-4-dist.zip
```

```
#rm jodconverter-core-3.0-beta-4-dist.zip
apt-get install jodconverter
```

->Usar script Red5-Openmeetings

```
#cd /etc/init.d/
#wget
https://dl.dropboxusercontent.com/u/11993667/LibreofficeRed5/red5
#En el siguiente paso asegura de que el script se ejecute:
#chmod +x /etc/init.d/red5
#Ejecutar Openmeetings
#/etc/init.d/red5 start
```

#Puede aparecer un mensaje como el siguiente: start-stop-daemon: --start needs --exec or --startas Try 'start-stop-daemon --help' for more information.

#No le deis importancia, el script ya está arrancado.

```
cd /var/www/html/apache-openmeetings-3.0.6
./red5.sh      #si no se ejecuta poner antes "chmod +x red5.sh"
```

```
cp /dirección del script que te di/openm.sh /etc/init.d/
```

#Este comando hace que se ejecute el script al iniciar Ubuntu en las secciones de la 2-5 que son las de multiusuario en la prioridad 99 que es la última para que arranque después de todos los demás procesos.

(Lo pongo entre rayas pues necesario y aparte a la guía)

```
update-rc.d openm.sh start 99 2 3 4 5 .
```

->Ahora ir al navegador y escribir:

<http://localhost:5080/openmeetings/install>

Debería saltar la pantalla de instalación de openmeetings

Escoger opción en: Continue with STEP 1

En este paso va a pedir información sobre el usuario de Openmmetings, zona horaria, etc:

openmeetings

Te preguntará las rutas dónde tengas instalado todo el software de este tutorial (swfttools, ImageMagick, FFMPEG, etc)

Una vez completado todo clickar en Install

Si todo sale bien debería saltar un mensaje: INSTALATION COMPLETE!

Ahora para acceder a la aplicación Openmeetings sólo se debe indicar en el navegador: <http://localhost:5080/openmeetings>

A continuación se instala OpenMeetings en el servidor (Ubuntu) y se enlaza con MySQL, para Instalar OpenMeetings en Moodle consulta la siguiente entrada: Instalación OpenMeetings 3.0.1 en Moodle 2.7

Instalación de Moodle y asociación con Openmeetins:

1- Guía de Instalación Paso a Paso de Moodle en Ubuntu.

1 Paso 1: Instalar Apache/MySQL/PHP

2 Paso 2: Instalar Software Adicional

3 Paso 3: Descargar Moodle

4 Paso 4: Copiar repositorio local a /var/www/html/

5 Paso 5: Instalar MySQL Server

6 Paso 6: Completar Instalación

6.1 Cambiar la carpeta de datos de moodle

6.2 Tipo de Base de Datos

6.3 Configurar Base de Datos

6.4 Crear una Cuenta Administrador del Sitio

6.5 Completar Instalación

6.6 No Olvidar

7 Paso 7 Completar Instalación.

Paso 2: Instalar Apache/MySQL/PHP

Abra la Consola y escribe lo siguiente;

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install apache2 mysql-client mysql-server php5
```

- 1- Se le preguntará si desea establecer la contraseña de root para MySQL (establecer la contraseña de MySQL) -, que lo necesitará en el paso 6.

Paso 3: Instalar Software Adicional

```
sudo apt-get install graphviz aspell php5-pspell php5-curl php5-gd php5-intl php5-mysql php5-xmlrpc php5-ldap clamav
```

Reiniciar Apache para que se carguen los modulos correctamente

```
sudo service apache2 restart
```

Se usará Git para instalar/actualizar el núcleo de la aplicación Moodle

```
sudo apt-get install git-core
```

Paso 4: Descargar Moodle

Se descarga el archivo moodle-2.9.2.tgz de la página oficial de moodle.

Paso 5: Copiar el repositorio local a /var/www/html/

```
sudo cp -R /home/user/Descargar/moodle /var/www/html/
```

```
sudo mkdir /var/moodledata
```

```
sudo chown -R www-data /var/moodledata
```

```
sudo chmod -R 777 /var/moodledata
```

```
sudo chmod -R 0755 /var/www/html/moodle
```

2- Explicación:

Ya que configurar un repositorio local en el paso anterior, se copia en la raíz de la web después de las actualizaciones y cambios. Tener el repositorio local fuera de la raíz de la web, como el que se tiene en / opt, será capaz de preparar y poner en escena las actualizaciones de una manera eficiente. Por ejemplo, se quiere hacer cambios o añadir plugins, debe descargar el plugin y copiarlo en el repositorio de Moodle local. Después de haber agregado el plugin y cualquier otro cambio que podría haber hecho que tendrá que editar el archivo que se encuentra en /opt/moodle/.git/info/exclude. Dentro de ese archivo que desea decirle a Git que los archivos / carpetas para excluir cuando se tira hacia abajo las actualizaciones al ejecutar la siguiente "tirón sudo git". Una entrada de ejemplo sería el modulo certificado ubicado en / opt / moodle / mod / certificado así dentro del archivo que desea agregar "/ mod / certificado" por debajo de los últimos comentarios excluir. Se podría agregar entradas adicionales, 1 por línea, para cada plugin o archivo que puede ser que haya cambiado. Si debe cambiar el archivo favicon.ico se acaba de agregar "favicon.ico" al archivo de exclusión. Ahora cuando se ejecuta "sudo tirón git" para actualizar moodle a la última versión ignorará los archivos y directorios, solo actualizará el código del núcleo moodle. Antes de copiar a la raíz_web.

Paso 6: Instalar MySQL Server

En primer lugar, cambiar el motor de almacenamiento predeterminado en innodb y cambiar el formato de archivo predeterminado en Barracuda, este es un entorno nuevo en comparación con las versiones anteriores. También es necesario establecer innodb_file_per_table con el fin de Barracuda para que funcione correctamente. Ref: <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/innodb-compression-usage.html>

No debería ser necesario para hacer INNODB el motor de almacenamiento por defecto, la última versión de Moodle seleccionará automáticamente durante la

instalación. Siempre es una buena idea para que sea por defecto de todos modos. Sin embargo, se tiene que establecer el formato de archivo predeterminado.

Usar gedit u otro gestor de texto para configurar mysql

```
sudo gedit /etc/mysql/my.cnf
```

- 3- Vaya a la sección [mysqld] y bajo Configuración básica agregar la siguiente línea debajo de la última declaración. Si desea agregar tiene que pulsar el botón de "insertar" en el teclado. Es por lo general por encima del botón de "borrar". Le permite añadir un poco de texto.

```
default_storage_engine = innodb
```

```
innodb_file_per_table = 1
```

```
innodb_file_format = Barracuda
```

Posteriormente se guardan los cambios.

Reiniciar MySQL Server para que se ajusten los cambios

```
sudo service mysql restart
```

Ahora se necesita crear una base de datos con el nombre de Moodle y un usuario MySQL con el mismo nombre con los permisos correctos.

Usar el password creado en el paso 1

```
mysql -u root -p
```

```
mysql>
```

```
CREAR DATABASE moodle DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE  
utf8_unicode_ci;
```

Donde dice "moodledude" y "passwordformoodledude" se debe cambiar por el nombre de usuario y password creado anteriormente.

```
mysql>
```

```
crear user 'moodledude'@'localhost' IDENTIFIED BY 'passwordformoodledude'
```

```
mysql>
```

```
GRANT SELECT,INSERT,UPDATE,DELETE,CREATE,CREATE TEMPORARY  
TABLES,DROP,INDEX,ALTER ON moodle.* TO moodledude@localhost  
IDENTIFIED BY 'passwordformoodledude';
```

```
mysql>
```

```
quit;
```

Paso 7: Completar Instalación

Nota - Si no se siente cómodo de usar el terminal para crear el archivo config.php que necesita ser creada al pasar por el instalador, debe hacer temporalmente el permiso de escritura web raíz de la siguiente manera:

```
sudo chmod -R 777 /var/www/html/moodle
```

```
sudo chmod -R 0755 /var/www/html/moodle
```

Abre el Navegador y ves a <http://IP.ADDRESS.OF.SERVER/moodle>

Sigue los pasos:

Cambiar la carpeta para los datos de moodle

```
/var/moodldata
```

Tipo de Base de Dato

Choose: mysqli

Configuración de la Base de Datos

Servidor: localhost

Base de Datos: moodle

Usuario: moodledude

Contraseña: passwordformoodledude

Prefijo de la Tabla: mdl_

Ya se puede usar moodle.

INSTALAR OPENMEETINGS 3.0.6 EN MOODLE 2.9.2 (PLUGIN)

Descargar la versión del plugin correspondiente con las versiones instaladas tanto de Moodle como de OpenMeetings. Por ejemplo, en este caso, seleccionar el Plugin compatible con Moodle 2.9.2 que es mod_openmeetings_moodle29_2015051301.zip, descargado en la página oficial de moodle, y se encuentre una versión compatible con OpenMeetings 3.0.6.

Una vez descargado copiar la carpeta “openmeetings” a la carpeta /mod (ruta: /var/www/html/moodle/mod).

Ahora ingresar en Moodle y si no salta de manera automática ir a la pestaña de notificaciones.

Notifica que ha sido instalado un módulo externo, y a continuación saldría una pantalla similar a la siguiente:

Sitio en pruebas

Los ajustes que se muestran más abajo se agregaron durante la última actualización de Moodle. Realice los cambios necesarios a los valores por defecto y luego haga clic en el botón "Guardar ajustes" al final de esta página.

Nuevos ajustes - OpenMeetings

Nombre del Host o IP del servidor OpenMeetings openmeetings_redshost	localhost	Valor por defecto: localhost
Nombre del Host o IP del servidor OpenMeetings		
Puerto del servidor OpenMeetings openmeetings_redsport	5080	Valor por defecto: 5080
Puerto del servidor OpenMeetings		
Usuario Admin de OpenMeetings openmeetings_openmeetingsAdminUser	admin	Valor por defecto: admin
Usuario Admin de OpenMeetings		
Contraseña del Usuario Admin de OpenMeetings openmeetings_openmeetingsAdminUserPass	*****	☐ Desenmascarar
Contraseña del Usuario Admin de OpenMeetings		
Clave del módulo openmeetings_openmeetingsModuleKey	moodle	Valor por defecto: moodle
Configuración avanzada: Clave del módulo OpenMeetings (variar si se utilizan instancias múltiples de OpenMeetings en el mismo servidor OpenMeetings)		
Nombre de la webapp OpenMeetings openmeetings_webappname	openmeetings	Valor por defecto: openmeetings
Configuración avanzada: si ha renombrado la webapp OpenMeetings puede introducir aquí su nombre alternativo.		
Protocol openmeetings_protocol	http	Valor por defecto: http
Protocol to be used while constructing Openmeetings URLs (default: http)		

Guardar cambios

En ella indicar la configuración que tiene OpenMeetings. Cuando ya esté rellenado de manera completa pulsar sobre Guardar cambios.

Ahora ya se puede utilizar OpenMeetings dentro de Moodle. Sólo se dirige a un curso, se le da a Activar Edición y se añade una actividad de éste tipo.

Adding a new conference room to a Moodle course

diferentes proyectos a la que se nombra "proyectos". Para ello abrir el terminal o consola y escribir el siguiente comando:

```
# cp -R moodle /var/www/html/
```

Nota: Al abrir el terminal de comandos ya sitúa directamente dentro de la carpeta home del usuario, se puede hacer el mkdir proyectos directamente. Si el usuario se llamase "pablo", la ruta sería /home/pablo. Si queréis comprobar en cualquier momento la carpeta donde os encontráis podéis escribir el comando:

```
# pwd
```

Ahora que se tiene la carpeta creada, se debe modificar los permisos de lectura y escritura para que Apache pueda leer en ella. En este caso, conceder permisos totales a todos los usuarios para ambas carpetas, algo que solo se hace porque es un servidor para desarrollo y porque se trabaja de manera local en la propia máquina:

Una vez en el directorio html

```
# chmod -R 777 moodle
```

Habilitar y configurar el sitio en Apache

A continuación, configurar las directrices por las que el servidor se guiará para servir esta página. Entrar en la carpeta /etc escribiendo:

```
# cd /etc
```

En esta carpeta se encuentra el archivo hosts, que indica al ordenador la relación existente entre dominios de Internet y direcciones IP. Con el editor que se quiera, en este caso vim, editar este archivo para decirle al ordenador que la dirección desarrolloweb.com la busque en el servidor localhost y no en la IP real del dominio.

Nota: Cuando se acceda a la dirección real de la página, comentar esta línea con almohadilla #. Otra manera es configurar en local desarrolloweb.com (sin www) y dejar la dirección completa libre para el acceso a la página en el servidor real.

Para esta configuración ejecutar el editor elegido (en este caso vim, pero si lo deseas se puede ver otras alternativas a Vi) desde /etc escribiendo:

```
# gedit hosts
```

Nota: Se ejecuta como superusuario, gracias al comando sudo, porque al no tratarse de un archivo que esté dentro de la carpeta /home, se necesita permisos de administrador.

En el archivo incluir una línea en la que asocie la IP de localhost (servidor local) a la dirección ip de Apache, que es 127.0.0.1

```
127.0.0.1      moodle.ucf.edu.cu moodle
10.14.17.135  moodle.ucf.edu.cu moodle
```

Salvar y comprobar haciendo ping a moodle.ucf.edu.cu y ver que devuelve la IP del servidor local. Recuerda que para eliminar este comportamiento se debe comentar la línea del archivo hosts con #.

El siguiente paso es definir la ruta en la que se encuentra el contenido que se quiere asociar al dominio. Entrar en la carpeta de apache:

```
# cd apache2
```

Acceder ahora a la carpeta sites-available, donde se encuentran las configuraciones para los diferentes dominios que contiene el servidor. Si no se ha definido ninguno, aparecerá solo un archivo default y un default-ssl. Se usa el default como base de

configuración así que se copia renombrándolo además con el nombre del dominio. Realizar ambos pasos.

```
# cd sites-available
```

```
# touch moodle.ucf.edu.cu.conf
```

Copiar dentro de este fichero la plantilla de 000-default.conf.origin

A continuación, editar el archivo:

```
# gedit moodle.ucf.edu.cu.conf
```

En el archivo que se abre, configurar muchísimos parámetros, pero ir a tocar solo los mínimos necesarios que corresponden a este tutorial. En la línea número tres, debajo de ServerAdmin, escribir el nombre del servidor incluyendo la siguiente línea:

```
ServerName moodle.ucf.edu.cu
```

Y bajo esta línea sustituir /var/www por la carpeta de publicación a asignar, en este caso la línea quedará así, necesario pues por defecto esta para openmeetings:

```
DocumentRoot /var/www/html/moodle
```

Nota: Se puede configurar otras cosas como los logs, pero no procede en este tutorial.

El sitio está configurado, lo que se tiene que hacer ahora es activar el sitio para la publicación en apache. Para ello, desde la misma carpeta, se ejecuta un comando propio de apache:

```
# a2ensite moodle.ucf.edu.cu
```

Y si todo ha ido bien solicitará recargar apache, lo que se puede hacer escribiendo:

```
# service apache2 restart
```

Una vez ha recargado Apache, solo queda abrir el navegador y escribir la dirección sin www y comprobar cómo lo que se muestra es el contenido de la carpeta local. Ahora llevar a cabo todo el proyecto en una carpeta situada en la carpeta personal y además comprobarlo en el navegador desde la misma dirección que tendrá en Internet.