

Diseño de un Modelo de Infraestructura para Redes Mesh en Entornos Comunitarios o Rurales de Colombia: Como Apoyo al Proyecto de Investigación “Formulación de una Metodología para Diseñar e Implementar Redes Mesh como Alternativa de Solución para Redes Comunitarias o Rurales”

Victor Julio Cruz Rozo y Jhonatan Collazos Collazos

Universidad Libre

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería de Sistemas y Telemática

Bogotá, 2016

Calificaion

Director del Departamento

Firma presidente de Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Dedicatoria

Queremos agradecer a todas las personas que han estado con nosotros durante este proceso, aquellas que siempre han confiado en nosotros, por ustedes es que día a día damos lo mejor de nosotros y por ustedes es que entregamos este proyecto como muestra de agradecimiento y en parte algo de retribución por siempre estar hay gracias esto es por y para ustedes.

JHONTAN COLLASOZ COLLAZOS

VICTOR JULIO CRUZ ROZO

Resumen

El nivel tecnológico del mundo actual trae la necesidad que estar conectado a la red, sin importar la ubicación geográfica es indispensable para cualquier persona sin importar su raza, clase social, ubicación geográfica o status económico teniendo en cuenta que los usuarios siempre exigen la más alta calidad del servicio a bajos costos. Para estas exigencias la tecnología trabaja arduamente día a día con el fin de dar satisfacción a los usuarios de una red. En este documento se desarrolla una solución para redes comunitarias o rurales, apoyándose de una topología la cual se conoce como Redes Mesh (inalámbrica en este caso) creada, administrada, gestionada por los propios usuarios, la cual se ha implementado en diferentes países del mundo dando muy buenos resultados ofreciendo acceso libre y gratuito a la propia red. De igual manera, lo que se busca, es dejar plasmado el modelo correspondiente para una futura implementación en zonas comunitarias o rurales de Colombia.

Palabras Claves

Red Mesh, Ubicación Geográfica.

Abstract

The technology of the actual world brings the need that be connected to the network, without need the geographic location is indispensable for everybody without matter your race, social class, geographic location or economic status, given what the users always ask for the most quality of the service to price low. For these needs the technology work a lot day to day for give satisfaction to all users of the network. In this paper develops a solution for community or rural networks, leaning for a topology that know like Mesh Network, created, administered and managed for the users. This Mesh Network has been implemented in different countries of the world with very good results. Offering access free to the same network. Similarly, we search capture the corresponding model for a future implementation in communities or rural zones of Colombia.

Keywords

Mesh Network, Geography location

Introducción

Debido a la gran demanda de conectividad que se requiere en la actual época y las tendencias que se marcan en cuanto a redes y telecomunicaciones es de vital importancia que la tecnología se vea encaminada a contribuir para que los usuarios puedan acceder a ella y estar en línea en todo momento, para esto una de las alternativas son las soluciones inalámbricas y es allí

en donde entran las redes mesh para la utilización de las redes inalámbricas en la frecuencia de uso libre de forma oficial, en las bandas del espectro a una frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz.

Durante el paso de los años el software de licenciamiento libre ha ido en crecimiento a tal punto que es utilizado para estudios de todo tipo bien sea académicos, profesionales o de uso doméstico siendo así la herramienta más adecuada para las redes libres las cuales son una de las mejores herramientas para comunicaciones de corto y largo alcance en todos sus entornos a nivel mundial.

Lo que se presentara en este documento es un modelo para la elaboración de una red libre que puede ser eficaz sin necesidad de cableado estructurado y sin el control establecido sometido a una licencia de uso, si no que por el contrario podrá ser manejado soportado y estudiado por el usuario sin que este se tenga que abstener del uso y derecho a la libertad digital.

Las redes libres se identifican por ser un conjunto de usuarios interesados en dicha red y en las comunicaciones inalámbricas, la cual sin fin lucrativo este conjunto de usuarios deciden crear esta red de datos libres y comunitarios para contar con una nueva forma de aportar contenidos, compartir recursos, entre otros muchos usos.

Teniendo en cuenta que la tecnología avanza exponencialmente se da la necesidad de contar con recursos en telecomunicaciones y redes para cualquier comunidad sin importar clase social o económica.

Teniendo en cuenta esto inferimos que cualquier usuario tendría el derecho a utilizar dichos recursos por ende se crea la necesidad de desplegar redes que permitan el acceso a estos, en todas las ciudades y/o localidades de bajo estrato social y bajos recursos económicos.

Este proyecto de investigación se basa en modelo por nodos que permiten estos accesos gratuitamente, por medio de una red auto sostenible, la cual soporte todo tipo de comunicaciones en ella con lo cual dará paso para llevar a cabo un proyecto sobre un modelo para la implementación de una red en malla o MESH.

Las redes en malla o tipo MESH se constituyen como una solución de infraestructura solida y robusta capaz de garantizar la comunicación entre todos sus puntos de manera rápida y confiable, presentando un servicio de uso y acceso fácil a los usuarios, en cualquier lugar donde se implemente.

Con este proyecto resaltamos los conocimientos que se tienen al día sobre las redes libres y se mantiene una línea de investigación como homenaje a todos y cada una de las personas interesadas en compartir dichos conocimientos.

Tabla de Contenido

Formulación del Problema.....	11
Descripción del Problema	11
Formulación del Problema.....	11
Presentación de Objetivos.....	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos.....	12
Justificación	12

Alcance	13
Hipótesis	13
Tipo de Investigación	14
Metodología Ingenieril	14
Marco Teórico	14
Redes de Computadoras - ¿Qué es una red?	14
Objetivos de las Redes	15
Características de la Redes.....	16
Componentes Básicos de una Red	18
Tipos de Redes	22
Estándares de Comunicación	28
Dispositivos de Red	39
Dispositivos de Seguridad.....	42
Red Mesh	47
Protocolos.....	48
Hardware para una red Mesh	58
Ejemplo de Redes Mesh en el Mundo	60
Simuladores.....	63
Marco Conceptual.....	65
Redes Libres.....	65

Manifiesto de redes libres	65
Configuraciones existentes	66
Esquema de acción.....	66
Brecha digital	66
Problemas a solucionar	66
Formalización metodológica.....	67
Marco Legal.....	68
Propiedad Intelectual.....	68
Objeto de derecho de autor	69
Sujetos de derechos de autor.....	69
Derecho Moral	69
Registro del Derecho de autor.....	70
Marco Legal en las Redes Mesh.....	71
La Agencia Nacional Del Espectro y el Ministerio TIC.....	72
La Agencia Nacional del Espectro tendrá, entre otras, las siguientes funciones:.....	73
¿El uso de frecuencias Electromagnéticas requiere de licencia?.....	74
Infracciones al ordenamiento de las telecomunicaciones	75
¿El Espectro Electromagnético perjudica la salud?.....	75
Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético en Colombia	76
Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético Internacionalmente.....	77

Uso Libre del Espectro Electromagnético	80
Modelo de Red.....	81
Metodología	81
Diseño	82
Desarrollo del Diseño.....	83
Conclusiones.....	101
Bibliografía	102
• 13_ES_REDES-MESH_GUIA_V01.PDF	102
• CISCO PACKET TRACER - NETWORKING ACADEMY	102
• DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN UNA RED - TRABAJOS FINALES - ARIELNEF.....	102
• FREIFUNK BERLIN.....	102
• INTRODUCCION A LAS REDES LIBRES Y A BOGOTA MESH	103
• NACION, L.	103
• OPNET TECHNOLOGIES – NETWORK SIMULATOR RIVERBED.....	103
• RADIO, C.....	103
• RED INALÁMBRICA MESH - ECURED.....	103
• REDES DE COMPUTADORAS.....	103

Formulación del Problema

Descripción del Problema

Debido a la geografía del terreno Colombiano y al bajo poder de adquisición que tienen las comunidades en las diferentes ciudades y zonas rurales de Colombia para tener acceso a las Tecnologías de Información y las Comunicaciones que ofrecen los avances de las tecnologías, además, a pesar que existen alternativas para lograr estos accesos, se tiene el inconveniente que estas tecnologías son muy costosas para la implementación teniendo en cuenta el presupuesto asignado para el desarrollo de tecnologías de la información en Colombia, es por ello que se plantean proyectos en los cuales se habla de redes MESH, es por ello que se planteó el proyecto de investigación “FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR REDES MESH COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA REDES COMUNITARIAS O RURALES” y ahora se presenta otro interrogante en este proyecto, ¿cuál es la infraestructura que se requiere para soportar este proyecto?

Formulación del Problema

¿El diseño de un modelo de infraestructura para redes MESH apoyaría a solucionar problemas de conectividad WIFI en un espacio geográfico de acción?

Presentación de Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un modelo de infraestructura para redes MESH en entornos comunitarios o rurales de Colombia: como apoyo al proyecto de investigación “FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR REDES MESH

COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA REDES COMUNITARIAS O RURALES”

Objetivos Específicos

- Análisis de un Modelo autosuficiente para la configuración de una red MESH.
- Establecer los requerimientos de Infraestructura de las redes MESH.
- Modelar una red inalámbrica MESH validando su alcance y utilidad en un escenario real.
- Diseñar el modelo de infraestructura para redes MESH.
- Validar el modelo.

Justificación

Como modelo de acción para implementación y diseño, las comunidades y las zonas rurales Colombianas requieren de soluciones que les permitan acceder a los diferentes servicios que la tecnología le ofrece, es por ello que este proyecto es de gran importancia ya que no solamente es una alternativa de solución, sino que debido al bajo costo se encuentra al alcance de cualquier comunidad y con esto llevara a las comunidades los servicios telemáticos como son:

- Comunicación de Voz IP
- Teleconferencia para la comunidad (Informativas, capacitaciones, etc.).
- Instalación de cámaras de seguridad IP.
- Configuración de sitios web para información de la comunidad.
- Servicios de comunicación (Chat, mensajería, etc.).
- Diversión (Juegos).
- Servicios de consulta.

- Entretenimiento y ocio.
- Almacenamiento en la nube.
- Servidores web.
- Servidores de diversos servicios online como correo, DNS, WINS, etc.
- Almacenamiento de archivos mediante el uso de múltiples protocolos (Telnet, SSH, FTP, SFTP, HTTP, VPN).
- Entre otros.

Alcance

Con este proyecto se planteara un modelo de infraestructura para las redes mesh para la optimización de los servicios de conectividad en las comunidades y en las zonas rurales de Colombia, permitiendo que con independencia de su ubicación, se pueda acceder al desarrollo de proyectos tecnológicos.

- Documento soporte de la investigación.
- Modelo de Infraestructura para redes MESH.
- Un artículo.

Hipótesis

El diseño de un modelo para red Mesh permite tener una guía eficiente para montar la infraestructura en cualquier espacio sea cual sean sus parámetros puesto que esta redes al no ser de costos elevados pueden trabajar en cualquier entorno facilitando el acceso a cualquier persona.

Tipo de Investigación

Por la naturaleza del trabajo y su manejo instrumental de conceptos y principios, la carta funcional de descripción telemática y técnica se define el entorno de la investigación cualitativa.

Metodología Ingenieril

Se plantea este proyecto siguiendo los lineamientos del M-Learning, consolidado según los estándares de investigación del Ingeniero Fabian Blanco, en calidad de enseñanza para el aprendizaje, aplicando para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante el uso de conocimientos científicos teórico-prácticos que constituyen un desarrollo didáctico y educativo.

Marco Teórico

La construcción formal del modelo de la solución involucra el conocimiento de referentes básicos de la teoría de la comunicación, funcionalidad de redes y estructuración de protocolos según modelo descriptivo de referencia OSI/ISO junto con las normativas de seguridad, que condicionan y garantizan la integridad en la prestación de servicios de las redes MESH; se detallan a continuación los elementos teóricos que constituyen la base de acción del trabajo:

Redes de Computadoras - ¿Qué es una red?

La definición más clara de una red es la de un sistema de comunicaciones, ya que permite comunicarse con otros usuarios y compartir archivos y periféricos. Es decir es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y que les permite intercambiar información entendiéndose como un conjunto interconectado de computadoras autónomas. Así que se dice que dos computadoras están interconectadas, si éstas son capaces de intercambiar información.

La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, también puede hacerse mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicación.

Objetivos de las Redes

Son muchas las organizaciones que cuentan con un número considerable de computadoras en operación y con frecuencia alejadas unas de otras. Por ejemplo, una compañía con varias fábricas puede tener una computadora en cada una de ellas para mantener un seguimiento de inventarios, observar la productividad y llevar la nómina local.

Inicialmente cada uno de estas computadoras puede haber estado trabajando en forma aislada de las demás pero, en algún momento, la administración puede decidir interconectarlos para tener así la capacidad de extraer y correlacionar información referente a toda la compañía.

Es decir el objetivo básico es compartir recursos, es decir hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que lo solicite, sin importar la localización del recurso y del usuario.

Un segundo objetivo es proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro.

Todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una no se encuentra disponible, podría utilizarse algunas de las copias. La presencia de múltiples CPU significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor.

Otro objetivo es el ahorro económico. Las grandes máquinas tienen una rapidez mucho mayor. Además una red de computadoras puede proporcionar un poderoso medio de

comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre sí. por ejemplo con el empleo de una red es relativamente fácil para dos personas, que viven en lugares separados, escribir un informe juntos.

Características de la Redes

Los sistemas operativos sofisticados de red local como el Netware Novell ofrecen un amplio rango de servicios. Aquí se citarán algunas características principales:

Servicios de archivos

Las redes y servidores trabajan con archivos. El administrador controla los accesos a archivos y directorios. Se debe tener un buen control sobre la copia, almacenamiento y protección de los archivos.

Compartir recursos

En los sistemas dedicados como Netware, los dispositivos compartidos, como los discos fijos y las impresoras, están ligados al servidor de archivos, o en todo caso, a un servidor especial de impresión.

SFT(Sistema de tolerancia a fallas)

Permite que exista un cierto grado de supervivencia de la red, aunque fallen algunos de los componentes del servidor. Así si contamos con un segundo disco fijo, todos los datos del primer disco se guardan también en el de reserva, pudiendo usarse el segundo si falla el primero.

Sistema de Control de Transacciones

Es un método de protección de las bases de datos frente a la falta de integridad. Así si una operación falla cuando se escribe en una base de datos, el sistema deshace la transacción y la base de datos vuelve a su estado correcto original.

Seguridad

El administrador de la red es la persona encargada de asignar los derechos de acceso adecuados a la red y las claves de acceso a los usuarios. El sistema operativo con servidor dedicado de Novell es uno de los sistemas más seguros disponibles en el mercado.

Acceso Remoto

Gracias al uso de líneas telefónicas Ud. podrá conectare a lugares alejados con otros usuarios.

Conectividad entre Redes

Permite que una red se conecta a otra. La conexión habrá de ser transparente para el usuario.

Comunicaciones entre usuarios

Los usuarios pueden comunicarse entre sí fácilmente y enviarse archivos a través de la red.

Servidores de impresoras

Es una computadora dedicada a la tarea de controlar las impresoras de la red. A esta computadora se le puede conectar un cierto número de impresoras, utilizando toda su memoria para gestionar las colas de impresión que almacenará los trabajos de la red. En algunos casos se utiliza un software para compartir las impresoras.

Colas de impresión

Permiten que los usuarios sigan trabajando después de pedir la impresión de un documento.

Componentes Básicos de una Red

Servidor

Es una computadora utilizada para gestionar el sistema de archivos de la red, da servicio a las impresoras, controla las comunicaciones y realiza otras funciones. Puede ser dedicado o no dedicado. El sistema operativo de la red está cargado en el disco fijo del servidor, junto con las herramientas de administración del sistema y las utilidades del usuario. La tarea de un servidor dedicado es procesar las peticiones realizadas por la estación de trabajo. Estas peticiones pueden ser de acceso a disco, a colas de impresión o de comunicaciones con otros dispositivos.

La recepción, gestión y realización de estas peticiones puede requerir un tiempo considerable, que se incrementa de forma paralela al número de estaciones de trabajo activas en la red.

Como el servidor gestiona las peticiones de todas las estaciones de trabajo, su carga puede ser muy pesada. Se puede entonces llegar a una congestión, el tráfico puede ser tan elevado que podría impedir la recepción de algunas peticiones enviadas.

Cuanto mayor es la red, resulta más importante tener un servidor con elevadas prestaciones. Se necesitan grandes cantidades de memoria RAM para optimizar los accesos a disco y mantener las colas de impresión. El rendimiento de un procesador es una combinación de varios factores, incluyendo el tipo de procesador, la velocidad, el factor de estados de espera, el tamaño del canal, el tamaño del bus, la memoria caché así como de otros factores.

Estaciones de Trabajo

Se pueden conectar a través de la placa de conexión de red y el cableado correspondiente. Los terminales 'tontos' utilizados con las grandes computadoras y minicomputadoras son también utilizadas en las redes, y no poseen capacidad propia de procesamiento. Sin embargo las estaciones de trabajo son, generalmente, sistemas inteligentes. Los terminales inteligentes son los que se encargan de sus propias tareas de procesamiento, así que cuanto mayor y más rápido sea el equipo, mejor. Los terminales tontos en cambio, utilizan el espacio de almacenamiento así como los recursos disponibles en el servidor.

Tarjetas de Conexión de Red

Permiten conectar el cableado entre servidores y estaciones de trabajo. En la actualidad existen numerosos tipos de placas que soportan distintos tipos de cables y topologías de red. Las placas contienen los protocolos y órdenes necesarios para soportar el tipo de red al que está destinada. Muchas tienen memoria adicional para almacenar temporalmente los paquetes de datos enviados y recibidos, mejorando el rendimiento de la red.

La compatibilidad a nivel físico y lógico se convierte en una cuestión relevante cuando se considera el uso de cualquier placa de red. Hay que asegurarse que la placa pueda funcionar en la estación deseada, y de que existen programas controladores que permitan al sistema operativo enlazarlo con sus protocolos y características a nivel físico.

Cableado

Una vez que tenemos las estaciones de trabajo, el servidor y las placas de red, requerimos interconectar todo el conjunto. El tipo de cable utilizado depende de muchos factores, que se mencionarán a continuación:

Los tipos de cableado de red más populares son: par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Además se pueden realizar conexiones a través de radio o microondas.

Cada tipo de cable o método tiene sus ventajas. y desventajas. Algunos son propensos a interferencias, mientras otros no pueden usarse por razones de seguridad.

La velocidad y longitud del tendido son otros factores a tener en cuenta el tipo de cable a utilizar.

Par Trenzado Consiste en dos hilos de cobre trenzado, aislados de forma independiente y trenzados entre sí. El par está cubierto por una capa aislante externa. Entre sus principales ventajas tenemos:

- ❖ Es una tecnología bien estudiada
- ❖ No requiere una habilidad especial para instalación
- ❖ La instalación es rápida y fácil
- ❖ La emisión de señales al exterior es mínima.
- ❖ Ofrece alguna inmunidad frente a interferencias, modulación cruzada y corrosión.

Cable Coaxial

Se compone de un hilo conductor de cobre envuelto por una malla trenzada plana que hace las funciones de tierra. entre el hilo conductor y la malla hay una capa gruesa de material aislante, y todo el conjunto está protegido por una cobertura externa.

El cable está disponible en dos espesores: grueso y fino.

El cable grueso soporta largas distancias, pero es más caro. El cable fino puede ser más práctico para conectar puntos cercanos.

El cable coaxial ofrece las siguientes ventajas:

- ❖ Soporta comunicaciones en banda ancha y en banda base.
- ❖ Es útil para varias señales, incluyendo voz, video y datos.
- ❖ Es una tecnología bien estudiada.

Conexión fibra óptica

Esta conexión es cara, permite transmitir la información a gran velocidad e impide la intervención de las líneas. Como la señal es transmitida a través de luz, existen muy pocas posibilidades de interferencias eléctrica o emisión de señal. El cable consta de dos núcleos ópticos, uno interno y otro externo, que refractan la luz de forma distinta. La fibra está encapsulada en un cable protector.

Ofrece las siguientes ventajas:

- ❖ Alta velocidad de transmisión
- ❖ No emite señales eléctricas o magnéticas, lo cual redundo en la seguridad
- ❖ Inmunidad frente a interferencias y modulación cruzada.
- ❖ Mayor economía que el cable coaxial en algunas instalaciones.
- ❖ Soporta mayores distancias

Tipos de Redes

Redes Dedicadas o Exclusivas

Son aquellas que por motivo de seguridad, velocidad o ausencia de otro tipo de red, conectan dos o más puntos de forma exclusiva. Este tipo de red puede estructurarse en redes punto a punto o redes multipunto.

Redes punto a punto

Permiten la conexión en línea directa entre terminales y computadoras.

La ventaja de este tipo de conexión se encuentra en la alta velocidad de transmisión y la seguridad que presenta al no existir conexión con otros usuarios. Su desventaja sería el precio muy elevado de este tipo de red.

Redes multipunto

Permite la unión de varios terminales a su correspondiente computadora compartiendo una única línea de transmisión. La ventaja consiste en el abaratamiento de su costo, aunque pierde velocidad y seguridad.

Este tipo de redes requiere amplificadores y difusores de señal o de multiplexores que permiten compartir líneas dedicadas.

Redes Compartidas

Son aquellas a las que se une un gran número de usuarios, compartiendo todas las necesidades de transmisión e incluso con transmisiones de otras naturalezas. Las redes más usuales son las de conmutación de paquetes y las de conmutación de circuitos.

Redes de conmutación de paquetes

Son redes en las que existen nodos de concentración con procesadores que regulan el tráfico de paquetes.

Redes de conmutación de circuitos

Son redes en las que los centros de conmutación establecen un circuito dedicado entre dos estaciones que se comunican.

Redes digitales de servicios integrados(RDSI)

Se basan en desarrollos tecnológicos de conmutación y transmisión digital. La RDSI es una red totalmente digital de uso general capaz de integrar una gran gama de servicios como son la voz, datos, imagen y texto.

La RDSI requiere de la instalación de centrales digitales.

Redes privadas

Son redes gestionada por personas particulares, empresas u organizaciones de índole privado. A ellas sólo tienen acceso los terminales de los propietarios.

Redes públicas

Son las que pertenecen a organismo estatales, y se encuentran abiertas a cualquier usuario que lo solicite mediante el correspondiente contrato.

Por ejemplo: Redes telegráficas, redes telefónicas, redes especiales para transmisión de datos.

LAN (local areanetwork)

Es un sistema de comunicación entre computadoras, que permite compartir información y recursos, con la característica de que la distancia entre las computadoras es amplia (de un país a otro, de una ciudad a otra, de un continente a otro).

Es comúnmente dos o más redes de área local interconectadas, generalmente a través de una amplia zona geográfica.

Algunas redes de área extendida están conectadas mediante líneas rentadas a la compañía telefónica (destinadas para este propósito), soportes de fibra óptica y, otras por medio de sus propios enlaces terrestres y aéreos de satélite. Las redes de las grandes universidades pueden incluso contar con sus propios departamentos de telecomunicaciones que administran los enlaces entre las instalaciones y los satélites.

Básicamente existen cuatro topologías de red: Estrella (Star), Canal (Bus), Anillo (Ring), Malla.

CAN (campus areanetwork)

Es una colección de LANs dispersadas geográficamente dentro de un campus (universitario, oficinas de gobierno, maquilas o industrias) pertenecientes a una misma entidad en una área delimitada en kilómetros.

Utiliza comúnmente tecnologías tales como FDDI y Gigabit Ethernet para conectividad a través de medios de comunicación tales como fibra óptica y espectro disperso.

MAN (metropolitanareanetwork)

Es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE), la tecnología de pares de cobre se posiciona como la red más grande del mundo una excelente alternativa para la creación de redes metropolitanas, por su baja latencia (entre 1 y 50ms), gran estabilidad y la carencia de interferencias radioeléctricas, las redes MAN BUCLE, ofrecen velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 45Mbps, 75Mbps, sobre pares de cobre y 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps mediante Fibra Óptica.

WAN (wideareanetwork)

Es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, proveyendo de servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería RedIRIS, Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros (sobre la distancia hay discusión posible).

Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de internet (ISP) para proveer de conexión a sus clientes.

Topología de red

Es la forma en que se distribuyen los cables de la red para conectarse con el servidor y con cada una de las estaciones de trabajo.

La topología de una red es similar a un plano de la red dibujado en un papel, ya que se pueden tender cables a cada estación de trabajo y servidor de la red.

La topología determina donde pueden colocarse las estaciones de trabajo, la facilidad con que se tenderá el cable y el corte de todo el sistema de cableado.

La flexibilidad de una red en cuanto a sus necesidades futuras se refiere, depende en gran parte de la topología establecida.

Red de Estrella

Conectar un conjunto de computadoras en estrella es uno de los sistemas más antiguos, equivale a tener una computadora central (el servidor de archivos o Server), encargada de controlar la información de toda la red. Dicha información abarca desde los mensajes entre usuarios, datos almacenados en un archivo en particular, manipulación de archivos, etc.

Para poder instalar este tipo de red, cada una de las computadoras utilizadas como estaciones de trabajo necesitan de una tarjeta de conexión para lograr la interfase con la computadora central.

Red en Bus

Permite conectar a todas las computadoras de la red en una sola línea compartiendo el mismo canal de datos (bus), de ahí su nombre. A fin de poder identificar hacia cual de las computadoras de toda la red se está dirigiendo, se añade un sufijo al paquete de información, este contiene la dirección de la computadora que debe recibir la información en particular.

Cada una de las computadoras revisa el mensaje y comparan la dirección de la terminal de

Recepción, en caso de no ser igual a la propia, se rechaza y en caso de ser igual la dirección, se acepta el mensaje.

Red Anillo

Consiste en unir una serie de computadoras en un circuito cerrado formando un anillo por donde circula la información en una sola dirección, factor que permite tener un control de recepción de mensajes.

La forma interna de comunicación, de una computadora a otra, es similar a la del canal de datos (Bus), sólo que en este caso se le añade la dirección de la computadora que envía el mensaje para que la terminal receptora pueda contestar a la terminal emisora.

Red Malla

Relativa inmunidad a congestiones en el cableado y por averías.

Es posible orientar el tráfico por caminos alternativos en caso de que algún nodo esté averiado u ocupado.

Suma ventajas a la tecnología token ring, aun con vínculos redundantes.

Por políticas de redundancia , que hacen a las seguridad informática, agregando cableado estructurado, con mucho lugar en las patcheras, para poder seguir creciendo o introducir cambios de ubicación de los equipos clientes sin problemas, con ella evitaremos posibles acosos.

Red Árbol

Todas las estaciones cuelgan de un ordenador central y se conectan entre ellas a través de los hubs que haya instalados.

MESH

La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.

Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores.

Estándares de Comunicación

Estándares IEEE (Instituto de ingenieros en eléctrica y electrónica)

El Comité 802, o proyecto 802, del Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica (IEEE) definió los estándares de redes de área local (LAN). La mayoría de los estándares fueron establecidos por el Comité en los 80's cuando apenas comenzaban a surgir las redes entre computadoras personales. Muchos de los siguientes estándares son también Estándares ISO 8802. Por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE es el estándar ISO 8802.3.

802.1 Definición Internacional de Redes

Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única. Los vendedores de tarjetas de interface de red están registrados y los tres primeros bytes de la dirección son asignados por el IEEE. Cada vendedor es entonces responsable de crear una dirección única para cada uno de sus productos.

802.2 Control de Enlaces Lógicos

Define el protocolo de control de enlaces lógicos (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos-Enlace en el protocolo OSI esta subdividida en las subcapas de Control de Acceso a

Medios (MAC) y de Control de Enlaces Lógicos (LLC). En Puentes, estas dos capas sirven como un mecanismo de switcheo modular, como se muestra en la figura I-5. El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto nivel para Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios (SAP's), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo. Las SAP's son específicamente las direcciones de una o más procesos de aplicaciones ejecutándose en una computadora o dispositivo de red.

El LLC provee los siguientes servicios:

Servicio orientado a la conexión, en el que una sesión es empezada con un Destino, y terminada cuando la transferencia de datos se completa. Cada nodo participa activamente en la transmisión, pero sesiones similares requieren un tiempo de configuración y monitoreo en ambas estaciones.

Servicios de reconocimiento orientado a conexiones. Similares al anterior, del que son reconocidos los paquetes de transmisión.

Servicio de conexión sin reconocimiento. En el cual no se define una sesión. Los paquetes son puramente enviados a su destino. Los protocolos de alto nivel son responsables de solicitar el reenvío de paquetes que se hayan perdido. Este es el servicio normal en redes de área local (LAN's), por su alta confiabilidad.

802.3 Redes CSMA/CD. El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3)

Que define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial,

cable de par trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbits/seg, pero nuevas implementaciones transmiten arriba de los 100 Mbits/seg calidad de datos en cables de par trenzado.

802.4 Redes Token Bus

El estándar token bus define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método token-passing para una transmisión bus. Un token es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el token. Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN.

802.5 Redes Token Ring

También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interface para la LAN token ring. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de tokens y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interface de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo token ring 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9.

Es compatible con la capa 802.2 de Control de Enlaces Lógicos y por consiguiente otros estándares de red 802.

802.6 Redes de Área Metropolitana (MAN)

Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe. El estándar MAN está diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbits/seg. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de MultimegabitsSwitcheados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitanas. El DQDB es una red repetidora que switchea celdas de longitud fija de 53 bytes; por consiguiente, es compatible con el Ancho de Banda ISDN y el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Las celdas son switchables en la capa de Control de Enlaces Lógicos.

Los servicios de las MAN son Sin Conexión, Orientados a Conexión, y/o isócronas (vídeo en tiempo real). El bus tiene una cantidad de slots de longitud fija en el que son situados los datos para transmitir sobre el bus. Cualquier estación que necesite transmitir simplemente sitúa los datos en uno o más slots. Sin embargo, para servir datos isócronos, los slots en intervalos regulares son reservados para garantizar que los datos llegan a tiempo y en orden.

802.7 Grupo Asesor Técnico de Anchos de Banda

Este comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes.

802.8 Grupo Asesor Técnico de Fibra Óptica

Provee consejo a otros subcomités en redes por fibra óptica como una alternativa a las redes basadas en cable de cobre. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo.

802.9 Redes Integradas de Datos y Voz

El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN's). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, computadoras y codificadores/decodificadores de vídeo (codecs). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD). El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes de canales son definidos, incluyendo full duplex de 64 Kbits/seg sin switcheo, circuito switcheado, o canales de paquete switcheado.

802.10 Grupo Asesor Técnico de Seguridad en Redes

Este grupo está trabajando en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptamiento. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento.

802.11 Redes Inalámbricas

Este comité está definiendo estándares para redes inalámbricas. Está trabajando en la estandarización de medios como el radio de espectro de expansión, radio de banda angosta, infrarrojo, y transmisión sobre líneas de energía. Dos enfoques para redes inalámbricas se han planeado. En el enfoque distribuido, cada estación de trabajo controla su acceso a la red. En el enfoque de punto de coordinación, un hub central enlazado a una red alámbrica controla la transmisión de estaciones de trabajo inalámbricas.

802.12 Prioridad de Demanda (100VG-ANYLAN)

Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbits/seg. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores. El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un hub central para controlar el acceso al cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia.

Modelo OSI

La Organización Internacional de Estándares (ISO) diseñó el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) como guía para la elaboración de estándares de dispositivos de computación en redes. Dada la complejidad de los dispositivos de conexión en red y a su integración para que operen adecuadamente, el modelo OSI incluye siete capas diferentes, que van desde la capa física, la cual incluye los cables de red, a la capa de aplicación, que es la interfaz con el software de aplicación que se está ejecutando.

Capa 1. Físico

Capa 2. Enlace de datos

Capa 3. Red

Capa 4. Transporte

Capa 5. Sesión

Capa 6. Presentación

Capa 7. Aplicación

Este modelo establece los lineamientos para que el software y los dispositivos de diferentes fabricantes funcionen juntos. Aunque los fabricantes de hardware y los de software para red son los usuarios principales del modelo OSI, una comprensión general del modelo llega a resultar muy benéfica para el momento en que se expande la red o se conectan redes para formar redes de área amplia WAN.

Las siete capas del modelo OSI son la física, la de enlace de datos, la de red, la de transporte, la de sesión, la de presentación y la de aplicación. Las primeras dos capas (física y enlace de datos) son el hardware que la LAN comprende, como los cables Ethernet y los adaptadores de red. Las capas 3,4 y 5 (de red, de transporte, y de sesión) son protocolos de comunicación, como el sistema básico de entrada/salida de red (NetBIOS), TCP/IP y el protocolo medular NetWare (NCP) de Novell. Las capas 6 y 7 (de presentación y aplicación) son el NOS que proporciona servicios y funciones de red al software de aplicación.

Capa física

Define la interfaz con el medio físico, incluyendo el cable de red. La capa física maneja temas elementos como la intensidad de la señal de red, los voltajes indicados para la señal y la distancia de los cables. La capa física también maneja los tipos y las especificaciones de los cables, incluyendo los cables Ethernet 802.3 de instituto de ingenieros, eléctricos y electrónicos (IEEE) (Thick Ethernet, Thin Ethernet y UTP), el estándar de interfaz de datos distribuidos por fibra óptica (FDDI) del instituto nacional de estándares americanos (ANSI) para el cable de fibra óptica y muchos otros.

Capa de enlace de datos

Define el protocolo que detecta y corrige errores cometidos al transmitir datos por el cable de la red. La capa de enlace de datos es la causante del flujo de datos de la red, el que se divide en paquetes o cuadros de información. Cuando un paquete de información es recibido incorrectamente, la capa de enlace de datos hace que se reenvíe. La capa de enlace de datos está dividida en dos subcapas: El control de acceso al medio (MAC) y el control de enlace lógico (LLC). Los puentes operan en la capa MAC.

Los estándares basados en la capa de enlace de datos incluyen el estándar de enlace lógico 802.2 de IEEE, punto a punto (PPP), los estándares de la IEEE para el acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (CSMA/CD), el estándar Token Ring y el estándar ANSI FDDI Token Ring.

Capa de red

Define la manera en que se dirigen los datos de un nodo de red al siguiente.

Los estándares que se requieren a la capa de red incluyen el protocolo de intercambio de paquetes entre redes (IPX) de Novell, el protocolo Internet (IP) y el protocolo de entrega de datagramas (DDP) de Apple. El IP es parte del estándar de protocolo TCP/IP, generado por el Departamento de la Defensa de Estados Unidos y utilizado en Internet. El DDP fue diseñado para computadoras Apple, como la Macintosh. Los enrutadores operen en esta capa.

Capa de transporte

Proporciona y mantiene el enlace de comunicaciones. La capa de transporte es la encargada de responder adecuadamente si el enlace falla o se dificulta su establecimiento.

Los estándares que pertenecen a la capa de transporte incluyen el protocolo de transporte (TP) de la organización internacional de estándares (ISO) y el protocolo de intercambio de paquetes en secuencia (SPX) de Novell. Otros estándares que ejecutan funciones importantes en la capa de transporte incluyen el protocolo de control de transmisión (TCP) del Departamento de la Defensa, que es parte de TCP/IP y de NCP de Novell.

Capa de sesión

Controla las conexiones de red entre nodos. La capa de sesión es responsable de la creación, mantenimiento y terminación de las sesiones de red.

El TCP ejecuta funciones importantes en la capa de sesión, así como hace NCP de Novell.

Capa de presentación

Es la encargada del formato de los datos. La capa de presentación traduce los datos entre formatos específicos para asegurarse de que los datos sean recibidos en un formato legible para el dispositivo al que se presenta.

Capa de aplicación

Es la más alta definida en el modelo OSI. La capa de aplicación es la encargada de proporcionar funciones a las aplicaciones de usuario y al administrador de red, como de proporcionar al sistema operativo servicios como la transferencia de archivos.

Modelo TCP/IP

El Protocolo de Control de Transmisiones/Protocolo Internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) es un conjunto de protocolos de comunicaciones desarrollado por la DARPA (DefenseAdvancedResearchProjects Agency - agencia de proyectos de investigación

avanzada de defensa) para intercomunicar sistemas diferentes. Se ejecuta en un gran número de computadoras VAX y basadas en UNIX, además es utilizado por muchos fabricantes de hardware, desde los de computadoras personales hasta los de macrocomputadoras. Es empleado por numerosas corporaciones y por casi todas las universidades y organizaciones federales de los Estados Unidos.

Telnet

Es un protocolo de comunicaciones que permite al usuario de una computadora con conexión a Internet establecer una sesión como terminal remoto de otro sistema de la Red. Si el usuario no dispone de una cuenta en el ordenador o computadora remota, puede conectarse como usuario anonymous y acceder a los ficheros de libre distribución. Muchas máquinas ofrecen servicios de búsqueda en bases de datos usando este protocolo. En la actualidad se puede acceder a través de World Wide Web (WWW) a numerosos recursos que antes sólo estaban disponibles usando TELNET.

Ftp (File Transfer Protocol)

Es un protocolo de transferencia de archivos que se utiliza en Internet y otras redes para transmitir archivos. El protocolo asegura que el archivo se transmite sin errores. El sistema que almacena archivos que se pueden solicitar por FTP se denomina servidor de FTP. FTP forma parte del conjunto de protocolos TCP/IP, que permite la comunicación en Internet entre distintos tipos de máquinas y redes.

Sntp (Simple Message Transfer Protocol)

Se usa para transmitir correo electrónico. Es transparente por completo para el usuario, pues estos así nunca se dan cuenta del trabajo del smtp debido a que es un protocolo libre de problemas.

Kerberos

Es un protocolo de seguridad soportado en forma muy amplia. Este utiliza una aplicación especial llamada servidor de autenticidad para validar las contraseñas y esquemas de encriptado. Este protocolo es uno de los más seguros.

Dns (DomainNameServise)

Permite a una computadora con un nombre común convertirse en una dirección especial.

Sntp (Simple Network Manager Protocol)

Proporciona mensajes de cola y reporta problemas a través de una red hacia el administrador, usa el udp como mecanismo de transporte.

Rpc (RemoteProcedureCall)

Es un conjunto de funciones que permiten a una aplicación comunicarse con otra máquina(servidor). Atiende funciones de programas, códigos de retorno.

Nfs (Network File System)

Conjunto de protocolos desarrollados por SunMicroSystems para permitir a múltiples máquinas tener acceso a las direcciones de cada una de las tras de manera transparente.

Tftp (Trivial Ftp)

Es un protocolo de transferencia de archivos muy sencillo que carece de seguridad. Ejecuta las mismas tareas que ftp pero usando un udp como protocolo de transporte.

Tcp

Es un protocolo de comunicación que proporciona transferencia confiable de datos. Es responsable de ensamblar los datos pasados de aplicaciones de capas superiores hacia paquetes estándar y asegurar que los datos se transfiera en forma segura.

Dispositivos de Red

Hubs y Concentradores

Son un punto central de conexión para nodos de red que están dispuestos de acuerdo a una topología de estrella. Los Concentradores son dispositivos que se encuentran físicamente separados de cualquier nodo de la red, aunque algunos Concentradores de hecho se enchufan a un puerto de expansión en un nodo de la red. El concentrador tiene varios puertos en la parte trasera de la tarjeta, a los que se conecta el cable de otros nodos de red.

Pueden conectarse varios Concentradores para permitir la conexión de nodos adicionales. En la figura aparecen conectados dos conectores de cuatro puertos. Ahí, ambos conectores usan cable UTP (10BASE-T) y clavijas RJ-45 para la conexión. Se utiliza un puerto en cada concentrador para conectarse con el otro concentrador. El cable empleado para conectar a los Concentradores es el mismo que se usa entre el concentrador y los nodos de la red, a excepción de que los alambres están traslapados entre los dos conectores a cada extremo.

Muchos Concentradores tienen un conector BNC en la parte trasera, además de los sockets normales RJ-45. El conector BNC permite que se enlacen Concentradores por medio de un cable coaxial Thin Ethernet. Al disponer del conector BNC, no se tiene que desperdiciar un puerto RJ-45 en cada concentrador. Por lo contrario, ese puerto puede conectarse a un nodo de red adicional. Además de los Concentradores conectados con el cable Thin Ethernet en el mismo segmento de cable Thin Ethernet.

Repetidores

Un repetidor es un dispositivo que permite extender la longitud de la red, ampliarla y retransmite la señal de red. En la figura la longitud máxima de segmento de cable para Thin Ethernet es de 607 pies. Si se coloca un repetidor al extremo del cable, se puede conectar otro segmento de cable Thin Ethernet de hasta 607 pies para dar un total de 1214 pies.

Los repetidores múltiples permiten conectar más de dos segmentos de cable de red. En la figura, con un repetidor multipuerto se pueden conectar varios segmentos de Thinnet, para formar una combinación de tipologías físicas de bus y estrella. Es importante no olvidar que, aunque el repetidor multipuertos permite crear una topología física de estrella basada en varias topologías físicas de bus, el propósito principal de un repetidor es extender la longitud máxima permitida del cable de red.

Puentes

Un puente es un dispositivo que conecta dos LAN separadas para crear lo que aparenta ser una sola LAN. Los puertos revisan la dirección asociada con cada paquete de información. Luego, si la dirección es la correspondiente al otro segmento de red, el puente pasara el paquete al segmento. Si el puente reconoce que la dirección es la correspondiente a un nodo del segmento

de red actual, no pasara el paquete al otro lado. Considere el caso de dos redes separadas, una que opera en Thin Ethernet y la otra basada en un esquema de cableado propio con adaptadores de red propios. La función del puente es transmitir la información enviada por un nodo de una red al destino pretendido en otra red.

Los puentes también suelen emplearse para reducir la cantidad de tráfico de red de un segmento de red. Mediante la división de un solo segmento de red en dos segmentos y conectándolos por medio de un puente, se reduce el tráfico general en la red. Para ayudar a ilustrar este concepto utilizaremos la siguiente figura donde antes de incorporar un puente a la red, todo el tráfico de la red está en un segmento. AB representa la información enviada del nodo A al B, BC la del nodo B al C y CD la del nodo C al D. Mediante la incorporación de un puente y la división del segmento del cable de red en dos segmentos, solo dos actividades suceden en cada segmento en vez de tres. El puente mantendrá aislada la actividad de la red en cada segmento, a menos que el nodo de un segmento envíe información al nodo de otro segmento (en cuyo caso el puente pasaría la información).

Un puente también sirve para conectar dos segmentos de red Thin Ethernet por medio de comunicaciones inalámbricas, en la figura está conectado un puente a cada segmento de red. El puente incluye un transmisor y un receptor para enviar la información adecuada entre segmentos.

Los puentes vienen en todas formas y tamaños. En muchos casos, un puente es un dispositivo similar a una computadora con conectores a los que se conectan redes separadas. En otros casos, un puente es, de hecho, una computadora con un adaptador para cada red que va a conectarse. Un software especial permite el paso de la información adecuadamente a través de los adaptadores de la red de un segmento de red al segmento de red de destino.

Ruteadores

Los ruteadores son similares a los puentes, solo que operan a un nivel diferente. Los ruteadores requieren por lo general que cada red tenga el mismo NOS. Con un NOS común, el ruteador permite ejecutar funciones más avanzadas de las podría permitir un puente, como conectar redes basadas en topologías lógicas completamente diferentes como Ethernet y Token ring. Los ruteadores también suelen ser lo suficientemente inteligentes para determinar la ruta más eficiente para el envío de datos, en caso de haber más de una ruta. Sin embargo, junto con la complejidad y la capacidad adicionales proporcionadas por los ruteadores se da una penalidad de aumento y un rendimiento disminuido.

Compuertas

Una compuerta permite que los nodos de una red se comuniquen con tipos diferentes de red o con otros dispositivos. Podría tenerse, una LAN que consista en computadoras Macintosh y otra con IBM. En este caso, una compuerta permitiría que las computadoras IBM compartieran archivos con las Macintosh. Este tipo de compuertas también permite que se compartan impresoras entre las dos redes.

Dispositivos de Seguridad

Las redes han permitido que los negocios mejoren sus procesos operativos y productivos y se enlacen con clientes y proveedores, pero también provocado que aumenten los riesgos informáticos.

Las organizaciones están expuestas hoy a un importante nivel de amenazas externas e internas que ponen en riesgo la seguridad de la información negocio y de los activos informáticos que soportan las operaciones. El problema más frecuente es que estas amenazas no

se conocen hasta que se materializa el riesgo y causa daño en la imagen de la empresa o institución

Conectarse a Internet y no contar con las herramientas adecuadas y con un firewall bien configurado es el equivalente a tener una casa sin cerraduras en las puertas. Un intruso puede tomar control de los servidores o de las PCs de los usuarios y tener acceso a información privilegiada. Imaginemos el costo económico y de imagen si esta información pierde o cae en manos de la competencia o de gente sin escrúpulos.

Cualquier empresa que dependa de su red, necesita una seguridad sólida. Los Dispositivos de Seguridad ofrecen una seguridad de última generación con la flexibilidad necesaria para satisfacer las necesidades de su compañía a medida que ésta crece y cambia.

Personalización: Personalice la seguridad según sus necesidades de acceso específicas y sus políticas comerciales.

Flexibilidad: Conforme su negocio crezca y necesite cambios, podrá agregar fácilmente capacidades o actualizar de un dispositivo a otro.

Seguridad avanzada: Aproveche los últimos avances en seguridad de contenidos, cifrado, autenticación de identidad, autorización y prevención de intrusiones.

Simplicidad: Utilice un dispositivo diseñado para ser fácil de instalar, gestionar y supervisar.

Redes avanzadas: Configure redes privadas virtuales (VPN) que proporcionen a los trabajadores remotos y móviles un acceso seguro a los recursos de la compañía o establezca VPN entre partners, otras oficinas o empleados basadas en roles.

Antivirus

Programas cuyo objetivo es detectar y/o eliminar virus informáticos. Nacieron durante la década de 1980.

En una red las soluciones consisten en filtrado de antivirus a nivel de gateway con la ventaja de bloquear los virus antes de que lleguen a los usuarios cuando navegan en Internet o reciben correo electrónico, ahorrando recursos y trabajo al personal de sistemas y recursos valiosos a las empresas.

De igual manera se logra el Filtrado de Software malicioso que los antivirus convencionales no detienen: Spyware, Adware, Dialers, hotbars, Browser hijackers, etc.

Asimismo, es posible el bloqueo de archivos por extensión: DLL, EXE, COM, BAT, MP3, etc. que pueden causar estragos en la red.

Detección y Prevención de Intrusos

Las soluciones de Detección y Bloqueo de Intrusos permiten detectar ataques hacia la red de la empresa o hacia los servidores bloqueando a los intrusos y generando alertas cuando se suscita algún tipo de tráfico extraño en la red.

Estas mismas herramientas ofrecen la posibilidad de detectar tráfico extraño en equipos que hayan sido comprometidos. Con las funciones de monitoreo se pueden detectar los equipos que estén causando problemas en la red por virus, software instalado, etc. que representen un riesgo en la estabilidad de la red y en riesgo de perder información.

Redes Privadas Virtuales VPN

Conexión segura creando túneles virtuales a través de Internet para interconectar redes como es el caso de conexión de sucursales remotas y VPN con clientes móviles.

Proporcionan conexión segura con otras redes por medio de encriptación ahorrando el costo de enlaces dedicados. Asimismo los usuarios móviles como vendedores o administradores pueden conectarse desde cualquier sitio en Internet de manera segura y hacer uso de los servicios y tener acceso a la información sin importar su ubicación.

Firewall

Un cortafuegos (o firewall en inglés), es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red.

Hub

En informática un hub o concentrador es un equipo de redes que permite conectar entre sí otros equipos y retransmite los paquetes que recibe desde cualquiera de ellos a todos los demás. Los hubs han dejado de ser utilizados, debido al gran nivel de colisiones y tráfico de red que propician.

La seguridad en un nodo

Uno de los primeros puntos a cubrir son las claves de acceso, no se deben usar claves que en su constitución son muy comunes, como es el caso de las iniciales del nombre propio y la fecha de nacimiento, apodos o sobrenombres que todo mundo conoce, o constituir las de solo letras o solo números; estos tipos de claves son en las que los intrusos, Hackers y ladrones buscan de primera mano; hay que hacer combinaciones de letras mayúsculas, minúsculas y números

alternadamente. No hay que compartir las claves, es común que cuando alguien más necesita usar nuestros equipos, computadoras y sistemas les damos las claves de uso y muchas veces hasta en voz alta, enfrente de muchas personas que no son parte de la empresa las damos a conocer. Hay que cambiar periódicamente las claves de acceso, los equipos o computadoras que se encuentran más expuestos, tienen que tener un cambio más recurrente.

En cada nodo y servidor hay que usar antivirus, actualizarlo o configurarlo para que automáticamente integre las nuevas actualizaciones del propio software y de las definiciones o bases de datos de virus registrados.

Sistema operativo FortiOS 4.0

El sistema operativo FortiOS 4.0 es una actualización del firmware de Fortinet que integra un gran número de nuevas características que mejoran el valor y funcionalidades de sus dispositivos de seguridad multi-amenaza FortiGate. El nuevo sistema operativo acelera las aplicaciones sobre las conexiones WAN, mientras que asegura la implementación de seguridad multi-amenaza. Además incorpora tres características de seguridad: control de aplicaciones, protección de fuga de datos (DLP) e inspección de tráfico SSL para atender el creciente nivel de ciber-amenazas y la evolución natural de la conducta del usuario. El conjunto de las funcionalidades de FortiOS 4.0 aporta a los dispositivos FortiGate una mayor seguridad y mejora el rendimiento de la red. Reconoce el tráfico de la aplicación que lo está generando: es efectivo cuando el tráfico está encriptado en SSL, acelera las aplicaciones sobre las conexiones WAN mientras que asegura la implementación de seguridad e incrementa las políticas de control entre los flujos de tráfico encriptados.

Red Mesh

Una red MESH es aquella que emplea uno o dos arreglos de conexión, una topología total o una parcial. En la total, cada nodo es conectado directamente a los otros. En la topología parcial los nodos están conectados solo a algunos de los demás nodos. Esto está mejor ilustrado en una red total simple, como se observa en la figura 1, en la cual todos los nodos (computadores) están conectados a todos los demás.

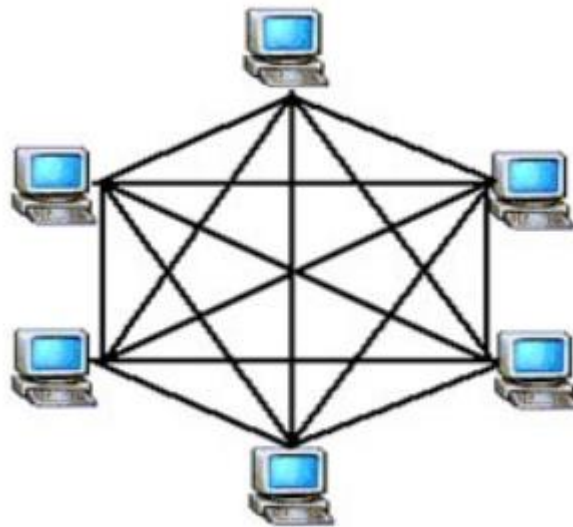


Figura 1: Diagrama de una red mesh total simple

Seguidamente, en la figura 2 podemos observar un diagrama de una red MESH parcial, parecido a una implementación de MESH inalámbrico más realista: Los nodos tienen un grado variable de conexión, con algunos nodos conectados a muchos nodos y otros en los extremos con pocas o una sola conexión.

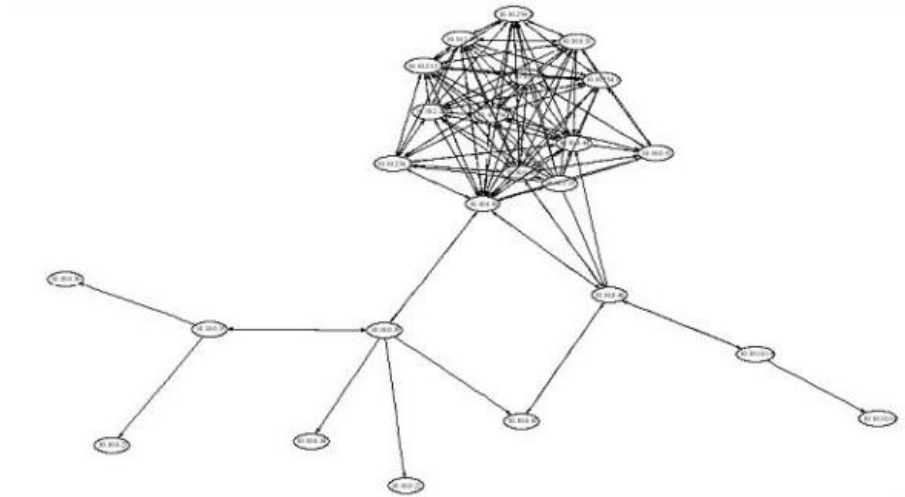


Figura 2: Diagrama de una red mesh parcial.

Nodo de Malla Inalámbrica

Un nodo de malla inalámbrica se compone de un router inalámbrico y una antena. El nodo de la malla puede instalarse en interiores o al aire libre en una caja a prueba de intemperie. La antena puede ser el estándar de Antena omni-direccional para interiores o podría ser un montaje externo omni- direccional o direccional. Un nodo de la malla sólo se comunica con otros nodos inalámbricos de la malla.

Protocolos

Se podría definir protocolo como el conjunto de normas que regulan la comunicación entre los distintos dispositivos de una red. Es como el lenguaje común que deben de usar todos los componentes para entenderse entre ellos.

Se procede a presentar la estructura del protocolo TCP.

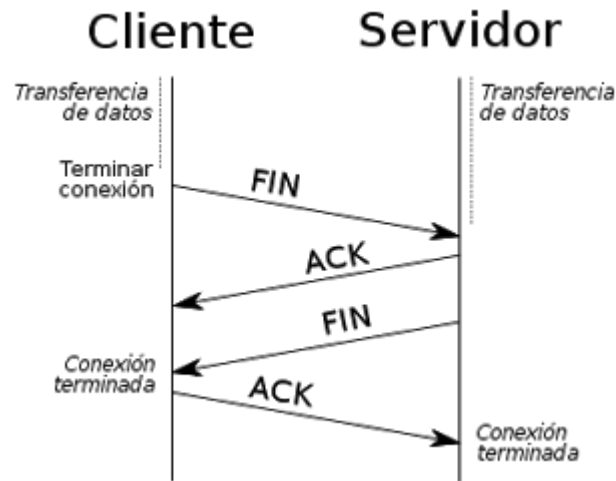


Figura1: Protocolo TCP

Clasificación de protocolos

Bajo Nivel

Los protocolos de bajo nivel controlan el acceso al medio físico, a través de la tarjeta de red. lo que se conoce como MAC (Media Access Control).

Los tipos de protocolos más utilizados son los siguientes:

ETHERNET

El protocolo de red Ethernet fue diseñado originalmente por Digital. Intel y Xerox por lo cual, la especificación original se conoce como Ethernet DDC Es el método de conexión más extendido en la actualidad.

La velocidad de transmisión de datos en Ethernet es de 10/100 Mbits En este tipo de protocolos todas las terminales comparten el ancho de banda disponible.

Token Ring

Las redes basadas en protocolos de paso de tienen una topología en anillo y están definidas en la especificación IEEE 802.5 para la velocidad de transmisión de 4 Mbits/s.

Existen redes token ring de 16 Mbits/s. pero no están definidas en ninguna especificación de IEEE. Es una topología inventada por IBM para sus equipos del tipo MainFrame. Las estaciones conectadas al anillo transfieren paquetes a sus vecinos, de esta manera cada estación actúa como un repetidor. Las placas de token ring de IBM existen en versiones de 4 Mbits y de 16 Mbytes por segundo. El máximo de estaciones en un anillo es 260 para cable apantallado.

FrameRelay(Paso de tramas)

Es un protocolo que define conexiones a una red pública de datos, blindando rapidez y eficiencia. La comunicación se realiza a través de una línea dedicada, el tráfico se envía por esta línea al proveedor de framerelay y se conmuta a través de la red. Estas redes transmiten normalmente a velocidades de 1.5 Mbits/seg. de datos.

ATM(Modo de transferencia asincrono)

Es la especificación más reciente y con mayor futuro. Permite velocidades de a partir de 156 Mbits/s llegando a superar los 560 Mbits/s. Se basa en la transmisión de pequeños paquetes de datos de 56 bytes. con una mínima cabecera de dirección que son conmutados por equipos de muy alta velocidad. La gran ventaja de esta especificación es la capacidad que tiene para transmitir información sensible a los retardos como pueden ser voz o imágenes digitalizadas combinada con datos, gracias a la capacidad de marcar los paquetes como posibles de ser eliminados, para que los equipos de conmutación puedan decidir que paquetes transmitir en caso de congestión de la red.

Protocolos de redes inalámbricas

Todo lo relacionado con las redes inalámbricas se rige por una serie de estándares metódicamente estructurados y regulados por un conjunto de organizaciones que evalúan la arquitectura diseñada como resultado del fruto de investigaciones realizadas por emprendedores en diversos campos. Se explicaran los protocolos y estándares que están relacionados con las redes MESH.

IEEE 802.11

En Junio de 1997, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) finalizo el primer estándar para redes LAN inalámbricas, IEEE 802.11. Esta norma especifica una frecuencia de 2,4 GHz que operan con velocidades de transmisión de datos de 1 y 2 Mbps. El protocolo 802.11 tiene muchas extensiones, designados para cada una tarea separada. Desde la ratificación de la inicial estándar 802.11, el IEEE 802.11 Grupo de Trabajo (WG) ha hecho varias revisiones a través de diversos grupos de trabajo.

Grupos de tareas dentro de la WG 802.11 porciones de mejorar el estándar 802.11. Una letra que corresponde a cada una de las normas y revisión, tales como 802.11a, 802.11b, y así sucesivamente, representa los diferentes grupos de trabajo.

El más popular de estos, 802.11b, ha estado en uso comercial desde 1999. Tiene un rendimiento máximo teórico de 11 Mbps, que solo una décima parte de la velocidad de Ethernet (o conexión cableada), pero mucho más rápido que las soluciones de banda ancha como DSL o cable módems.

Otras normas incluyen 802.11g un protocolo de red inalámbrica con velocidades de 22 Mbps y 802.11a, con velocidades de hasta 54 Mbps. De momento, el actual protocolo de mayor

aceptación por su excelente calidad es el estándar 802.11n, con una máxima de 600 Mbps (teóricamente hablando).

El estándar 'IEEE 802.11' define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

IEEE 802.11a

Cuando se desarrolló 802.11b, IEEE creó una segunda extensión para el estándar 802.11 original llamado 802.11a. Porque 802.11b había ganado popularidad mucho más rápido que lo hizo 802.11a, 802.11a y 802.11b se crearon al mismo tiempo. Debido a su costo más elevado, 802.11a se adapta principalmente en el mercado empresarial, mientras que 802.11b sirve mejor en el mercado casero.

802.11a soporta ancho de banda de hasta 54 Mbps y las señales reguladas en una gama de 5 GHz.

En comparación con 802.11b esta mayor frecuencia limita el alcance 802.11a. La frecuencia más alta significa también 802.11a señales de tener más dificultades para penetrar paredes y otros obstáculos. Ya que 802.11a y 802.11b utilizan distintas frecuencias, las dos tecnologías son incompatibles entre sí. Algunos vendedores ofrecen dispositivos híbridos 802.11a/b, pero estos productos simplemente aplican las dos normales separadas una de la otra.

Pros: A velocidad máxima mayor rapidez; admite más usuarios simultáneos; regula la señal de frecuencias para evitar interferencias de otros dispositivos.

Contras: Alto costo; menor alcance; la señal puede ser fácilmente obstruida.

IEEE 802.11b: IEEE implemento sobre el estándar 802.11 original, en julio de 1999, la creación de la especificación 802.11b. 802.11 apoya el ancho de banda hasta 11 Mbps, comparable a la tradicional Ethernet.

802.11b utiliza la misma frecuencia de radio de señalización – 2,4 GHz – como el estándar 802.11 original. Al ser una frecuencia no regulada, 802.11b puede ser sensible a interferencia de hornos de microondas, teléfonos inalámbricos y otros aparatos con la misma frecuencia 2,4 GHz. Sin embargo, mediante la instalación de dispositivos a una distancia razonable de otros aparatos, la interferencia puede ser fácilmente evitada. Los vendedores suelen preferir el uso de frecuencias en bandas no reguladas para reducir sus costes de producción.

Pros: Costo más bajo; su gama de la señal es mejor y no es fácil obstruirla.

Contras: A velocidad máxima implica una menor rapidez; apoya menos usuarios simultáneos; los aparatos pueden interferir en la banda de la frecuencia no regulada.

IEEE 802.11g

Entre los años 2002 y 2003, los productos WLAN apoyaron a un nuevo estándar llamado 802.11g, y comenzaron a aparecer en la escena nuevos dispositivos. 802.11g es un intento de combinar lo mejor de ambos estándares 802.11a y 802.11b. 802.11g soporta ancho de banda de hasta 54 Mbps, utiliza la frecuencia de 2,4 GHz para una mayor gama. 802.11g es compatible con 802.11b, lo que significa que los puntos de acceso 802.11 trabajarán con adaptadores de red inalámbricos 802.11 y viceversa.

Una cuestión es que la presencia de un usuario 802.11b en una red 802.11g que requiera el uso de RTS/CTS (solicitud de envío o borrado del envío), que genera importantes gastos generales y disminuye el rendimiento significativamente para todos los usuarios 802.11b y 802.11g. RTS/CTS garantizan que el envío de transmisión de la primera estación con una trama RTS y la recepción de una trama CTS desde el punto de acceso antes de enviar los datos. Una mezcla de 802.11b y de 802.11g requiere RTS/CTS para evitar colisiones porque las estaciones 802.11b no pueden oír al estándar 802.11g utilizando estaciones ODFM3.

Pros: La velocidad máxima permite más rapidez; admite más usuarios simultáneos; la gama de señal es mejor y no es fácil obstruirlo.

Contras: Cuesta más que 802.11b; los aparatos pueden interferir en la señal de frecuencia no regulada.

IEEE 802.11n

IEEE 802.11n es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11-2007 para mejorar significativamente el rendimiento de la red más allá de los estándares anteriores, tales como 802.11b y 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbps a un máximo de 600 Mbps. Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbps, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40 MHz.

Dependiendo del entorno, esto puede traducirse en un rendimiento percibido por el usuario de 100Mbps.

El estándar 802.11n hace uso simultáneo de las bandas 2,4 GHz y 5,4 GHz, mientras que los anteriores B y G solo usan 2,4GHz. Esto supone una ventaja ya que la banda de 2,4GHz está

muy congestionada debido al éxito de la tecnología wifi en general. La frecuencia de 5,4GHz permite usar un espacio radioeléctrico más limpio y libre de interferencias de otras redes.

El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009.

IEEE 802.11n está construido basándose en estándares previos de la familia 802.11, agregando Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) y unión de interfaces de red (ChannelBonding), además de agregar tramas a la capa MAC.

MIMO es una tecnología que usa múltiples antenas transmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, permitiendo manejar más información (cuidando la coherencia) que al utilizar una sola antena. Dos beneficios importantes que provee a 802.11n, son la diversidad de antenas y el multiplexado espacial.

Pros: Diversidad de antenas para uso; el multiplexado espacial mejora el uso de 802.11n; La velocidad máxima permite más rapidez; admite más usuarios simultáneos; la gama de señal es mejor y no es fácil obstruirlo; hace uso simultáneo de las bandas 2,4 GHz y 5,4 GHz.

Contras: Cuesta más que 802.11b; los aparatos pueden interferir en la señal de frecuencia no regulada.

Protocolos de Redes Mesh y Mediciones

Un protocolo de enrutamiento Mesh es una parte de software que tiene que manejar el enrutamiento dinámico y conexiones de nodos en una red.

Entre los principales elementos de enrutamiento se encuentran:

- ❖ Descubrimiento de nodos: Encontrar nodos mientras aparecen o desaparecen.

- ❖ Descubrimiento de frontera: Encontrar los límites o bordes de una red.
- ❖ Mediciones de enlace: Medir la calidad de los enlaces entre nodos.
- ❖ Cálculo de rutas: Encontrar la mejor ruta basado en la calidad de los enlaces.
- ❖ Manejo de direcciones IP: Asignar y controlar direcciones IP.
- ❖ Manejo de UP Link: Manejo de conexiones a redes externas, como por ejemplo enlaces a internet.

Dependiendo de la manera en la cual el protocolo controla los enlaces y sus estados, distinguimos dos tipos principales de protocolos de enrutamiento: proactivo y reactivo.

Proactivo

Están caracterizados por chequeos proactivos de estado del enlace y actualización de tablas de enrutamiento, la cual lleva a una alta complejidad y carga de CPU, pero también a un alto rendimiento.

- ❖ OLSR (Optimized Link State Routing Protocol) (protocolo de enrutamiento por enlaces)
- ❖ FRP (Forwarding Routing Protocol) (protocolo de transmisión basado en el reenvío por camino)
- ❖ OSPF (Open Shortest Path First) (basado en la ruta más corta)

Reactivo

Reacción pasiva en detección de problemas (rutas que no trabajan), tiende a ser menos efectiva, pero también es menos exigente con el CPU.

Protocolos de enrutamiento Mesh - Ejemplos

MMRP (MobileMesh)

El protocolo móvil mesh tiene tres protocolos separados, cada uno dirigido a una función específica:

- ❖ Link Discovery: Descubrir los enlaces.
- ❖ Routing Link: Enrutamiento, protocolo de paquetes donde se verifica el estado del enlace.
- ❖ Border Discovery Enables: Descubrimiento de bordes y activación de túneles externos.
- ❖ Desarrollado por Mitre: El software de Mesh es cubierto por GNU, licencia para público en general.

OSPF

Este protocolo opera sobre la ruta más corta. desarrollado por Interior Gateway Protocol un grupo trabajador de la IETF, y está basado en el algoritmo SPF.

- ❖ La especificación OSPF envía llamadas, verifica el estado de los enlaces y se lo notifica a todos los enrutadores de la misma área jerárquica.
- ❖ Tráfico de encaminamiento atreves de 3 tipos de paquetes (Paquetes Hello, Paquetes de descripción de bases de datos estado-enlace, paquetes de estado-enlace) que a su vez encaminan en grupos de áreas (AreaBackbone, AreaStub, Areanot-so-stubby)
- ❖ Interfaces de una o varias con las que se conecta a otros nodos de la red atreves de los enlaces soportados (Punto a punto, Punto a multipunto, broadcast, enlace virtual enlace de acceso multiple)

- ❖ OSPF además funciona como un LSAs (Link - stateadvertsement) y avisa las interfaces presentes, informa el tipo de medición usada y otras variables.
- ❖ Los enrutadores con este protocolo almacenan información y usando el algoritmo SPF calculan el camino más corto.
- ❖ Este protocolo compite con RIP e IGRP, los cuales son protocolos de enrutamiento de vectores de distancia. Estos envían toda una porción de sus tablas de enrutamiento a todos los enrutadores vecinos refrescando la información continuamente.

Hardware para una red Mesh

A continuación se citan algunos ejemplos de hardware Mesh para comunidades de redes inalámbricas.

Access Point

Un punto de acceso inalámbrico está conformado por un router inalámbrico y una antena. El acceso inalámbrico punto se puede instalar en interiores o al aire libre en una caja a prueba de intemperie. La antena puede ser el estándar de Antena omni-direccional para interiores o podría ser una antena omni-direccional externa. Un punto de acceso inalámbrico crea un punto de acceso donde cualquier dispositivo Wi-Fi puede conectarse al mismo.

Access Cube

Este modelo ha desaparecido de la escena por algún tiempo, sin embargo fue utilizado de manera exitosa alrededor del año 2005 en muchos experimentos Mesh y es aún un buen ejemplo de cómo acercarse al concepto de un nodo Mesh.

MeshNode

La presentación del nodo MESH es una pequeña caja diseñada para intemperie, es impermeable, contiene un sistema operativo basado en Debian/GNULinux y dos tarjetas de radio en dos bandas (2.4 GHz y 5.8 GHz).



MeshNode III

Es un desarrollo avanzado de los Access Point al aire libre, y establece nuevos estándares en el mercado mundial en todas las redes LAN inalámbricas rangos de frecuencia.

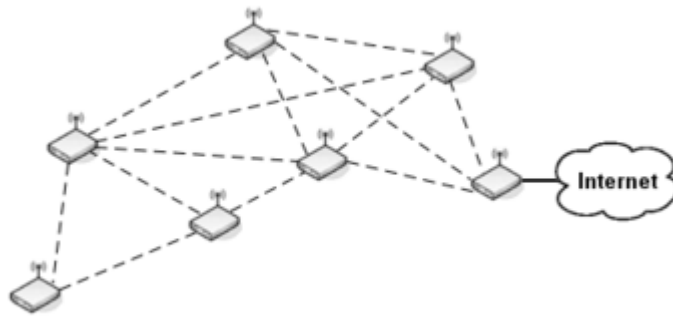


Linksys WRT54G, GS, GL

Este Access Point inalámbrico no fue originalmente diseñado para usarse en intemperie, sin embargo es ampliamente utilizado bajo condiciones adversas por su bajo costo y fácil manejo, viene a ser una de las opciones más interesantes y versátiles.

**Ejemplo de Redes Mesh en el Mundo*****Freifunk OLSR***

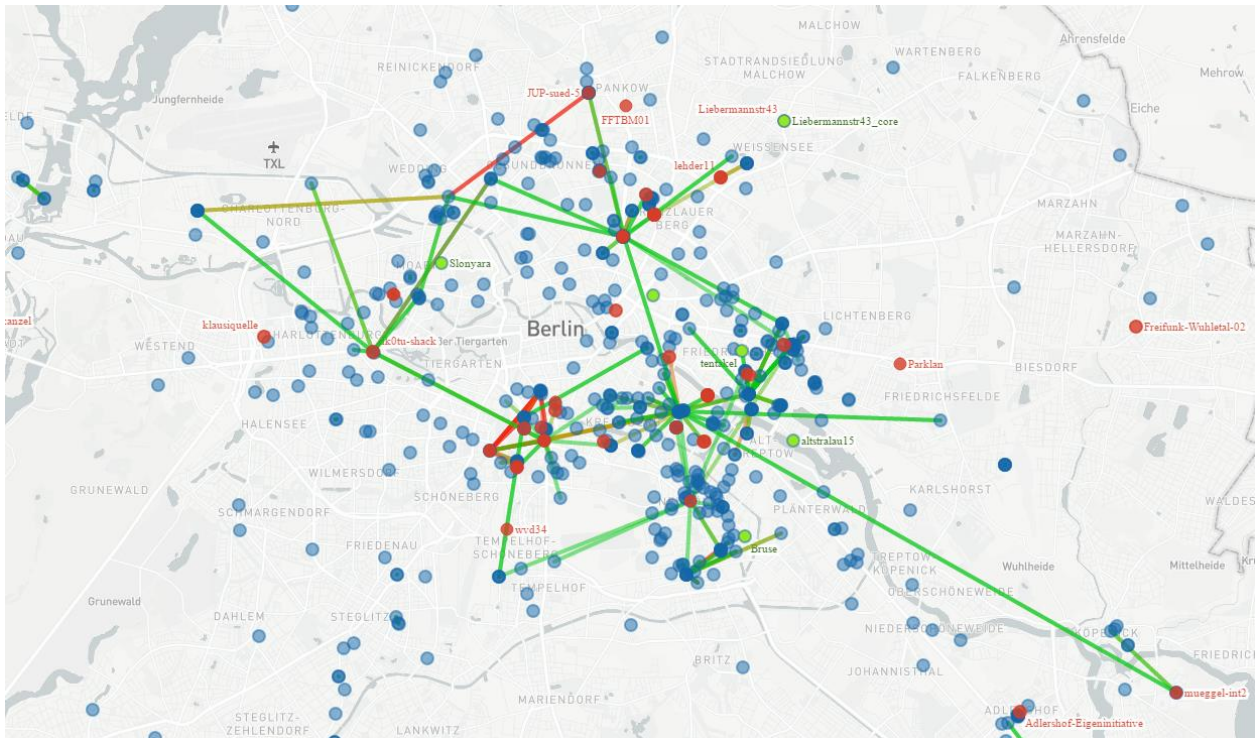
Esta red se basa en la creación de redes de aéreas metropolitanas enteras que quieren contrarrestar la brecha digital y construir estructuras de red independientes libres. En concreto el objetivo de Freifunk es la creación de redes inalámbricas abiertas e interconectadas. Esto permite un tráfico libre por toda la ciudad dentro de la red inalámbrica gratuita.



Adhoc-Netze

Bild: augsburg.freifunk.net, CC-SA

La base de esta red es llamada Red en Malla donde todos lo routers inalámbricos de la red se comunican entre si y forman su propia red inalámbrica en la ciudad. Un protocolo de enrutamiento permite que cada red pueda llegar a otra persona y pueda intercambiar datos donde algunos nodos se conectan más directamente a internet así que todas las personas de la red tienen acceso libre a internet.



En la anterior ilustración se puede ver la siguiente información tomada directamente del portal FreifunkBerlin:

795 nodos (730 en línea, fuera de línea 65, 11 nuevos, 65 desaparecidos), 0 Clientes, Gateways.

Estos datos son desde Thursday, 12 de enero de, 2017 08:00.

Punto Verde: Nuevo nodo.

Punto Azul: Nodo en línea.

Punto Rojo: Nodo no está en línea.

Quintana Libre

Una ONG cordobesa en Argentina llamada AlterMundi creó un proyecto, QuintanaLibre, que lleva Internet a José de la Quintana y a otros pueblos del sudoeste de Córdoba, usando software libre y hardware de bajo costo para crear una red descentralizada, hecha con routers Wi-Fi convencionales y un firmware especial para modificar su funcionamiento. Están mantenidas por las propias comunidades que logran, con eso, tener acceso a Internet en zonas donde no hay servicio comercial.

Inicialmente QuintanaLibre compartió una salida pequeña a Internet entre dos o tres casas, y luego fueron sumando nodos poco a poco, hasta transformarse hoy en una red que cubre el territorio de la Quintana y Villa San Isidro, el pueblo vecino, con más de 70 familias conectadas, el centro cultural, la radio comunitaria y la escuela secundaria. Esta idea resultó inspiradora y comenzó a reproducirse en pueblos cercanos como La Serranita, Anisacate, La Bolsa, y no tan cercanos, como Nono -dice Echániz-. Para interconectar las redes se utilizó una torre en uno de

los cerros más altos, desde donde además se tiene un enlace con la Universidad Nacional de Córdoba. Allí tienen presencia en el centro de datos donde se encuentran interconectados con la empresa Silica Networks, que actualmente está donando una conexión de 20 Mbps de capacidad para el proyecto comunitario.

Simuladores

Cisco PacketTracer

PT (PacketTracer), es una herramienta de aprendizaje y simulación de redes interactiva. Esta herramienta permite crear tipologías de red, simular una red con múltiples representaciones visuales, principalmente es una herramienta de apoyo didáctico.

Permite a los estudiantes crear redes con un número casi ilimitado de dispositivos y experiencias de solución de problemas sin tener que comprar routers o switches reales.

Esta herramienta les permite a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales. PacketTracer se enfoca en apoyar mejor los protocolos de redes que se enseñan en el currículum de la certificación cisco.

En este programa se crea la topología física de la red simplemente arrastrando los dispositivos a la pantalla. Luego clickando en ellos se puede ingresar a sus consolas de configuración. Allí están soportados todos los comandos del Cisco OS e incluso funciona el "interprete de línea de comandos". Una vez completada la configuración física y lógica del net, también se puede hacer simulaciones de conectividad (pings "Buscador o rastreador de paquetes

en redes”, traceroutes” consola de diagnóstico de redes de Linux”, etc.) todo ello desde las mismas consolas incluidas.

OPNET Modeler

El nombre corresponde a las siglas de OPTimized Network EngineeringTool. Este software fue desarrollado en el año 1984 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) por investigadores y científicos del Laboratorio de Información y Decisión de Sistemas (LIDS).

Está basado en la teoría de redes de colas e incorpora las librerías para facilitar el modelado de las topologías de red. Soporta un amplio rango de tecnologías de red tipo LAN, MAN y WAN.

OPNET Modeler utiliza distintos niveles de modelado o paradigmas para representar los diferentes componentes de una red. Cada nivel está asociado a un dominio y a un editor.

Para hacer el desarrollo más intuitivo al usuario, los editores se organizan jerárquicamente, de forma que los modelos desarrollados en el Editor de Proyectos (Project Editor) dependen de elementos desarrollados en el Editor de Nodos (Node Editor) y este a su vez usa modelos definidos en el Editor de Procesos (Process Editor). Estos son los tres principales editores del OPNET, pero existen también otros complementarios como son el Editor de Modelos de Enlaces, el Editor de Formatos de Paquetes y el Editor de Estadísticas.

Proporciona acceso directo al código fuente siendo esto una gran ventaja para los nuevos programadores. OpretModeler es una poderosa herramienta que permite simular sistemas de comunicaciones y así evaluar las prestaciones de una red bajo diversas condiciones de

simulación como: flujos variables de tráfico, pérdida de paquetes o de conexiones entre terminales y la estación base, caídas de enlaces, etc.

Marco Conceptual

Luego de explorar el correspondiente andamiaje tecnológico existente en el escenario de las redes MESH tanto a nivel local como internacional, es necesario formalizar como base de acción interpretativa, los conceptos que se exponen a continuación:

Redes Libres

Son construidas entre todos y para todos no tienen dueño, son auto gestionables, auto sostenibles y descentralizadas. Es una topología de red donde la comunicación es en malla, donde todos los AP se interconectan con todos ofreciendo a los usuarios conectividad inalámbrica en cualquier punto donde la malla este presente.

Manifiesto de redes libres

El conjunto funcional y operacional que describe y justifica el diseño configuración y liberación de una red libre, argumenta e integra los factores diferenciadores siguientes:

- ❖ Garantiza la descentralización y evita la monopolización de recursos, la coerción o la opresión.
- ❖ Respeto la neutralidad de la red.
- ❖ Garantiza el acceso público y libre.
- ❖ Su estructura es de red distribuida: el crecimiento es posible desde cualquier punto existente.
- ❖ La interconexión se realiza entre pares que pueden publicar o recibir servicios y contenidos en igualdad de condiciones.

- ❖ Promueve la creación de otras redes libres, su interconexión e interoperabilidad.

Configuraciones existentes

Se citan las redes libres catalogadas como MESH existentes a nivel internacional: Alemania y Argentina.

Esquema de acción

El esquema de acción que se lleva a cabo para las redes MESH:

- ❖ Comunidades.
- ❖ Brecha digital.
- ❖ Sociedad de bajos recursos.
- ❖ Medio de comunicación alternativo.

Brecha digital

Hace referencia a una totalidad socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las nuevas tecnologías de información y la comunicación TIC, como el computador personal, la telefonía móvil, la banda ancha y otros dispositivos.

Problemas a solucionar

En la figura 3, se pueden visualizar las relaciones y asociaciones que constituyen el marco descriptivo y funcional del problema a solucionar por el programa de ingeniería de sistemas de la universidad libre al configurar su red experimental MESH.

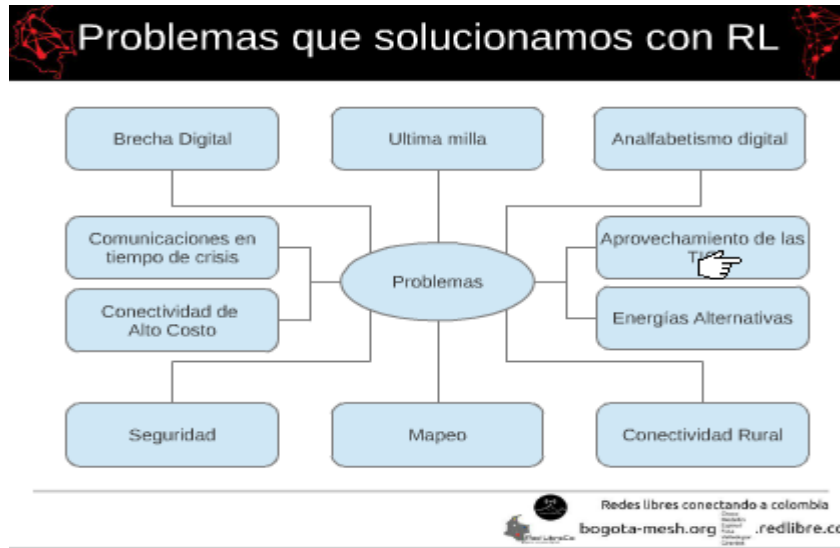


Figura 3: Problemas al solucionar. <http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital-plan/introduccion>

Formalización metodológica

El proceso metodológico que conlleva la construcción de la solución MESH esperada por la comunidad, como aporte del programa de ingeniería de sistemas de la universidad libre implica la apropiación e interpretación de estos factores:

- ❖ Concepto Y Dimensionamiento Brecha Digital
- ❖ Estructuración última milla
- ❖ Conectividad y mapeo rural
- ❖ Energías alternativas
- ❖ Seguridad
- ❖ Servicios de las TIC'S

Marco Legal

La descripción normativa de carácter legal que rige el desarrollo de este proyecto, se encuentra como fuente referencial en la publicación del magistrado Alfredo Vega Jaramillo en su obra Manual de Derecho de Autor, que contempla:

Propiedad Intelectual

La propiedad recae sobre dos tipos de bienes: los tangibles, como es el caso de los bienes muebles e inmuebles, y los intangibles como la propiedad intelectual.

La expresión “propiedad intelectual” se utiliza en términos amplios para hacer referencia a todas las creaciones del ingenio humano, y se define como la disciplina jurídica que tiene por objeto la protección de bienes inmateriales, de naturaleza intelectual y de contenido creativo, así como de sus actividades conexas.

Tradicionalmente se ha realizado una división de la propiedad intelectual en dos grandes ramas, a saber, la Propiedad Industrial y el Derecho de Autor, si bien nuevas clasificaciones apuntan a relacionar otros derechos intelectuales tales como la competencia desleal, los secretos industriales, las denominaciones de origen, las variedades vegetales, las invenciones biotecnológicas y los descubrimientos científicos.

El Derecho de Autor es una especie dentro de la institución de la propiedad intelectual, en virtud de la cual se otorga protección a las creaciones expresadas a través de los géneros literario o artístico, tiene por objeto las creaciones o manifestaciones del espíritu expresadas de manera que puedan ser percibidas, y nace con la obra sin que para ello se requiera formalidad alguna.

Objeto de derecho de autor

El objeto del derecho de autor es la obra, definida en el artículo 3° de la Decisión Andina 351 de 1993, Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos, como “toda creación intelectual original de naturaleza artística, científica o literaria, susceptible de ser divulgada o reproducida en cualquier forma”.

Por su parte el Glosario de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI, la define como “toda creación intelectual original expresada en una forma reproducible”.

Sujetos de derechos de autor

El tema de la autoría de las obras del ingenio usualmente enfrenta a los dos sistemas de protección: el del derecho de autor (o de tradición latina) y el del copyright (o anglosajón).

En el sistema de tradición latina un principio aceptado es el de reconocer la calidad de autor únicamente a la persona física que realiza la creación. En este sistema se ubica la legislación colombiana, pues el artículo 3° de la Decisión 351 de 1993 define al autor como la persona física que realiza la creación intelectual.

Con relación a la persona física como autor, para la tradición jurídica latina solo la persona física puede crear una obra, pues la acción de “crear” se refiere a la actividad intelectual que supone atributos como los de aprender, valorar, sentir, innovar, y expresar, todos ellos exclusivos de la persona humana.

Derecho Moral

El derecho moral es aquel que protege la personalidad del autor en relación con su obra y designa el conjunto de facultades destinadas a ese fin.

Características del Derecho moral: Los derechos morales, al igual que los patrimoniales, son emanados de la personalidad del autor y reconocidos como derechos humanos en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

La doctrina y la legislación reconocen al derecho moral de autor los atributos de ser inalienable, irrenunciable e imprescriptible (Decisión 351 de 1993, art 11; Ley 23 de 1982, art. 30)

En razón de la inalienabilidad, toda transmisión del derecho de autor entre vivos solo puede involucrar a los derechos patrimoniales. Por ser inalienable el derecho moral, también es inembargable, inexpropiable y perpetuo, si bien existen países en donde los derechos morales están limitados en el tiempo al igual que los derechos patrimoniales.

Registro del Derecho de autor

Los objetivos fundamentales del registro del derecho de autor son:

- ❖ Dar publicidad al derecho de los titulares y a los actos y contratos que transfieran o cambien ese dominio amparado por la ley, así como brindarle a los titulares de derechos un medio de prueba a sus derechos y a los actos y contratos que transfieran ese dominio amparado legalmente (Art. 4, lit. a, Ley 44 de 1993; art. 2° Decreto 460 de 1995). El registro permite al creador de la obra demostrar su titularidad sobre la misma (salvo que haya transmitido sus derechos patrimoniales) y a los usuarios interesados en adelantar alguna negociación sobre los derechos de la obra les permite informarse sobre las condiciones jurídicas actuales de la creación intelectual.

- ❖ El registro también brinda garantía de autenticidad y seguridad a los títulos de derechos y a los actos y documentos que a ellos se refiere (Art. 4, lit. b, Ley 44 de 1993 y Art. 2, Decreto 460 de 1995).

En tal sentido, los datos consignados en el Registro Nacional de Derecho de Autor se presumen ciertos hasta tanto se demuestre lo contrario.

Lo anterior permite al usuario tener certeza sobre la existencia y demás circunstancias que rodean la obra así como sobre sus actos de disposición, lo que le brinda al usuario confianza al tener como ciertos todos los datos de las obras y de las disposiciones contractuales o de cualquier otro orden que figuren en el registro.

Marco Legal en las Redes Mesh

El Espectro Electromagnético es un bien público que forma parte del espacio Colombiano, es inajenable e imprescriptible, y está sujeto a la gestión y control del Estado, quien debe garantizar el acceso a su uso en igualdad de oportunidades y condiciones y en los términos que fije la ley.

El estado puede intervenir por mandato de la ley para garantizar el pluralismo informativo y la competencia y evitar las prácticas monopolísticas en el uso del citado bien. La radio, la televisión, la telefonía, la difusión por cable, el telégrafo, el télex y general cualquier medio de telecomunicaciones. Son algunos de los medios que utilizan el Espectro Electromagnético para enviar y recibir mensajes, y en general toda clase de datos o información. Por tanto la libertad de fundar medios masivos de comunicación, haciendo uso de este bien público, también se ve limitada, pues al hacer uso del espectro electromagnético se tiene que subordinar necesariamente a las normas que lo reglamentan.

Siguiendo las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones del Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), las redes libres MESH siguen un protocolo de leyes las cuales rigen los procedimientos científicos, administrativos, técnicos, jurídicos, económicos necesarios para garantizar el funcionamiento de este tipo de iniciativas, por ello es importante entender rápidamente las más importantes directivas que el estado de la Republica de Colombia ha establecido a nivel nacional en el ámbito de las telecomunicaciones inalámbricas.

El Espectro Electromagnético es de propiedad exclusiva del estado y como tal constituye un bien de dominio público, inajenable e imprescriptible, cuya gestión, administración y control corresponde al ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones (Ministerio de las TIC) de conformidad con las leyes vigentes, con excepción del Espectro Electromagnético atribuido al servicio de TV cuya administración corresponde a la Comisión Nacional de Televisión (CNTV)²³, en coordinación con el ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

Para ello, el ministerio de las TIC concretamente ha declarado la gestión y control del Espectro Electromagnético a la Agencia Nacional del Espectro.

La Agencia Nacional Del Espectro y el Ministerio TIC

El objeto de la Agencia Nacional del Espectro es brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control de espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo.

La Agencia Nacional del Espectro tendrá, entre otras, las siguientes funciones:

- ❖ Asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con el espectro radioeléctrico.
- ❖ Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes (en este caso la UIT).
- ❖ Estudiar y proponer, acorde con las tendencias del sector y las evoluciones tecnológicas, esquemas óptimos de vigilancia y control del Espectro Electromagnético, incluyendo los satelitales, con excepción a lo dispuesto en el artículo de la Constitución Política²⁴ para tales casos de uso.
- ❖ Ejercer la vigilancia y control del Espectro Electromagnético, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política de Colombia.
- ❖ Realizar la gestión técnica del Espectro Electromagnético.
- ❖ Investigar e identificar a las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuanto a la administración, vigilancia y control del Espectro.
- ❖ Estudiar y proponer los parámetros de valoración por el derecho al uso del Espectro Electromagnético y la estructura de contraprestaciones.
- ❖ Notificar ante los organismos internacionales las interferencias detectadas por señales originadas en otros países, previa coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC.
- ❖ Apoyar al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC en el establecimiento de estrategias para la participación en las diversas conferencias y

grupos de estudio especializados en la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT y otros organismos internacionales.

- ❖ Adelantar las investigaciones a que haya lugar, por posibles infracciones al régimen del espectro definido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC así como imponer las sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política de Colombia.
- ❖ Ordenar el cese de operaciones no autorizadas de redes, el decomiso provisional y definitivo de equipos y demás bienes utilizados para el efecto, y disponer su destino con arreglo a lo dispuesto en la Ley, sin perjuicio de las competencias que tienen las autoridades Militares y de Policía para el decomiso de equipos.²⁵
- ❖ Actualizar, mantener y garantizar la seguridad y confiabilidad de la información que se genere de los actos administrativos de su competencia.
- ❖ Las demás que por su naturaleza le sean asignadas o le correspondan por Ley.

¿El uso de frecuencias Electromagnéticas requiere de licencia?

El uso de frecuencias radioeléctricas requiere de permiso previo otorgado por el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones y dará lugar al pago de los derechos que correspondan. Cualquier ampliación, extensión, renovación o modificación de las condiciones, requiere de un nuevo permiso, previo y expreso.

El Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones ejerce las funciones de inspección y vigilancia sobre las redes y servicios de telecomunicaciones.

Acorde con el Decreto Ley 1900 de 1990 o “Estatuto de las Telecomunicaciones”, cualquier red o servicio de telecomunicaciones sin autorización previa será considerado como clandestino

y el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones TIC y las autoridades militares y de policía procederán a suspenderlo y a decomisar los equipos, sin perjuicio de las sanciones de orden administrativo o penal a que hubiese lugar, conforme a las normas legales y reglamentarias vigentes. Los equipos decomisados serán depositados a órdenes del Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones, el cual les dará la destinación y el uso que fijen las normas pertinentes.

Infracciones al ordenamiento de las telecomunicaciones

Constituyen infracciones específicas al ordenamiento de las telecomunicaciones, entre otras:

- ❖ El ejercicio de actividades o la prestación de servicios sin la correspondiente concesión o autorización, así como la utilización de frecuencias radioeléctricas sin permiso o en forma distinta de la permitida.
- ❖ La instalación, la utilización o la conexión a la red de telecomunicaciones del estado de equipos que no se ajusten las normas fijadas por el ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.
- ❖ La producción de daños a la red de telecomunicaciones del Estado como consecuencia de conexiones o instalaciones no autorizadas.

¿El Espectro Electromagnético perjudica la salud?

Si bien no existen estudios científicos concluyentes de organismos nacionales o internacionales (competentes, siendo una gran excepción al Organización Mundial de la Salud OMS), que demuestren que las antenas de radiocomunicación ocasionan fuertes radiaciones que puedan incidir de manera peligrosa en la salud de la población; el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones TIC, con el fin de valorar los aspectos asociados a la radiación

producida por emisores intencionales de radiación o antenas de telecomunicaciones, contrato un estudio con la Pontificia Universidad Javeriana cuyo resultado fue el documento “Estudio de los límites de exposición humana, a campos electromagnéticos producidos por antenas de telecomunicaciones y análisis de su integración al entorno”.

A raíz de este estudio y otras recomendaciones internacionales, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 195 del 31 de enero de 2005 “Por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones”, norma elaborada conjuntamente por los Ministerios de Comunicaciones, de la Protección Social, y del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

El Decreto 195 de 2005 adoptó los fundamentos de la Recomendación UIT-T k.52 Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, también, la Recomendación 519/EC/1999 del Consejo de la Unión Europea. Por la cual se establecen límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos y las recomendaciones para limitar la exposición a campos electromagnéticos, resultado del estudio realizado por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No-Ionizante, ICNIRP, ente reconocido oficialmente por la Organización Mundial de la Salud, OMS.

Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético en Colombia

Las antenas de las estaciones electromagnéticas emiten ondas de radiación electromagnética, en la gama de frecuencias que va desde los 9 KHz a los 300 GHz (recordando que nuestras redes MESH operan en bandas de 2.4 – 2.42 GHz y 5 – 5.4 GHz), gama de

frecuencias denominadas Ondas Hertzianas o Espectro Radioelétrico. Esta porción del Espectro Electromagnético es la destinada para las Radiocomunicaciones.

Las radiaciones electromagnéticas presentan comportamientos ionizantes y no-ionizantes. Las primeras pueden presentar efectos nocivos para la salud humana por tener las partículas comportamientos aleatorios e impredecibles que pueden generar altas concentraciones de energía perjudicial, superior a los 40 eV (electrón-voltios). Estas energías de radiación se encuentran por encima de los Rayos Ultravioleta.

Por ejemplo, los Rayos X blandos tienen una energía típica promedio de 12000 eV, mientras que la luz visible presenta una energía típica promedio de 2,47 eV. Las estaciones radioeléctricas utilizadas en la Radiocomunicación poseen energías bastante menores. Por ejemplo, una estación de televisión en la banda de UHF (a 700 MHz) posee una energía de 0,00000288 eV, y un radar de microondas (a GHz) de 0,000421 eV. La radiación no-ionizante se presenta, de manera general, en forma de generación de calor.

Los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, producidos por las estaciones radioeléctricas, en la gama de frecuencias de 9 KHz a 300 GHz son los estipulados en el decreto de 2005.

Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético Internacionalmente

Los expertos aconsejan extremar las precauciones con esta tecnología y restringir su uso en las escuelas y espacios públicos.

Dispositivos inalámbricos (teléfonos celulares, ordenadores, portátiles, tablets, entre otros) se han vuelto tan omnipresentes que sería difícil imaginarse la vida sin ellos. Si bien es cierto que

estos aparatos han revolucionado la manera de comunicarnos, también crean campos electromagnéticos (radiaciones no-ionizantes) que, cuando se emiten en niveles suficientes, pueden calentar los tejidos biológicos, según se desprende de varios estudios y reconoce la propia Unión Europea. Diversos especialistas y algunas asociaciones ciudadanas han empezado a exigir más precaución con el uso del WiFi y las nuevas tecnologías, especialmente en espacios públicos, como escuelas y hospitales.

Una red WiFi o un portátil no supone ningún problema, pero realmente se vuelve un tema preocupante el saber que en un área local pueden haber funcionado varios dispositivos inalámbricos a la vez, superando fácilmente el centenar de dispositivos realizando actividades que hacen uso de tecnologías inalámbricas.

Tales dispositivos, se convierten en emisores de ondas electromagnéticas. La Comisión Europea detalla algunas recomendaciones sobre la materia, pero son los Estados Soberanos quienes son los que tienen la autoridad particular y la responsabilidad de proteger a sus ciudadanos de los efectos potenciales de los campos electromagnéticos.

La Unión Europea cuenta con un marco regulador vigente que limita la potencia emitida por dispositivos de telecomunicaciones móviles. Fabricantes y operadores de equipos de telecomunicaciones inalámbricos en la Unión Europea deben cumplir la directiva 1999/5/CE, que establece un marco reglamentario para la puesta en el mercado, de libre circulación y la puesta en servicio en la UE de los equipos de radio y terminales de telecomunicaciones. Esta directiva incluye requisitos esenciales en materia de protección de la salud y la seguridad de los usuarios y el público.

Pero, ¿realmente hay fundamento para afirmar que los dispositivos inalámbricos son perjudiciales para la salud humana? En su página web, la Organización Mundial de la Salud (OMS), sostiene que la principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos.

En el caso de las frecuencias utilizadas por teléfonos móviles y demás dispositivos inalámbricos similares, la mayor parte de la energía es absorbida por la piel y otros tejidos superficiales, de modo que el aumento de temperatura en el cerebro o en otros órganos del cuerpo es insignificante.

¿Qué ocurre con las redes WiFi? La exposición del cerebro al teléfono móvil, como se utiliza más cerca de la cabeza, es mucho más alta que la de un router WiFi o un portátil, argumenta Elisabeth Cardis, responsable de radiaciones del Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental (CREAL), que ha participado en los estudios Interphone y Mobi-kids sobre el uso de celulares y riesgos de sufrir cáncer de cabeza y cuello. La exposición a las radiaciones del WiFi es más elevada por el ordenador que por el router, y argumenta: Pero el portátil no lo utilizas al lado de la cabeza, sino a un metro o 60 centímetros del cuerpo, por lo que si la fuente de radiofrecuencia no está pegada a la cabeza, el nivel de exposición es muy bajo.

En este sentido, uno de los estudios epidemiológicos de mayor envergadura que se han realizado sobre la materia, Interphone, donde participaron 13 países, no reveló un aumento del riesgo de dos tipos de tumores, glioma y meningioma con el uso del teléfono celular a lo largo de un periodo superior a los 10 años, sin embargo, se encontraron ciertos indicios de un aumento del riesgo de glioma en las personas con más horas acumuladas de uso del celular. Cardis, investigadora principal del estudio, indica que tampoco es descartable que hubiera sesgos en la

investigación puesto que la gente que padece un cáncer se suele preguntar cuál ha sido la causa y puede atribuir fácilmente su enfermedad al celular.

Por otro lado, los pacientes que participaron en el estudio empezaron a hacer uso de la telefonía móvil a una edad más tardía que los jóvenes de hoy en día, ya que un cáncer o tumor puede tardar años en manifestarse. Por este motivo la OMS considera que se deben ahondar las investigaciones en estos grupos de población.

Uso Libre del Espectro Electromagnético

Se considera espectro de uso libre al uso sin necesidad de contraprestación o pago, de algunas frecuencias o bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, atribuidas, permitidas y autorizadas de manera general y expresa por el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación TIC, definición contenida en la Resolución 689 de 2004.

La resolución 689 de 2004 atribuyó unas bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización dentro del territorio nacional, mediante sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, en las condiciones establecidas por dicha resolución.

El artículo 5 de la norma atribuyó las siguientes bandas de frecuencias para la operación de dichos sistemas inalámbricos de banda ancha y baja potencias:

- ❖ Banda de 902 a 928 MHz.
- ❖ Banda de 2.400 a 2.483,5 MHz
- ❖ Banda de 5.150 a 5.250 MHz
- ❖ Banda de 5.250 a 5.350 MHz

- ❖ Banda de 5.470 a 5.725 MHz
- ❖ Banda de 5.725 a 5.850 MHz

Igualmente la Resolución 797 de 2001 atribuyó unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su uso libre por parte del público en general, en aplicaciones de: telemetría, telecomando, telealarmas, telecontrol vehicular, dispositivos de operación momentánea, microfonía inalámbrica y transreceptores de voz y datos, que posean bajos niveles de potencia o de intensidad de campo, con las características técnicas particulares descritas en dicha resolución.

También la Resolución 2190 de 2003 atribuyó unas frecuencias radioeléctricas para su uso libre del público en general, en aplicaciones de radios de baja potencia y corto alcance de operación itinerante, cuya instalación y operación se autoriza de manera general, y definió las características técnicas de operación para la utilización de los mismos, en las condiciones que se establecen en esta norma.

Modelo de Red

Metodología

En el proceso de formación de ingenieros de sistemas de la Universidad Libre siempre se nos ha inculcado solución problemas buscando la mejor solución, por tal motivo se procedió a investigar a fondo sobre implementaciones de redes Mesh en el mundo encontrando que este tipo de redes no es muy utilizado en el entorno telemático, ni tiene mucho auge pero en las pocas partes donde se ha implementado ha tenido muy buenos resultados.

Luego de estudiar diferentes implementaciones realizadas sobre modelos de red Mesh se procedió a buscar una herramienta de simulación que permitiera analizar resultados fortalezas o inconvenientes que se pudiesen observar para una futura implementación del modelo.

Se establecen los requerimientos de infraestructura mínimos para el desarrollo del modelo de red Mesh propuesto los cuales son dispositivos para que la red opere, adicionalmente, es de gran importancia analizar cuál es la mejor solución en el espacio escogido para el diseño e implementación de una red Mesh.

Enrutadores: Estos son nuestros nodos en la red los cuales deben estar a la vista uno de otro, deben ser escogidos de forma analítica teniendo en cuenta su alcance inalámbrico y conectividad ya que son los nodos los que brindaran conectividad a los usuarios.

Gateway: Es el enrutador central siendo el dispositivo que hace control entre la zona de administración y los enrutadores.

Firewall: Es la seguridad en la red Mesh siendo el dispositivo que controla la seguridad desde y hacia la red Mesh.

Internet: Este servicio debe ser contratado con un proveedor de ISP y puede ser brindado en HA (Alta Disponibilidad) previniendo caídas en la red.

Diseño

Las redes Mesh trabajan bajo una topología en malla, por esto se debe observar el entorno en donde se debe aplicar la solución analizando cuantos equipos se necesitan y lograr un alto nivel de fiabilidad y disponibilidad dentro de la zona de red. Adicionalmente como buena práctica se recomienda tener dos proveedores diferentes de ISP para evitar que la red Mesh se

quede sin disponibilidad afectando a los usuarios y en caso de que un proveedor falle se pueda contar con un segundo proveedor que mantenga la disponibilidad de internet en la red Mesh.

Finalmente y no menos importante se implementa un Firewall como medida de seguridad contra ataques suponiendo que se puedan tener en la red Mesh, así mismo monitorear y administrar dicha seguridad en la red Mesh.

Desarrollo del Diseño

Luego de tener clara la infraestructura necesaria para la implementación de una red Mesh y su funcionamiento se procede con el diseño lógico - físico de la red sobre la herramienta ya seleccionada como lo es Riverbed Modeler Academic Edition 17.5.

Lo primero es crear un nuevo proyecto y nombrarlo como Mesh Final como se ve en la imagen 01, posteriormente se cargan las características del proyecto como son Network Scale como se ve en la imagen 02, Select Technology en la imagen 03 y el tamaño entre cuadrantes o Size en la imagen 04.

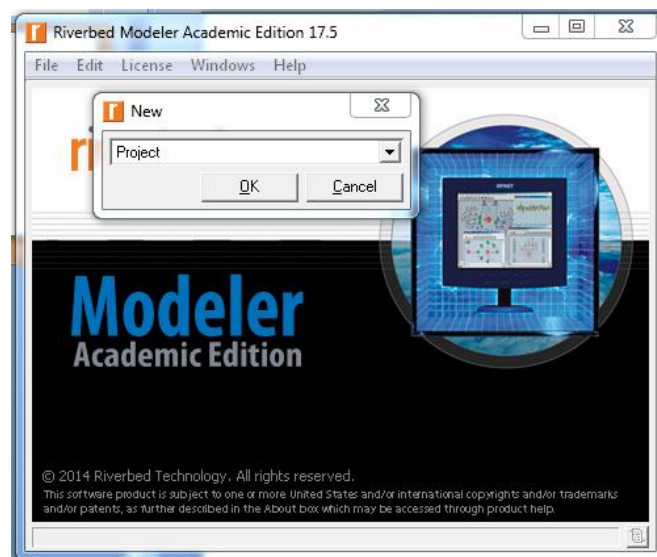


Imagen 01 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

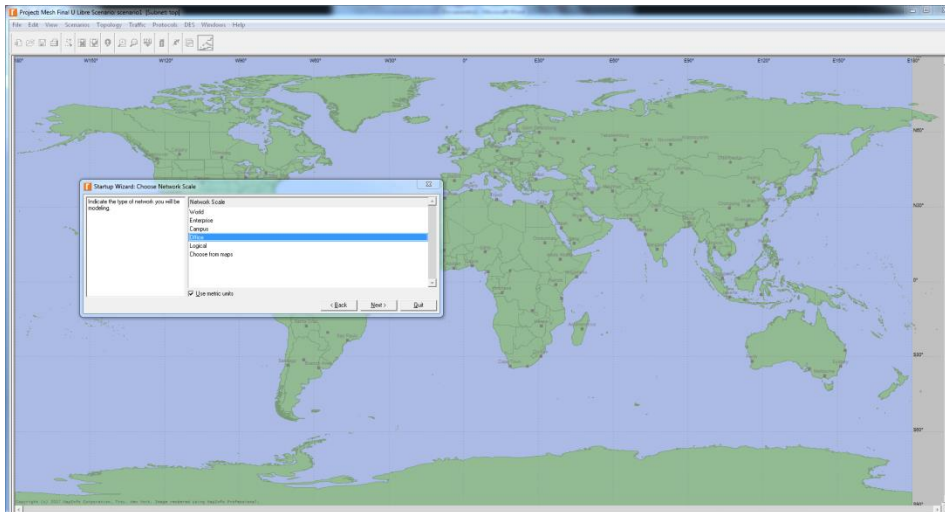


Imagen 02 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

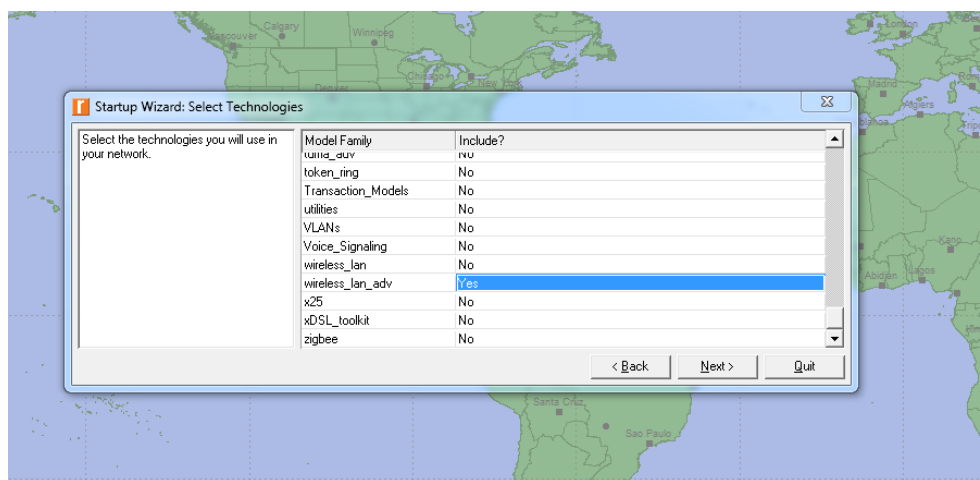


Imagen 03 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

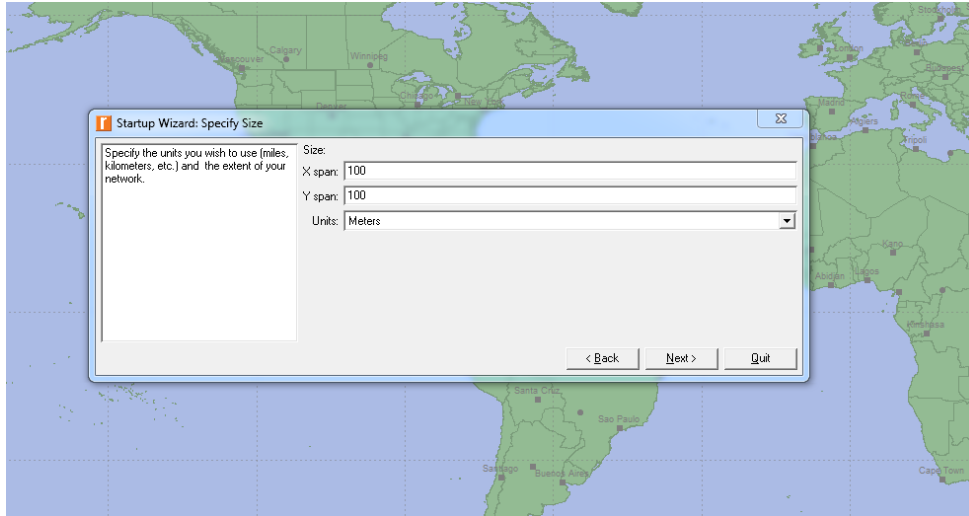


Imagen 04 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Posteriormente se procede a incluir todos los elementos de hardware requeridos para implementar la topología Mesh o en Malla los cuales la herramienta ofrece para su diseño como lo son: enrutadores, conexiones, servidores, Gateway, Firewall. Se diseña la red basados en la tecnología ya investigada construyendo el modelo Mesh como se ve en la imagen 05.

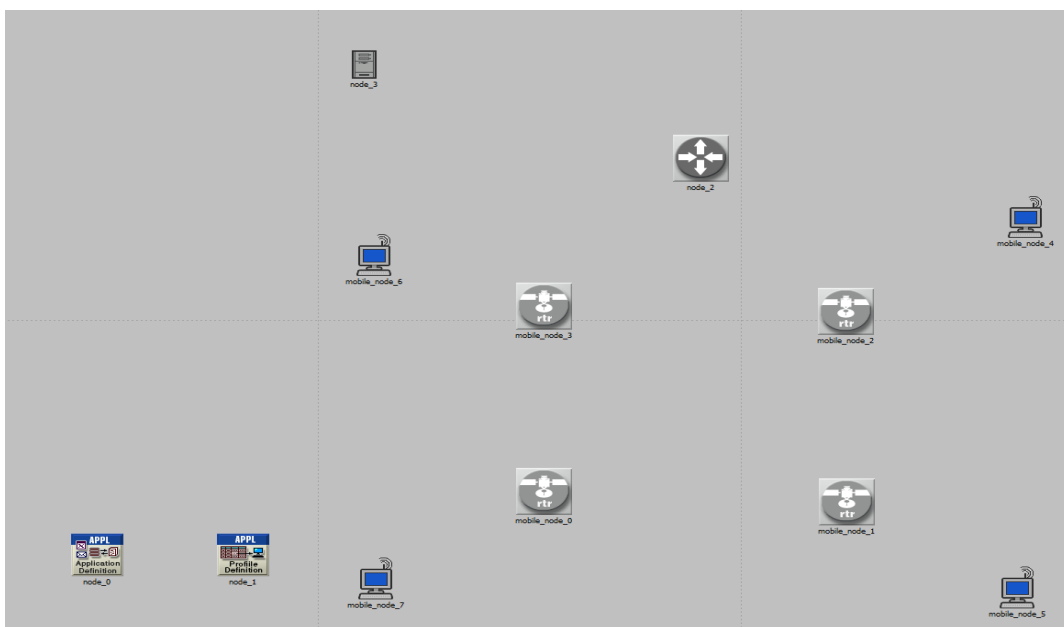


Imagen 05 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Luego, se procede con la configuración lógica de cada uno de los dispositivos seleccionados para la red teniendo en cuenta que la configuración se realiza en la capa de aplicación del modelo especificada en el modelo OSI, se empieza a cambiar los nombres de cada uno de los dispositivos, a realizar las conexiones pertinentes y su configuración final como se ve en la imágenes entre la imagen 06 a la imagen 13.

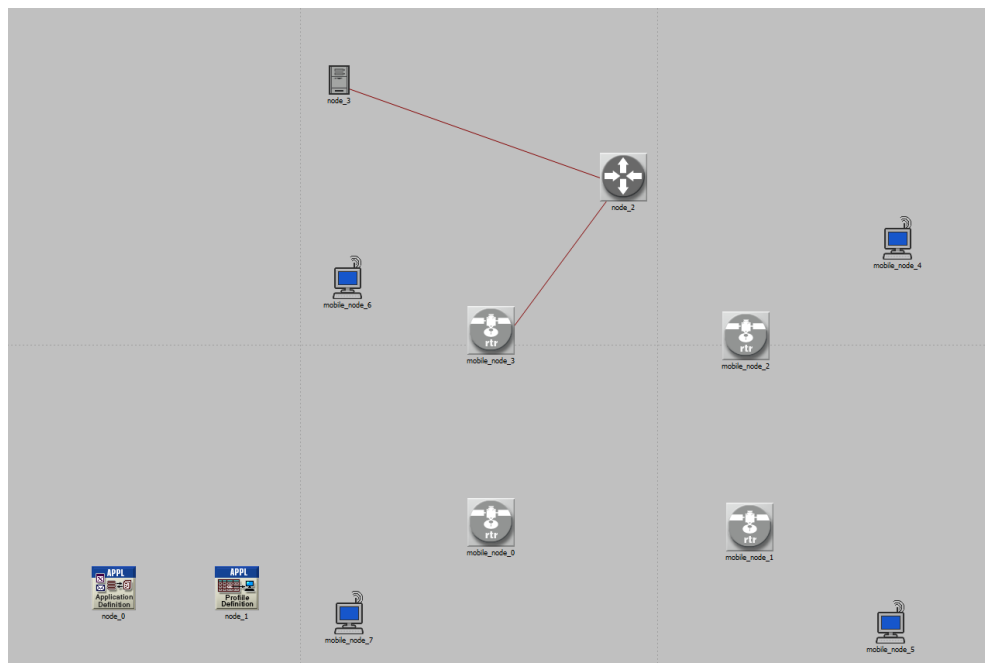


Imagen 06 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

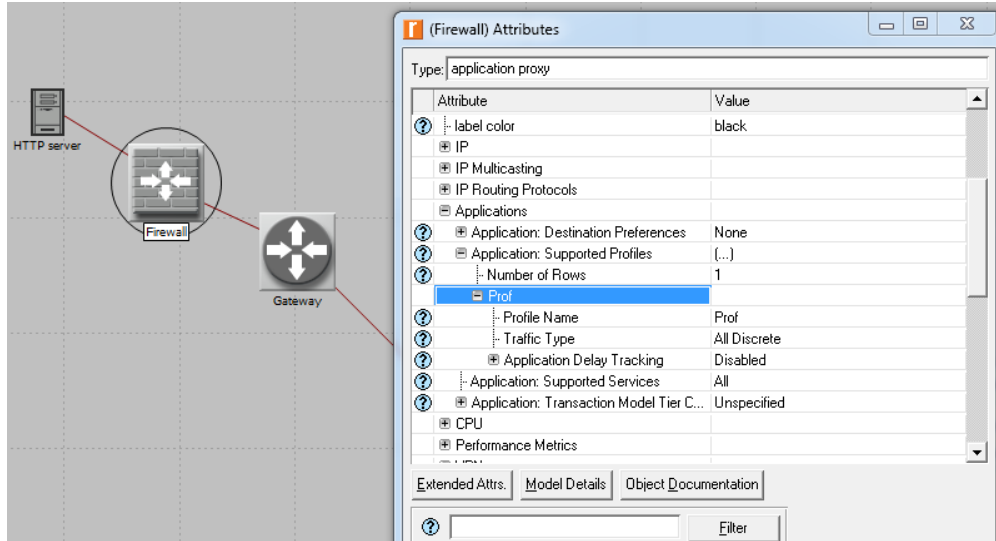


Imagen 07 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

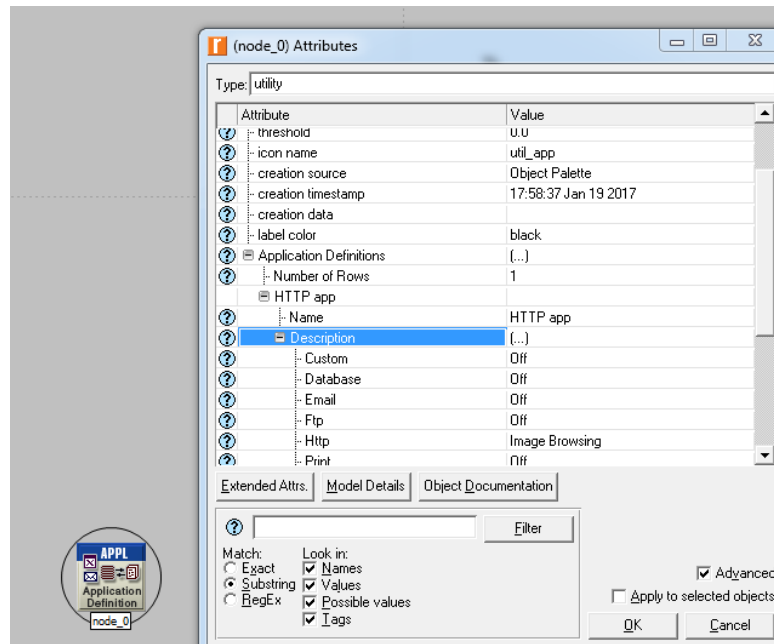


Imagen 08 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

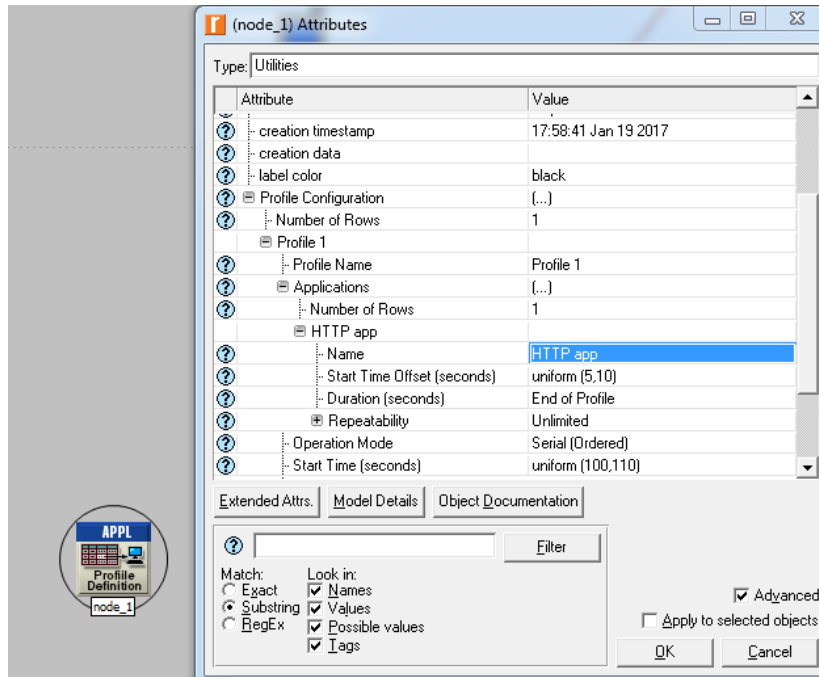


Imagen 09 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

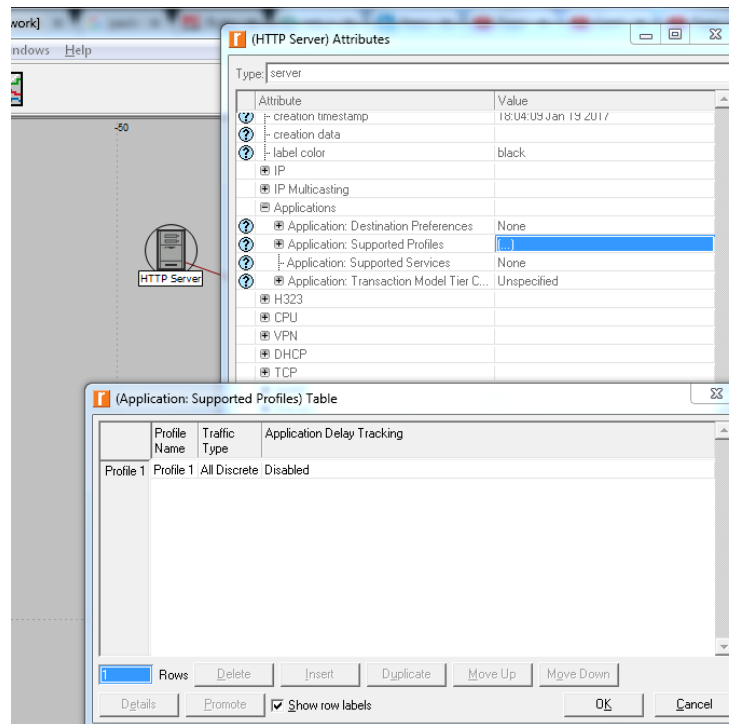


Imagen 10 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

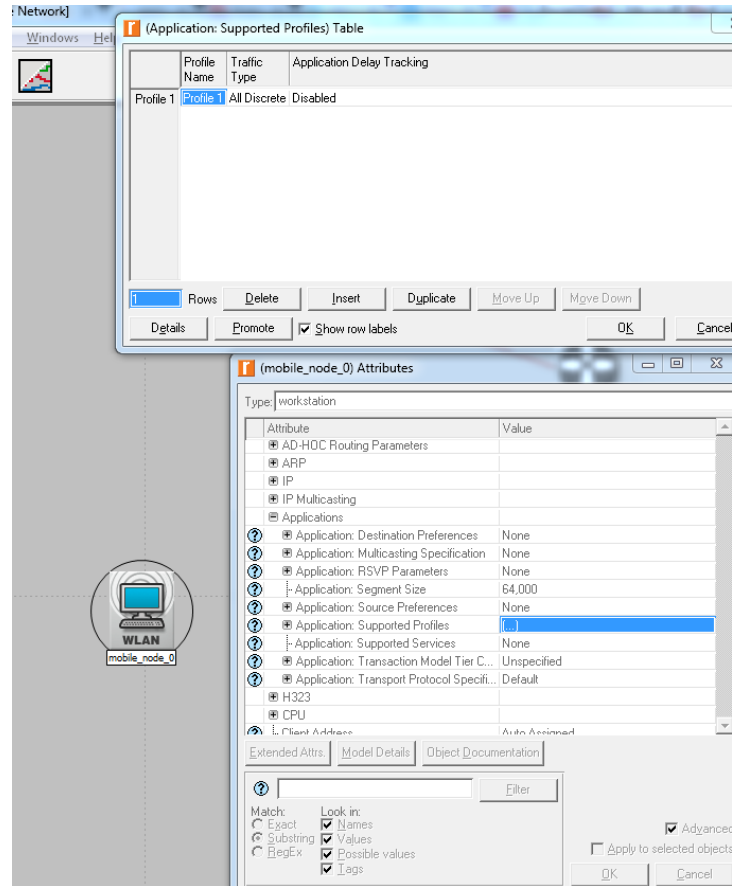


Imagen 11 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

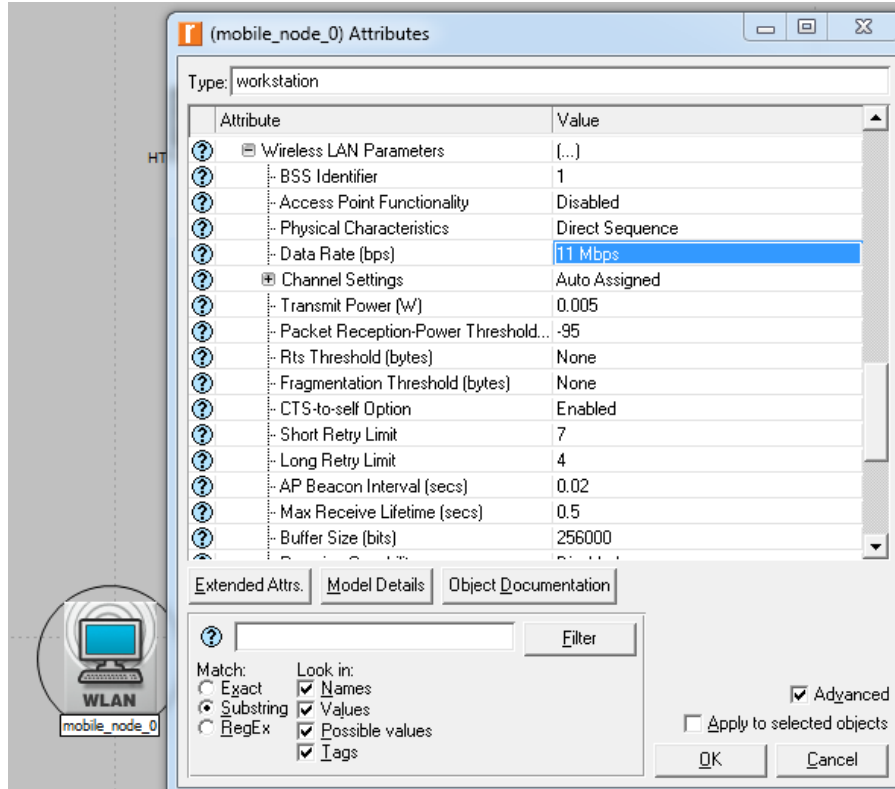


Imagen 12 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

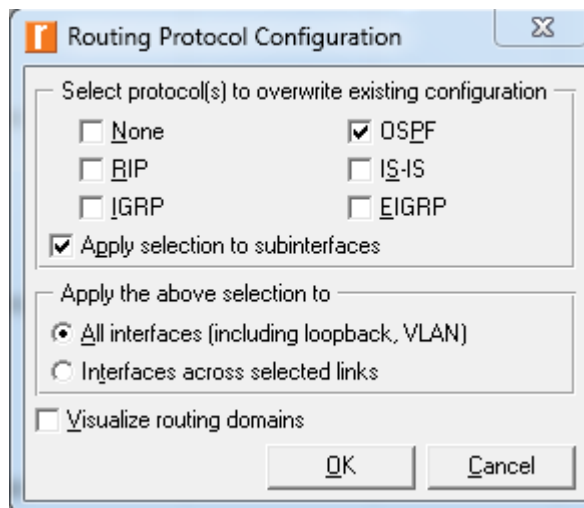


Imagen 13 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

La red Mesh se construye teniendo como base el espacio donde podrá ser implementada en un futuro y en diseños de redes previamente investigados los cuales han sido construidos e implementados y se observa entonces que la red puede constar de tres espacios los cuales se mencionan a continuación.

Zona de administración

Esta constituida en la cabeza de la red y allí se encuentra todos los equipos con los cuales se puede administrar la red como son el Gateway, Firewall tal como se ve en la imagen 14.

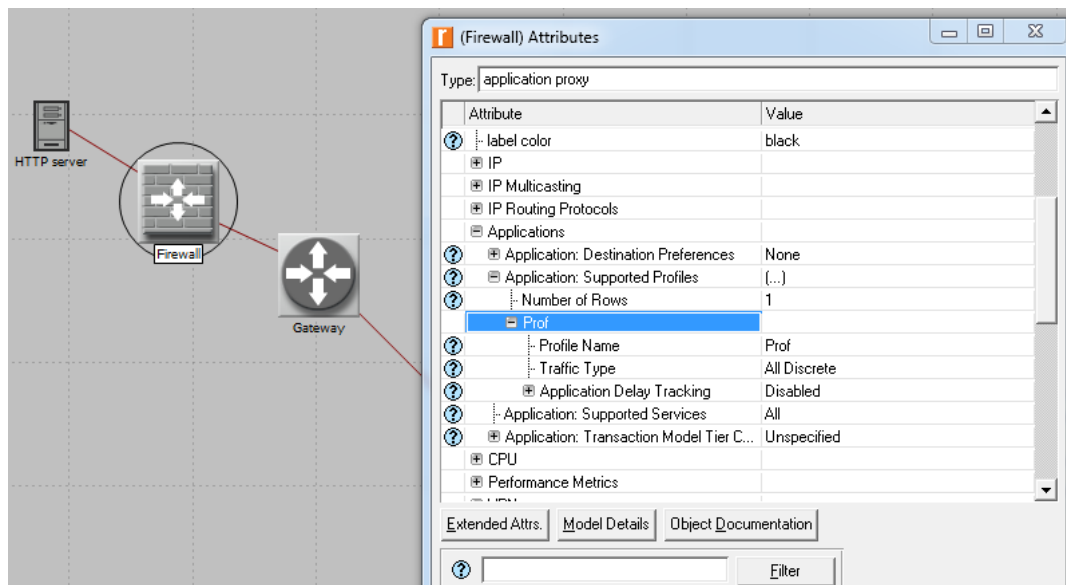


Imagen 14 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Nodos

Los nodos son los enrutadores que se han escogido con antelación para la solución de la red, los cuales son los encargados de brindar interconectividad a todos los usuarios de la red teniendo

en cuenta que en conjunto con la zona de administración se encargaran de brindar a los usuarios la disponibilidad necesaria en la red tal como se muestra en la imagen 15.

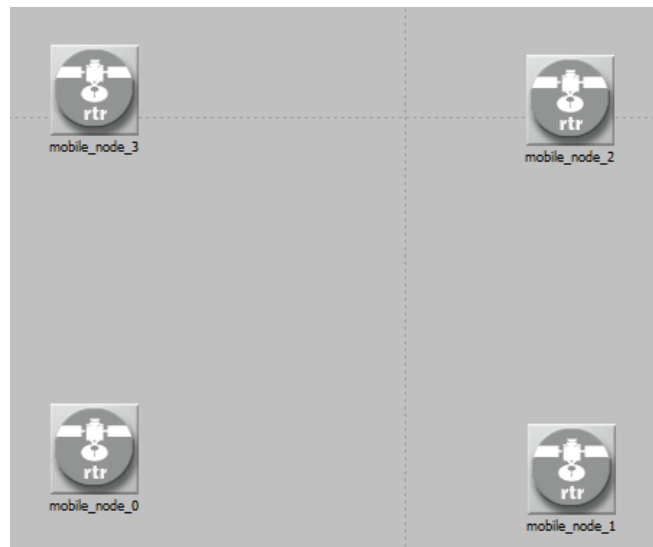


Imagen 15 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Usuarios

Finalmente se encuentra la zona de conectividad de los usuarios de la red donde se cargan equipos en la red y se puede ver el comportamiento de estos en la simulación. Ver la imagen 16.

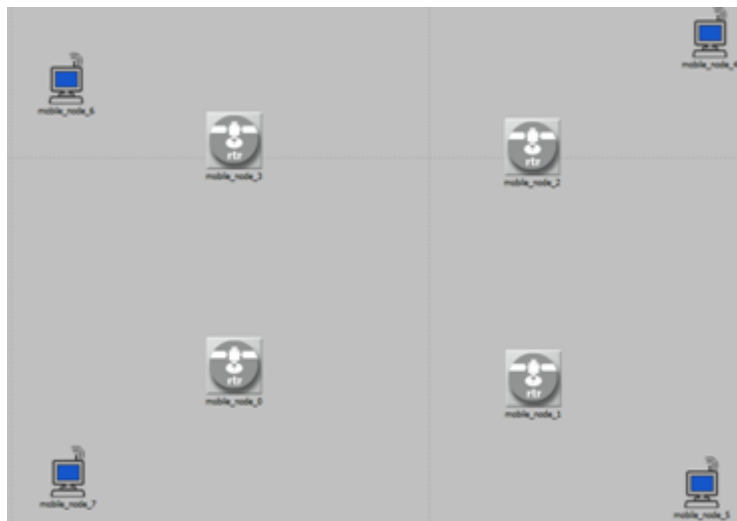


Imagen 16 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Simulación

Riverbed Modeler Academic Edition 17.5 es una herramienta muy útil para la simulación y diseño de modelos de red, ofreciendo resultados efectivos y así verificar la viabilidad del diseño.

La simulación se realiza creando tráfico en toda la red simulado 1 hora de tráfico como se puede apreciar en la imagen 17.

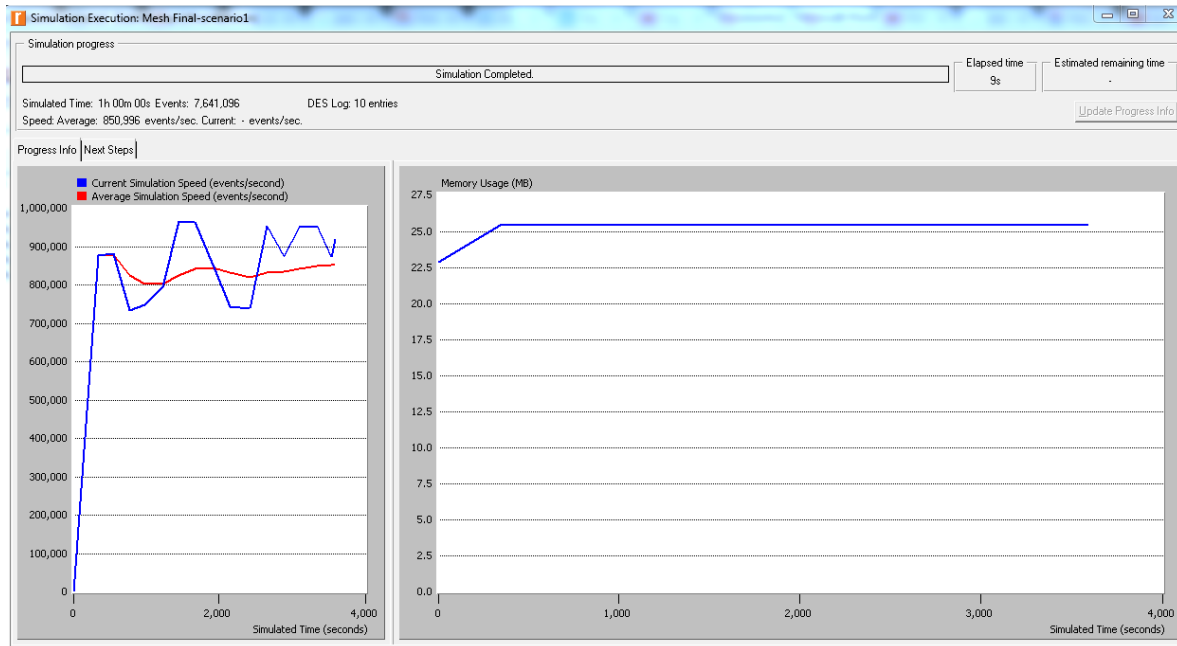


Imagen 17 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Posteriormente se entran a revisar las estadísticas globales tanto en la red wireless como en el servidor HTTP, verificar la imagen 18 y la imagen 19.

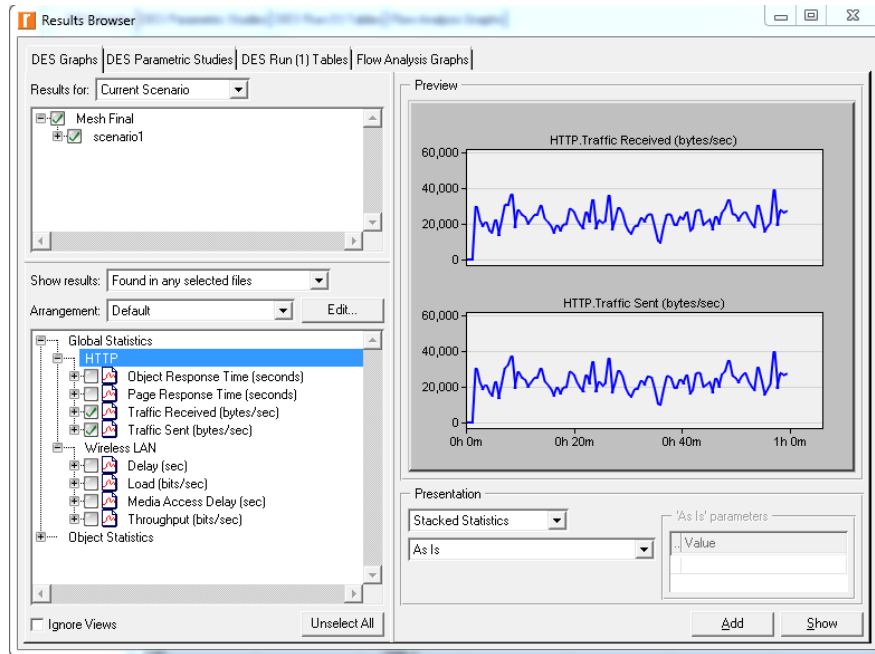


Imagen 18 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

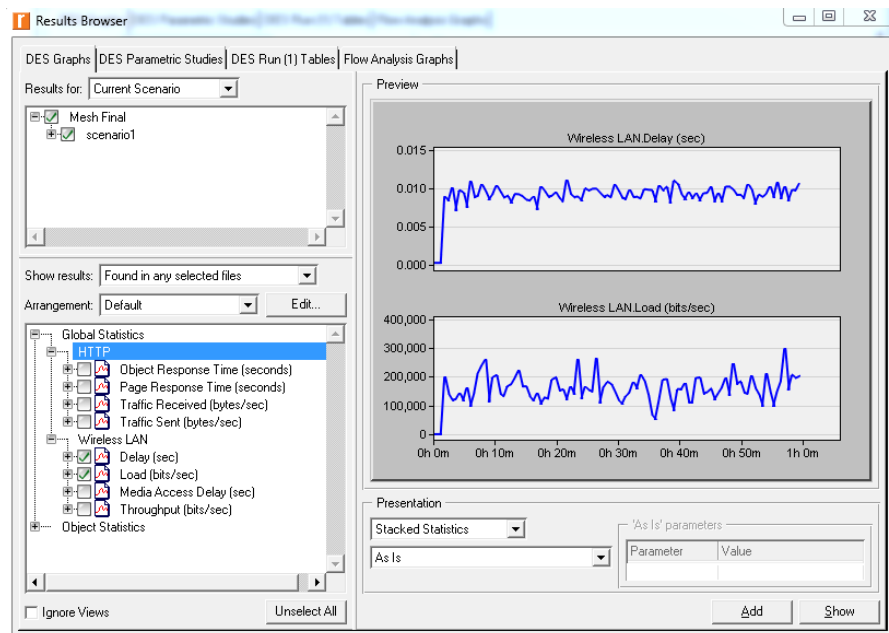


Imagen 19 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Seguido se puede apreciar como hay tráfico entre los usuarios de la red como se puede apreciar en la imagen 20, imagen 21, imagen 22 y la imagen 23.

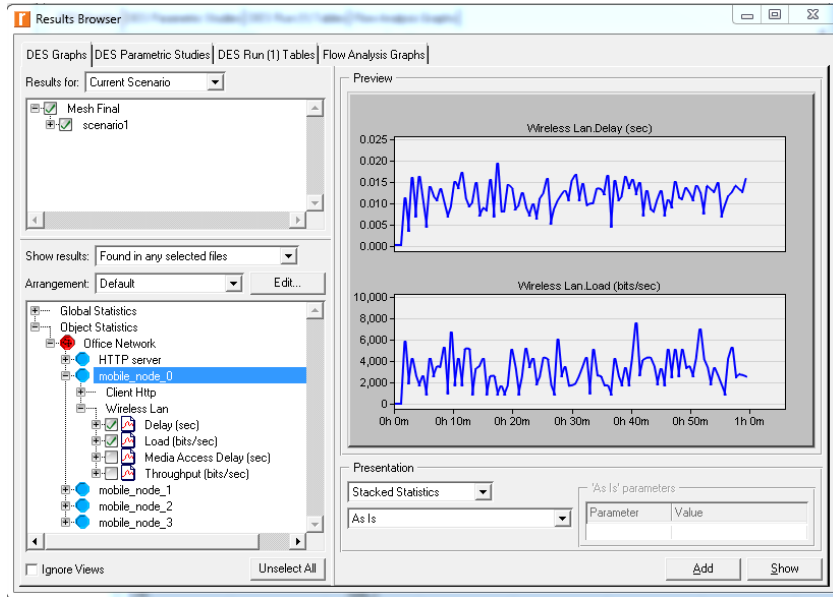


Imagen 20 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

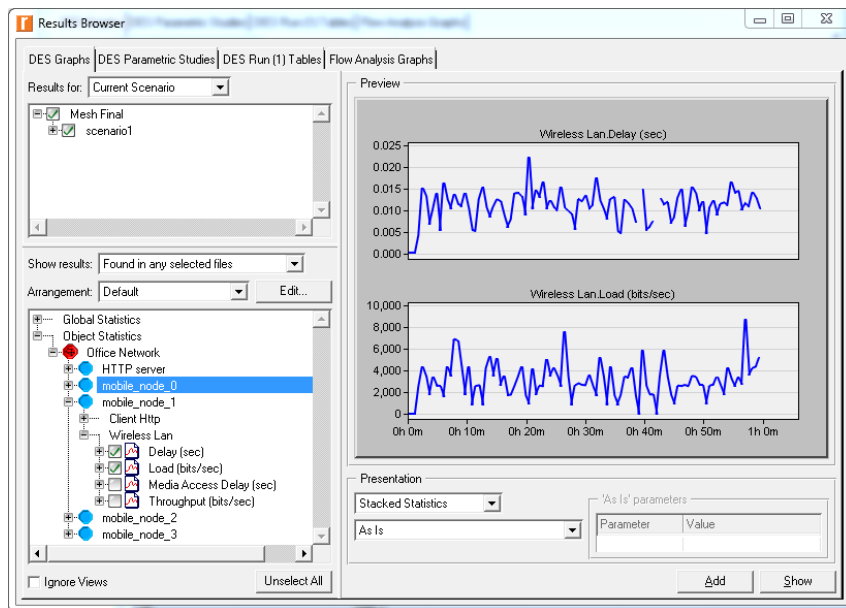


Imagen 21 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

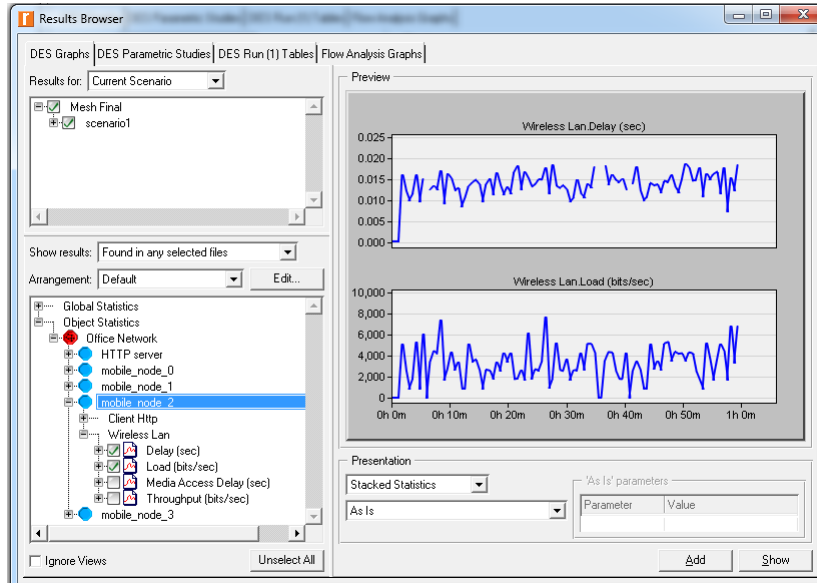


Imagen 22 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

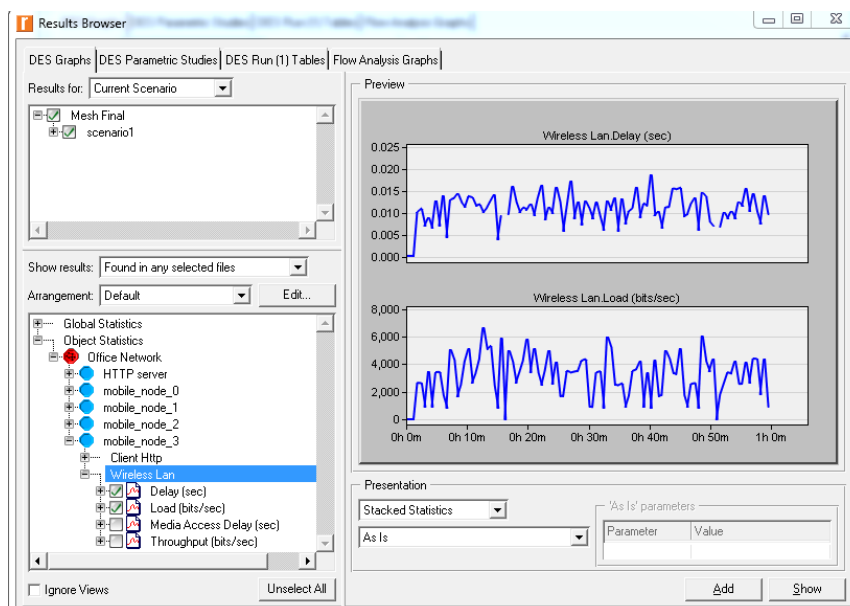


Imagen 23 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Y la descarga de paquetes desde el servidor HTTP como se ve en la imagen 24 y 25.

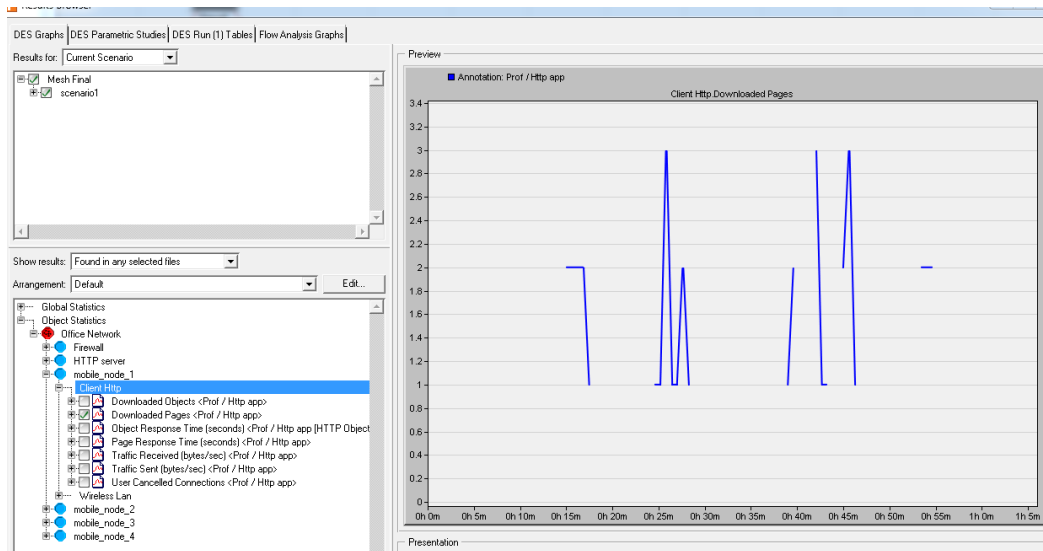


Imagen 24 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

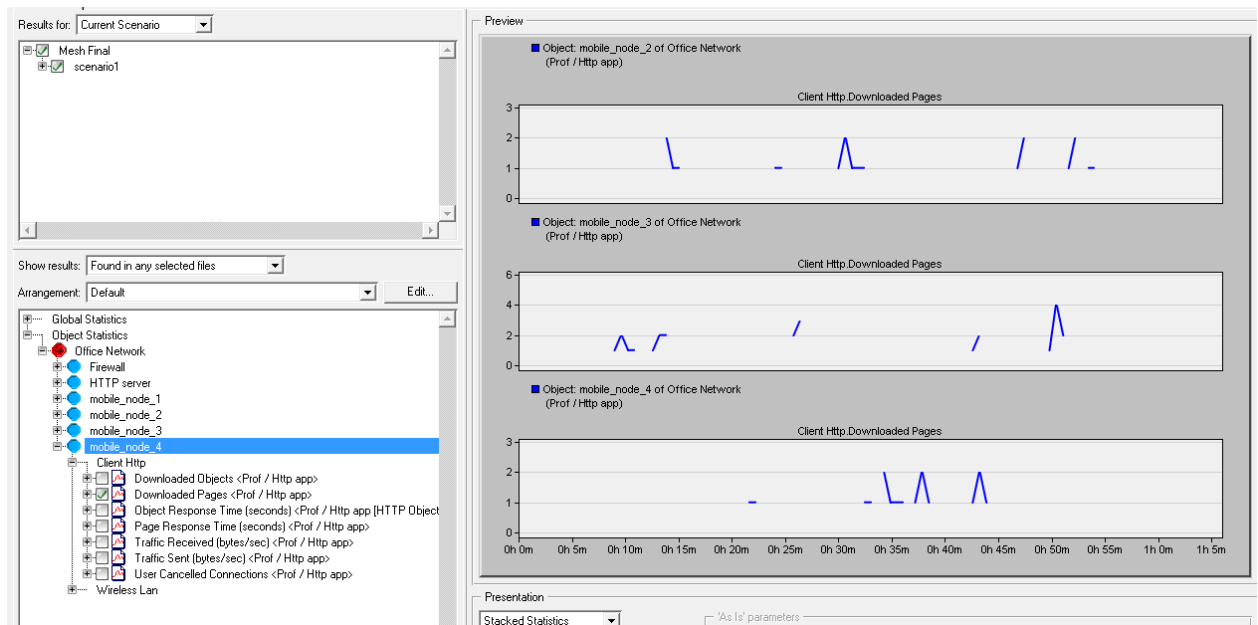


Imagen 25 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Finalmente se procede a incluir las tablas de enrutamiento con su respectiva información la cual el simulador deja exportar mostrando el protocolo usado para el enrutamiento, se puede ver reflejado que cada nodo puede alcanzar su nodo vecino el cual está dentro de su alcance. Se podrá visualizar en la imagen 26, 27, 28, y 29.

	Destination	Source Protocol	Route Preference	Metric	Next Hop Address	Next Hop Node	Outgoing Interface	Outgoing LSP	Insertion Time (secs)
1	192.0.0.0/30	Direct	0	0	192.0.0.2	Office Network.Node A	IF0	N/A	0.000
2	192.0.0.4/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.1	Office Network.Gateway	IF0	N/A	69.712
3	192.0.0.8/30	Direct	0	0	192.0.0.10	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	0.000
4	192.0.0.12/30	Direct	0	0	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF3	N/A	0.000
5	192.0.0.24/30	Direct	0	0	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	0.000
6	192.0.0.32/30	Direct	0	0	192.0.0.33	Office Network.Node A	IF1	N/A	0.000
7	192.0.0.36/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.26	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	69.712
8	192.0.0.40/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.9	Office Network.Node C	new_IF1	N/A	69.712
9	192.0.0.44/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.14	Office Network.Node D	new_IF3	N/A	69.712
10	192.0.1.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.0.14	Office Network.Node D	new_IF3	N/A	69.712
11		OSPF 1	110	2	192.0.0.9	Office Network.Node C	new_IF1	N/A	69.712
12	192.0.2.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.0.26	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	69.712
13		OSPF 1	110	2	192.0.0.9	Office Network.Node C	new_IF1	N/A	69.712
14	192.0.3.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.0.14	Office Network.Node D	new_IF3	N/A	69.712
15		OSPF 1	110	2	192.0.0.26	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	69.712
16									
17	Gateway of last resort is not set								
18									

Imagen 26 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

	Destination	Source Protocol	Route Preference	Metric	Next Hop Address	Next Hop Node	Outgoing Interface	Outgoing LSP	Insertion Time (secs)
1	192.0.0.0/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	67.099
2	192.0.0.4/30	OSPF 1	110	3	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	67.099
3	192.0.0.8/30	OSPF 1	110	2	192.0.2.1	Office Network.Node C	new_IF2	N/A	67.099
4		OSPF 1	110	2	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	67.099
5	192.0.0.12/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	67.099
6		OSPF 1	110	2	192.0.3.1	Office Network.Node D	IF0	N/A	67.099
7	192.0.0.24/30	Direct	0	0	192.0.0.26	Office Network.Node B	new_IF1	N/A	0.000
8	192.0.0.32/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.25	Office Network.Node A	new_IF1	N/A	67.099
9	192.0.0.36/30	Direct	0	0	192.0.0.38	Office Network.Node B	IF1	N/A	0.000
10	192.0.0.40/30	OSPF 1	110	11	192.0.2.1	Office Network.Node C	new_IF2	N/A	67.099
11	192.0.0.44/30	OSPF 1	110	11	192.0.3.1	Office Network.Node D	IF0	N/A	67.099
12	192.0.1.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.2.1	Office Network.Node C	new_IF2	N/A	67.099
13		OSPF 1	110	2	192.0.3.1	Office Network.Node D	IF0	N/A	67.099
14	192.0.2.0/24	Direct	0	0	192.0.2.2	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	0.000
15	192.0.3.0/24	Direct	0	0	192.0.3.2	Office Network.Node B	IF0	N/A	0.000
16									
17	Gateway of last resort is not set								
18									

Imagen 27 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

	Destination	Source Protocol	Route Preference	Metric	Next Hop Address	Next Hop Node	Outgoing Interface	Outgoing LSP	Insertion Time (secs)
1	192.0.0.0/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.10	Office Network.Node A	IF0	N/A	68.154
2	192.0.0.4/30	OSPF 1	110	3	192.0.0.10	Office Network.Node A	IF0	N/A	68.154
3	192.0.0.8/30	Direct	0	0	192.0.0.9	Office Network.Node C	IF0	N/A	0.000
4	192.0.0.12/30	OSPF 1	110	2	192.0.1.2	Office Network.Node B	new_IF1	N/A	68.154
5		OSPF 1	110	2	192.0.0.10	Office Network.Node A	IF0	N/A	68.154
6	192.0.0.24/30	OSPF 1	110	2	192.0.2.2	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	68.154
7		OSPF 1	110	2	192.0.0.10	Office Network.Node A	IF0	N/A	68.154
8	192.0.0.32/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.10	Office Network.Node A	IF0	N/A	68.154
9	192.0.0.36/30	OSPF 1	110	11	192.0.2.2	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	68.154
10	192.0.0.40/30	Direct	0	0	192.0.0.41	Office Network.Node C	IF1	N/A	0.000
11	192.0.0.44/30	OSPF 1	110	11	192.0.1.2	Office Network.Node D	new_IF1	N/A	68.154
12	192.0.1.0/24	Direct	0	0	192.0.1.1	Office Network.Node C	new_IF1	N/A	0.000
13	192.0.2.0/24	Direct	0	0	192.0.2.1	Office Network.Node C	new_IF2	N/A	0.000
14	192.0.3.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.2.2	Office Network.Node B	new_IF2	N/A	68.154
15		OSPF 1	110	2	192.0.1.2	Office Network.Node D	new_IF1	N/A	68.154
16									
17	Gateway of last resort is not set								
18									

Imagen 28 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

	Destination	Source Protocol	Route Preference	Metric	Next Hop Address	Next Hop Node	Outgoing Interface	Outgoing LSP	Insertion Time (secs)
1	192.0.0.0/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	66.187
2	192.0.0.4/30	OSPF 1	110	3	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	66.187
3	192.0.0.8/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	66.187
4		OSPF 1	110	2	192.0.1.1	Office Network.Node C	IF0	N/A	66.187
5	192.0.0.12/30	Direct	0	0	192.0.0.14	Office Network.Node D	new_IF2	N/A	0.000
6	192.0.0.24/30	OSPF 1	110	2	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	66.187
7		OSPF 1	110	2	192.0.3.2	Office Network.Node B	new_IF1	N/A	66.187
8	192.0.0.32/30	OSPF 1	110	11	192.0.0.13	Office Network.Node A	new_IF2	N/A	66.187
9	192.0.0.36/30	OSPF 1	110	11	192.0.3.2	Office Network.Node B	new_IF1	N/A	66.187
10	192.0.0.40/30	OSPF 1	110	11	192.0.1.1	Office Network.Node C	IF0	N/A	66.187
11	192.0.0.44/30	Direct	0	0	192.0.0.45	Office Network.Node D	IF1	N/A	0.000
12	192.0.1.0/24	Direct	0	0	192.0.1.2	Office Network.Node D	IF0	N/A	0.000
13	192.0.2.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.3.2	Office Network.Node B	new_IF1	N/A	66.187
14	192.0.3.0/24	OSPF 1	110	2	192.0.1.1	Office Network.Node C	IF0	N/A	66.187
15	192.0.3.0/24	Direct	0	0	192.0.3.1	Office Network.Node D	new_IF1	N/A	0.000
16									
17	Gateway of last resort is not set								
18									

Imagen 29 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Finalmente se procede a verificar el Firewall el cual deja pasar información ya que por defecto tiene configurado el puerto 80 por donde pasan todos los paquetes y peticiones hacia el servidor HTTP brindando seguridad a la red tal como se puede apreciar en la imagen 30.

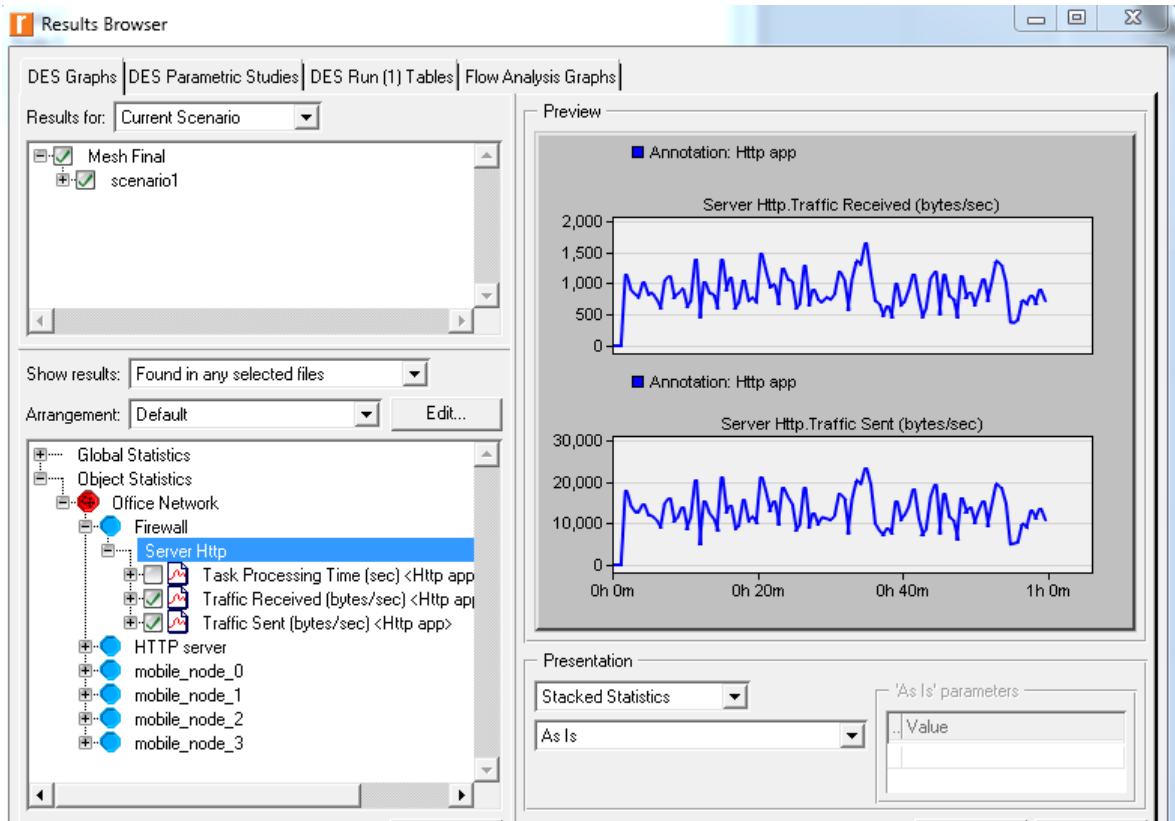


Imagen 30 del proyecto Mesh Final en Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, tomada el 20 de Enero, 2016.

Conclusiones

- ❖ A partir del desarrollo del proyecto se ha podido comprobar que en el diseño de una red se deben tener en cuenta muchas variables que pueden influir positiva o negativamente en donde todo depende de un buen análisis, estudio y diseño de la red para su implementación final.
- ❖ Es muy importante mantener la disponibilidad en cualquier red ya que el servicio es lo más importante y no se puede dejar al usuario final si este.
- ❖ Se lograron establecer los requerimientos iniciales de una red tipo Mesh para su futura implementación.

- ❖ Se logró capturar tráfico de la red simulando los datos de una implementación en un entorno real identificando el comportamiento de la red y su posible alcance.
- ❖ La red Mesh es muy útil para implementaciones de red en universidades, centros comerciales, zonas rurales, barrios, etc ya que su costo de implementación es muy bajo, es fácil de administrar y brinda un servicio comunitario muy importante para zonas donde actualmente no hay cobertura de internet por su difícil acceso para una posible implementación.

Bibliografía

- **13_ES_REDES-MESH_GUIA_V01.PDF**

En el texto: (13_es_redes-mesh_guia_v01.pdf, 2007)

Bibliografía: 13_es_redes-mesh_guia_v01.pdf. (2007). 1st ed. [ebook] Sebastian Büttrich, pp.5, 7, 8, 9, 15. Available at: http://it46.se/courses/wireless/materials/es/13_Redex-Mesh/13_es_redes-mesh_guia_v01.pdf [Accessed 25 Jan. 2017].

- **CISCO PACKET TRACER - NETWORKING ACADEMY**

En el texto: (Netacad.com, 2017)

Bibliografía: Netacad.com. (2017). *Cisco Packet Tracer - Networking Academy*. [online] Available at: <https://www.netacad.com/es/web/about-us/cisco-packet-tracer> [Accessed 25 Jan. 2017].

- **DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN UNA RED - TRABAJOS FINALES - ARIELNEF**

En el texto: (Buenas Tareas, 2017)

Bibliografía: Buenas Tareas. (2017). *Dispositivos De Seguridad En Una Red - Trabajos finales - Arielnef*. [online] Available at: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Dispositivos-De-Seguridad-En-Una-Red/5493697.html>

- **FREIFUNK BERLIN**

En el texto: (Berlin.freifunk.net, 2017)

Bibliografía: Berlin.freifunk.net. (2017). *Freifunk Berlin*. [online] Available at: <https://berlin.freifunk.net/> [Accessed 25 Jan. 2017].

- **INTRODUCCION A LAS REDES LIBRES Y A BOGOTA MESH**

En el texto: (Es.slideshare.net, 2017)

Bibliografía: Es.slideshare.net. (2017). *Introduccion a las Redes Libres y a Bogota Mesh*. [online] Available at: <http://es.slideshare.net/BogotaMesh/introduccion-a-las-redes-libres-y-a-bogota-mesh> [Accessed 25 Jan. 2017].

- **NACION, L.**

QuintanaLibre: así es el proyecto que lleva Internet a zonas del país sin conexión

En el texto: (NACION, 2017)

Bibliografía: NACION, L. (2017). *QuintanaLibre: así es el proyecto que lleva Internet a zonas del país sin conexión*. [online] Lanacion.com.ar. Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1836747-quintanalibre-asi-es-el-proyecto-que-lleva-internet-a-zonas-del-pais-sin-conexion> [Accessed 25 Jan. 2017].

- **OPNET TECHNOLOGIES – NETWORK SIMULATOR | RIVERBED**

En el texto: (Riverbed, 2017)

Bibliografía: Riverbed. (2017). *OPNET Technologies – Network Simulator | Riverbed*. [online] Available at: <https://www.riverbed.com/products/steelcentral/opnet.html?redirect=opnet> [Accessed 25 Jan. 2017].

- **RADIO, C.**

Redes inalámbricas comunitarias están desarrollándose en Bogotá

En el texto: (Radio, 2017)

Bibliografía: Radio, C. (2017). *Redes inalámbricas comunitarias están desarrollándose en Bogotá*. [online] Caracol Radio. Available at: http://caracol.com.co/radio/2011/03/01/tecnologia/1298997120_433166.html [Accessed 25 Jan. 2017].

- **RED INALÁMBRICA MESH - ECURED**

En el texto: (Ecured.cu, 2017)

Bibliografía: Ecured.cu. (2017). *Red inalámbrica Mesh - EcuRed*. [online] Available at: https://www.ecured.cu/Red_inal%C3%A1mbrica_Mesh [Accessed 25 Jan. 2017].

- **REDES DE COMPUTADORAS**

En el texto: (Econ.uba.ar, 2017)

Bibliografía: Econ.uba.ar. (2017). *Redes de Computadoras*. [online] Available at: http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/sistemas/plan97/tecn_informac/briano/seoane/tp/yquiuro/rede_s.htm [Accessed 25 Jan. 2017].