

Análisis de Comparación y Desempeño en Redes WLAN Utilizando los Protocolos IEEE 802.11b y 802.11g

José L. Alvarez-Flores

Nicandro Farias-Mendoza

Leonel Soriano-Equigua

alvarez_jose@ucol.mx, nmendoza@ucol.mx, lsoriano@ucol.mx

FIME - Universidad de Colima

Colima, Colima, 28000, México.

RESUMEN :

En la actualidad se pueden distinguir las redes inalámbricas como uno de los avances mas notables en el mundo de la computación para poder romper el cordón umbilical del que anteriormente se dependía para lograr establecer una conexión con el fin de compartir información y/o datos.

Para lograr la conexión es necesario establecer en primer lugar el tipo de protocolo a utilizar, para lo cual el mercado ha comenzado a llenar con las diferentes posibilidades para establecer la comunicación y ha dado lugar a diversos estándares. Entre ellos esta los reconocidos por la IEEE que son de la familia 802.11x.

En este trabajo se utilizaron dos estándares; 802.11b y 802.11g, para conocer las ventajas de ellos, determinar la distancia, establecer procedimientos para lograr mediciones y determinar cual estándar pudiese funcionar mejor con la infraestructura física en el área a cubrir por la radiación de la señal inalámbrica.

Palabras Claves: WI FI, WLAN, 802.11b, 802.11g, Desempeño.

1. INTRODUCCIÓN.

Es deprimente el observar como hay personas que olvidan la historia y en algún momento de sus actividades personales/profesionales son condenados a repetirla. Cuando los teléfonos inalámbricos y los teléfonos celulares análogos entraron en el mercado, fue un BOOM para las comunicaciones debido a que podrían romper la barrera de los cables y entrar entonces en una etapa de movilidad que aunque limitada, se podría desplazarse en un área de cobertura limitada.

A partir del invento de las comunicaciones inalámbricas de voz, se vio la necesidad de tener comunicación de datos de la misma forma; sin tener que depender de una conexión física.

La Historia de las comunicaciones inalámbricas se remonta atrás aproximadamente cincuenta años, durante la segunda guerra mundial, cuando por primera vez el ejercito de los estados unidos utilizo señales de radio para la transmisión de datos. Desarrollando así la primera tecnología para transmisión de datos de manera inalámbrica.

Esta tecnología inspiro a un grupo de investigadores de la Universidad de Hawai en el año de 1971 a crear la primera red de comunicaciones basadas en paquetes de datos distribuidos vía radio. ALOHANET, como fue conocido fue esencialmente de las primeras redes inalámbricas de cobertura local (WLAN). La primera WLAN consistía en siete

computadoras que se comunicaban de manera Bi-Direccional en una topología en estrella.

Mientras que las redes cableadas tenían dominado al mundo, en los últimos años se registro un incremento vertiginoso en la utilización de las tecnologías inalámbricas. Esto puede ser comprobado en círculos académicos (Universidades), Hospitales, Empresas, etc. Todo mientras la tecnología ha ido mejorando para hacer cada vez mas fácil y accesible la conectividad al bajar sus costos.

Trabajos relacionados.

En la literatura actual nos podemos encontrar con un sinnúmero de artículos y bibliografía relacionada al tema de las redes inalámbricas con los protocolos 802.11x, dentro de los comparativos mas importantes se puede hablar de Comparing 802.11a, b, and g: Channels and Interference, de la revista QUE [<http://www.quepublishing.com/articles/article.asp?p=413459&rl=1#addComment>] donde hacen una comparación entre los principales protocolos de las redes inalámbricas, aquí nos hablan de manera teórica de cómo están organizados los canales para la transmisión de estos estándares, y los compara entre ellos, mas sin embargo nunca hacen una aplicación practica o demuestran el comportamiento real In Situ.

Jim Geier, un experto en Wi-Fi escribe en Abril del 2002 un texto titulado Making the Choice: 802.11a or 802.11g [1] una comparación entre dos protocolos que trabajan en 5.2GHz. En Marzo del 2005 escribí un documento que lleva como nombre: Be Wary Of Potential FHSS Interference acerca del potencial de los protocolos inalámbricos y hace un énfasis en los diferentes tipos de modulación que se utilizan; mas sin embargo no realiza ninguna comparación entre ellos.

El trabajo de comparación entre protocolos que se logro encontrar mas completo fue el de Raheel Afzal Khan con titulo Comparison of IEEE 802.11a and IEEE 802.11b With IEEE 802.11g; en su trabajo de investigación compara los tres protocolos en diferentes ámbitos como numero de canales, velocidad de transmisión, técnicas de modulación, rango, densidad, compatibilidad, numero de usuarios por AP y costos. El único detalle que las comparaciones son teóricas con los datos proporcionados por el fabricante[2].

Descripción del problema.

En la actualidad; es imposible prescindir de las Tecnologías de Información para la aplicación en el quehacer diario de una persona o empresa moderna ya que de no hacerlo se caería en la negación de nuestros propios avances y ello conlleva a que nuestro mismo trabajo se volviera obsoleto y lento en la transferencia de información para con nuestros compañeros de la vida cotidiana o del propio ámbito

laboral/estudiantil, es por ello que la conectividad es un argumento que en nuestros días; en caso de saberlo aplicar y aprovechar eficientemente puede ser una herramienta inapreciable; en caso de ignorar las aplicaciones de ella puede presentarse como nuestro peor enemigo ya que puede provocar errores y demoras en la comunicación con nuestros semejantes.

Aunado a la conectividad también se presenta otro factor extremadamente importante que nos involucra mucho en este ámbito como lo es la movilidad; ya que conlleva a que el usuario pueda estar en movimiento en un área geográfica previamente estimada y al mismo tiempo el poder ofrecer a los usuarios conectividad y movilidad en un solo servicio incrementa valiosamente la productividad en cualquier empresa o negocio.

Hipótesis.

Para nuestro trabajo tomamos como modelo la red inalámbrica de la Universidad de Colima exclusivamente en el área de el Bachillerato Técnico No. 2, en donde se enlaza la red por medio de el protocolo IEEE 802.11b [3] con un radio al centro del edificio con una antena Omni direccional.

Se pretende determinar cual protocolo puede ser mas util para incrementar la calidad de servicio a los usuarios de la WLAN [5], por lo tanto se propone utilizar el protocolo actual y realizar algunas comparaciones con otro funcionando en la misma frecuencia, con la misma potencia pero con instrumentos de modulación diferentes y corroborar cual de los dos pudiera ser mas útil en esa área en específico [4].

Al culminar este trabajo de investigación se pretende tener como resultados el total de mediciones de radiación producida por el AP, así como los valores en cada punto de el área de estudio con un error de +5 metros, poder determinar los mapas de cobertura global con los dos protocolos y así lograr la comparación entre ellos para conocer de manera eficiente cual protocolo tiene mejor desempeño en el Bachillerato Técnico No. 2 de la Universidad de Colima.

Objetivos.

En este trabajo se realiza la comparación entre dos protocolos internacionales avalados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en ingles de Institute of Engineers Electric and Electronic) que se encuentran en boga en la actualidad como lo son el 802.11b y 802.11g; esto con la finalidad de poder determinar cual de ellos puede tener mejor aceptación dentro de los muros de la Universidad de Colima en cuanto a desempeño en el acceso de los usuarios, penetración de la señal en los edificios administrativos, académicos, deportivos y de servicios de la misma dependencia; para ello se ha realizado un análisis extenuante en la comparación y el desempeño tomando como base una de las escuelas con este servicio, el Bachillerato Técnico No. 1, 2 y 3; el cual esta ubicado en la ciudad de colima entre las Av. Universidad y Av. Camino Real en el campus central de nuestra casa de estudios.

2. DSSS.

Aunque el ancho de banda (BW) es una variable muy importante en los sistemas de comunicaciones inalámbricos, el incrementar el BW en una señal a transmitir puede mejorar el rendimiento en algunas ocasiones. La

técnica de SPREAD SPECTRUM es un procedimiento que incrementa el BW de una señal a transmitir mas allá del mínimo necesario para las comunicaciones de datos.

Existen muchas razones para hacer esto, la técnica SS puede esconder una señal por debajo de los niveles mínimos del ruido haciendo muy difícil interceptarla por agentes extraños a ella.

El SS también disminuye el rendimiento debido a la degradación producida por el ISI y a la interferencia de anchos de banda estrechos. En unión con un receptor RAKE, el espectro esparcido puede ofrecer una combinación coherente con una recepción de señales proveniente de diferentes radiaciones mejor conocida como multi path. SS también permite múltiples usuarios para compartir el mismo espectro con el mismo ancho de banda, desde que las espectros de las señales a transmitir pueden quedar encimados uno sobre otro y remodulados con un mínimo de interferencia entre ellos. Finalmente, el ancho de banda amplio de señales en spread spectrum es muy útil para la adquisición de localización y muestreo.

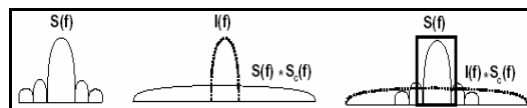


Figura 1 Rechazo de interferencia con bandas estrechas utilizando DSSS. a)señal modulada, b) entrada del receptor, c) señal compactada

Como en casi todos los desarrollos tecnológicos, el Spread Spectrum fue desarrollado principalmente para las aplicaciones militares debido a sus propiedades inherentes de esconder la señal esparcida en el espectro en función de la frecuencia por niveles mas bajo de los que presenta el ruido durante una transmisión, su dificultad al tratar de interceptar e interferir por medio de espectros de banda angostos, así como su baja probabilidad de detección e interceptación. Para aplicaciones civiles y comerciales, la característica que impide a las señales de banda angosta interferir en el SS ha hecho que este sistema sea muy utilizado en telefonía inalámbrica.

El rechazo por el ISI y la capacidad de compartir el ancho de banda del espectro esparcido es muy aceptable en diferentes sistemas de telefonía celular y redes locales inalámbricas. Como un resultado, el SS son las leyes básicas para los sistemas de telefonía celulares de 2ª y 3ª generación y redes locales inalámbricas de 2ª generación.

El espectro esparcido es un método de modulación aplicado a señales moduladas de manera digital para incrementar el ancho de banda de las señales transmitidas a un valor mucho más grande que el necesario para transmitir los bits de información de una señal.

Existen diferentes técnicas de señalización que incrementan el ancho de banda a transmitir sobre el mínimo requerido para la transmisión de los datos, por ejemplo modulación por frecuencia y codificación. Sin embargo estas técnicas no caen en la categoría de SS.

Para modular en la técnica del espectro esparcido en frecuencia es necesario cumplir con estas tres propiedades:

- La señal necesita un ancho de banda mucho mas grande que el necesario por la información.
- La modulación por el espectro esparcido es realizada utilizando un CODIGO DE

ESPARCIMIENTO, el cual es independiente de los datos en la señal.

- Para compactar la señal al recibirla es necesario correlacionar la señal con una copia sincronizada del CODIGO DE ESPARCIMIENTO.

Para poder entender estos puntos, es necesario conocer que una modulación digital codifica el flujo de bits de una magnitud finita dentro de una de diferentes posibles señales transmitidas.

3. OFDM.

El Multiplexor por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM por sus siglas en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing) es una práctica de modulación digital multi-portadora para transferir gran cantidad de datos en forma digital utilizando señales de radio. OFDM funciona dividiendo el espectro de radio en múltiples sub-portadoras más pequeñas que después son transmitidas simultáneamente y en forma paralela sobre el mismo medio a diferentes frecuencias hacia el receptor, lo que proporciona mayor seguridad a la transmisión de datos en redes inalámbricas; debido a que ello conlleva a percibir más difícil la información al momento de que esta pudiera llegar a ser espiada.

Entre las características principales de OFDM estriba la de que este tipo de modulación distribuye los datos sobre un gran número de portadoras que están espaciadas a frecuencias precisas. Este espaciamiento otorga la ortogonalidad en ésta técnica; lo cual evita que los demoduladores puedan detectar cualquier tipo diferente de frecuencias que no sean las suyas.

Conceptos de OFDM.

La expresión comunicaciones digitales en su forma básica es el mapeo de información digital dentro de una forma de onda llamada señal portadora, la cual es un pulso u onda electromagnética transmitida a una frecuencia base constante de alternación en la que la información puede ser impuesta incrementando la intensidad de la señal, variando la frecuencia base, variando la fase de onda, u otros métodos. En este ejemplo, la ortogonalidad es una implicación de una relación fija y definitiva entre todas las portadoras en la colección. Multiplexación es el proceso de enviar múltiples señales o cadenas de información en una onda al mismo tiempo en la forma de una portadora individual y luego recuperar las señales separadas recibidas al final.

Modulación es la adición de información a una señal portadora electrónica u óptica. La modulación puede ser aplicada a corriente directa (principalmente encendiendo y apagando), corriente alterna, y a señales ópticas. Podemos pensar en una manta ondeando como una forma de modulación usada en la transmisión de señales de humo (la portadora siendo una oleada constante de humo). En telecomunicaciones en general, un canal es una ruta separada a través de la cual las señales pueden fluir. En la transmisión de fibra óptica usando multiplexación por división de densidad de longitud de onda, un canal es una longitud de onda de luz separada dentro de un torrente de luz combinado y multiplexado.

Principios de OFDM

La tecnología OFDM se utilizó primeramente en las décadas de 1960 y 1970 durante la investigación para

minimizar la Interferencia entre Símbolos, o ISI, debido a la multitrayectoria. OFDM es una forma especial de Modulación Multiportadora con subportadoras espaciadas densamente con espectro traslapado, así permitiendo múltiple acceso. Modulación Multiportadora es el principio de transmisión de datos por división del canal en varios canales, cada uno de los cuales tienen una velocidad de bits más baja, y usando éstos subcanales para modular varias portadoras. Ésta técnica está siendo investigada como el esquema de transmisión de la siguiente generación para redes de comunicación inalámbricas móviles. El múltiple acceso es un esquema de transmisión donde varios usuarios simultáneos pueden usar el mismo ancho de banda fijo. Algunos otros esquemas son Time Division Multiple Access (TDMA), Frequency Division Multiple Access (FDMA) y Code Division Multiple Access (CDMA)[6].

Transformada de Fourier

En la década de 1960, la aplicación de OFDM no fue muy práctica. Esto fue porque en aquel tiempo, varios bancos de osciladores fueron necesitados para generar las frecuencias portadoras necesarias para transmisión de subcanales. Dado que esto resultó difícil de realizar durante ese periodo de tiempo, el esquema se consideró como no viable.

Sin embargo, la llegada de la Transformada de Fourier eliminó la complejidad inicial del esquema de OFDM donde las frecuencias relacionadas armónicamente generadas por las Transformadas de Fourier e Inversa de Fourier se usan para implementar sistemas OFDM. La Transformada de Fourier se usa en el análisis de sistemas lineales, estudios de antenas, modelado de procesos aleatorios, teoría de probabilidad, física cuántica, y problemas de valor-límite, y se ha aplicado exitosamente en la restauración de datos astronómicos.

La Transformada de Fourier, en esencia, descompone o separa una forma de onda o función en sinusoides de diferentes frecuencias que se suman a la forma de onda original. Esto identifica o distingue las diferentes sinusoides de frecuencia y sus respectivas amplitudes.

La Transformada de Fourier de $f(x)$ se define como:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-j\omega x} dx \quad \dots (1)$$

y su inversa se denota por:

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{j\omega x} d\omega \quad \dots (2)$$

La transformada de Fourier nos permite relacionar eventos en el dominio del tiempo a eventos en el dominio de la frecuencia. Hay varias versiones de la Transformada de Fourier, y la elección de cual usar depende de las circunstancias particulares del trabajo.

La transformada convencional relaciona a señales continuas que no están limitadas en el dominio del tiempo ni en el de la frecuencia. Sin embargo, el procesado de señales se hace más fácil si éstas son muestreadas. El muestreo de señales con un espectro infinito nos lleva al aliasing (traslape espectral), y el procesado de señales que no son limitadas en tiempo, puede conducirnos a problemas con espacio de almacenamiento.

Para evitar esto, la mayoría de los procesados de señal usan una versión de la Transformada Discreta de Fourier (DFT). La DFT es una variante de la transformada normal en la cual las señales se muestrean en ambos dominios, tiempo y frecuencia. Por definición, la forma de onda en el tiempo debe repetirse continuamente, y esto nos conduce a un espectro de frecuencia que se repite continuamente en el dominio de la frecuencia.

La era digital forzó un cambio sobre la forma tradicional de la Transformada de Fourier para abarcar los valores discretos que existen en todos los sistemas digitales. La serie modificada fue la Transformada de Fourier Discreta (DFT). La DFT de un sistema de tiempo discreto $x(n)$, se define como:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} \quad 1 \leq k \leq N \dots (3)$$

y su inversa asociada se denota por:

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{j\frac{2\pi}{N}kn} \quad 1 \leq n \leq N \dots (4)$$

Sin embargo, en OFDM, se usa otra forma de DFT, llamada Transformada Rápida de Fourier (FFT), la cual es un algoritmo DFT descubierto en 1965. Esta "nueva" transformada reduce el número de cálculos en el orden de:

$$N^2 \text{ a } \frac{N}{2} \log_2 N \dots (5)$$

La Transformada Rápida de Fourier es meramente un método matemático para aplicaciones de computadora de DFT. Es la accesibilidad de ésta técnica, y la tecnología que permite que sean implementados en circuitos integrados a un razonable precio, las que han permitido a OFDM ser desarrollado tan lejos como actualmente se ha visto [7].

Portadoras OFDM

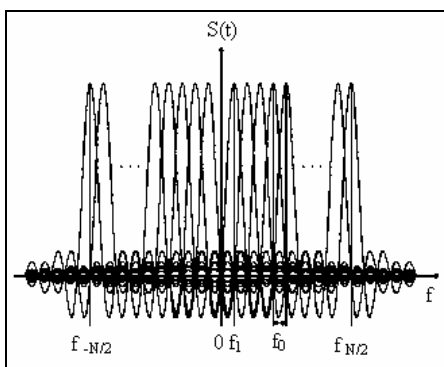


Figura 2 Sub portadoras OFDM en el dominio de la frecuencia.

Como ya se mencionó, OFDM es una forma especial de Modulación Multiportadora y las formas de onda OFDM en el dominio del tiempo se eligen como la ortogonalidad es asegurada, aún cuando el espectro de subportadora esté traslapado. Con respecto a OFDM, se puede declarar que la ortogonalidad es una implicación de una relación definida entre todas las portadoras en la colección. Esto significa que cada portadora se posiciona como ocurre en el punto de frecuencia de energía cero de todas las otras

portadoras. A continuación se presenta en la Figura 7 el espectro de OFDM y se puede observar que está traslapado.

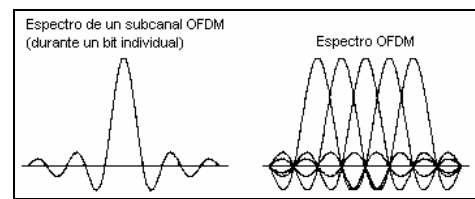


Figura 3 Ejemplos de espectros OFDM (a) un subcanal individual, (b) 5 portadoras en la frecuencia central de cada subcanal, no hay interferencias de otros subcanales.

4. ESTANDAR IEEE

Los estándares son conjuntos de reglas proporcionados por alguna entidad que define para que cualquier persona que intente hacer uso; pueda y deba acoplarse con cualquier otra persona que este utilizando el mismo mecanismo por lo que IEEE decidió crear el conjunto de reglas para la inter-conectividad en el aspecto inalámbrico con redes de área local a los cuales les dio el nombre de 802.11.

Sopa de Letras

En la actualidad IEEE ha definido una gran variedad de estándares para las redes locales inalámbricas pero para esta investigación únicamente nos centramos en A, B y G para observar y comparar las ventajas de cada una de ellas; así mismo definiremos el porque se recomienda [8].

Desde la ratificación de las iniciales del estándar 802.11, el grupo de trabajo de 802.11 ha realizado varias revisiones con la ayuda de distintos grupos de tarea. Estos grupos de tarea funcionan dentro de los límites de los grupos de trabajo del 802.11 para mejorar las porciones del estándar 802.11. a cada estándar o revisión se le asigna una letra como a continuación se menciona.

5. ANALISIS Y COMPARACIÓN.

El objetivo principal del presente trabajo es el de comparar la intensidad de la señal de la UCOL-WLAN funcionando bajo dos protocolos diferentes y poder establecer cual de ellos puede ser mas efectivo para el mejor desempeño dentro del campus principal de la Universidad de Colima; para ello se tomo como base el bachillerato Técnico No. 2 como lo muestra la figura 13 en el cual tenemos un área de 150 mts2 con espacios verdes con un follaje denso con cobertura de red inalámbrica IEEE 802.11b.



Figura 4 Imagen Satelital del Bachillerato Técnico No. 2

Procedimiento.

Para lograr la comparación entre los dos protocolos (IEEE 802.11b y 802.11g) fue necesario la implementación de un AP que funcionara con los dos protocolos; esto con el fin de tener el mismo punto de referencia, el mismo radio y la misma antena así mismo descartar pérdidas por conexiones entre el radio y el equipo de red; esto es que se utilizara la misma instalación para poder tener los mismos niveles de atenuación en el cableado y no represente una diferencia significativa entre dos cables diferentes por la atenuación de la señal con respecto a la distancia. Para ello se instalo un radio de la serie Instant Wireless® de la marca LINKSYS® modelo WAP54G cuyas características se detallan en el anexo A. el cual se conecto a la red institucional de la Universidad de Colima en el centro de computo Jorge Portillo del Toro en el Bachillerato Técnico No. 2.

Para hacer comparaciones con la señal y poder determinar cual protocolo funciona mejor en nuestro entorno geográfico; fue necesario establecer un protocolo sobre el tipo y la forma en hacer el levantamiento de las mediciones y así poder establecer un mejor nivel de identificación en el patrón de cobertura de la señal.

El protocolo a seguir para nuestro trabajo de investigación en la comparación de los dos diferentes protocolos de la red WLAN de la Universidad de Colima es como a continuación se describe:

1. Dividir el área en una matriz de puntos de 5x5 mts, como lo muestra la figura 5.
2. Instalar el AP con la antena FUERA del edificio.
3. Realizar mediciones con 802.11g.
4. Realizar mediciones con 802.11b.
5. Instalar el AP con la antena DENTRO del edificio.
6. Realizar mediciones con 802.11g.
7. Realizar mediciones con 802.11b.
8. convertir los datos para la graficación.
9. analizar y comparar los resultados.



Figura 51 Matriz de Puntos en el Área de estudio.

En cada vértice de la matriz se estuvieron tomando muestras de la intensidad de la señal en un promedio de 150 a 200 muestras, el valor promedio obtenido de esas muestras se coloca en cada celda de la matriz en la cual se tomo, para ello se le asigno a cada columna un identificador desde la A hasta la letra S comenzando de izquierda a derecha y para las filas se les asigno un numero comenzando de arriba hacia abajo en orden creciente desde el 1 hasta el 23; con las cuales se cubre en un 100% el total del área correspondiente al plantel académico.

Las mediciones de la intensidad de la señal se llevaron a cabo con el software libre Network Stumbler® ver. 0.4.0 el cual como característica especial proporciona los diferentes AP's de los que detecta señal, el Ruido (Noise) que

se presenta en ese punto del ap especificado, la intensidad de señal (signal) detectada en ese punto medida en dBm, la relación señal – ruido (SNR) que presenta, además de estos datos, el software tiene soporte para la conexión con un receptor de GPS (Global Position System) para proporcionar la longitud y latitud exactas de donde se este desplazando la Terminal móvil con un margen de error dependiendo el receptor de GPS que se instale; para nuestro caso no se tomo en cuenta el sistema de coordenadas espaciales, debido a que no era necesario ubicarlas en el plano real; únicamente se representa en el sistema matricial propuesto en la figura 5.

En las siguientes figuras podemos observar según el gradiente de la escala que el color ROJO representa el mayor nivel de intensidad de la señal radiada por nuestro AP y el color NEGRO representa niveles SIN señal o con una intensidad tal que no se puede realizar una conectividad efectiva y en ocasiones no se puede detectar aun la conexión a la red.

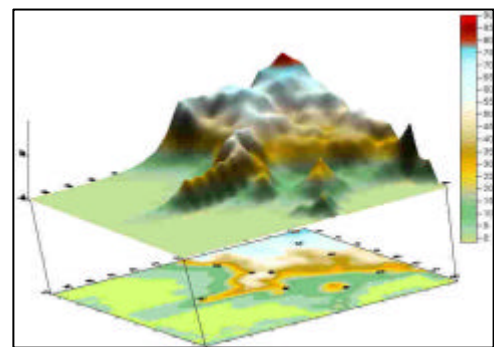


Figura 6 Grafica de intensidad de señal para el protocolo 802.11b

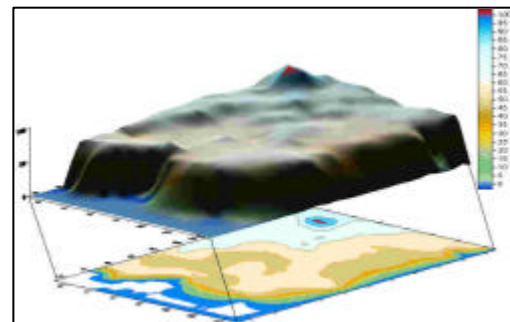


Figura 7 Grafica de intensidad de señal para el protocolo 802.11g.

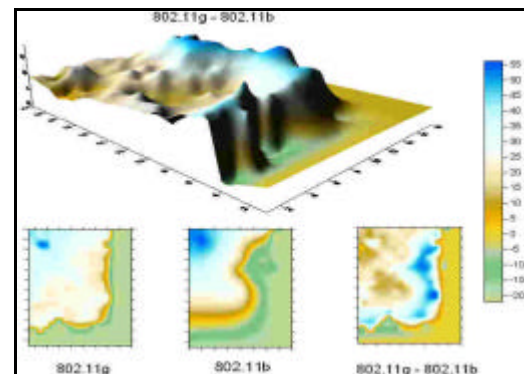


Figura 8 Diferencia de intensidad de señal para los protocolo 802.11b y 802.11g.

6. CONCLUSIONES.

El analizar el desempeño de una comunicación inalámbrica con las carencias que prevalecieron en el trabajo de investigación; fue demasiado exhaustiva debido a que de antemano fuimos caminando a oscuras para lograr un objetivo que nos habíamos propuesto que era el de poder conocer cual protocolo pudiera establecer un punto en el cual el usuario final obtenga un nivel mas alto de calidad de servicio.

En el análisis se trabajo en dos protocolos similares que la única diferencia entre ellos, consiste en el tipo de modulación que el protocolo exige para ambos; y de ahí, que nuestro resultado es semejante al análisis matemático obtenido en el calculo de cada una de los diferentes formatos de comunicación como lo son DSSS para 802.11b y OFDM para 802.11g.

Uno de los principales factores que actúan en el desempeño de la señal en la comunicación de estos dos protocolos es la diferente técnica de propagación de la señal; para 802.11b se utiliza el Espectro Extendido de Secuencia Directa (DSSS) el cual consiste en transmitir en todo el ancho de banda la información de tal modo sea difícil el captar, y obviamente tener para ello un espectro muy amplio para poder transmitir altas cantidades de información.

Cuando el receptor tiene una tasa de error demasiado alta; este comienza a disminuir la complejidad de la técnica de modulación, para 802.11b al momento de transmitir a una velocidad de 11 Mbps. se utiliza CCK de 8 bits y QPSK de 4 bits, para transmitir 5.5 Mbps. es mediante CCK de 4 bits y QPSK de 4 bits, para los 2 Mbps. únicamente la modulación QPSK de 4 bits y en el peor de los casos para cuando se transmita a 1Mbps se utiliza BPSK de 2 bits.

Para el caso de 802.11g el cual utiliza la técnica de propagación de Multiplexion por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) además de las técnicas de modulación que utiliza 802.11b, también se implementan 16-QAM y 64 QAM las cuales dan velocidades de transmisión mucho mas altas que las otorgadas por 802.11b.

Cumplimiento de la hipótesis.

Nuestro trabajo trata de dar a conocer un análisis de la radiación propuesta por los dos protocolos en estudio dado que cada uno con sus diferentes herramientas de modulación producen diferentes caminos para llegar al usuario final y esto en consecuencia provoca que se incremente o se pierda la calidad en el enlace. Se crearon los mapas de cobertura y radiación en el 100% de los casos utilizando un solo cliente, estos mapas cambiaran de acuerdo a las condiciones de uso, de carga de usuarios y condiciones climáticas. Para el trabajo se analizo siempre en condiciones que para el área se pueden considerar normales, en horas que iban de las 16:30 a las 19:00 para lograr tener un punto de referencia. En caso de que se quiera realizar mediciones a otra hora del día y en condiciones de lluvia y/o neblina las mediciones pueden variar y la calidad del servicio en la red también puede verse deteriorada.

Importancia de los resultados obtenidos.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede proponer a la Dirección de Servicios Telemáticos (DIGESET) el realizar una actualización en el protocolo a utilizar en la WLAN de la UCOL, así como el proponer el cambio de la ubicación de la antena en el Bachillerato para que se incremente la calidad.

Recomendaciones para trabajos futuros.

Es necesaria la utilización de herramientas de nivel profesional para la medición de los patrones de radiación, así como el apoyo para las personas que pudieran darle continuidad a este o a otros proyectos de investigación debido a que en ellos se basa el semillero de la ciencia en nuestro país y con ello podemos crecer en calidad académica; también es necesario hacer la aclaración que en este proyecto participaron alumnos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y que los resultados obtenidos es gracias a la ardua labor y la participación entusiasta de ellos ya que están sedientos de conocimientos, esto es el bastión para alcanzar sus metas en la vida académica la cual se encuentran viviendo al momento de escribir este documento.

Al momento de realizar este trabajo de investigación, se propuso como temas para diversos congresos nacionales e internacionales los cuales aceptaron e incluso catalogaron de un muy buen trabajo dentro de las exposiciones brindadas por los autores.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Geier; Jim, "802.11 Alphabet Soup. ", Ene 2005 <<http://www.80211-planet.com/tutorials/article.php/1439551>>
- [2] S. B. Weinstein and P. M. Ebert, "Data transmission by frequency-division multiplexing using the discrete Fourier transform", IEEE Trans. Commun. Technol., vol COM-19, pp. 628-634, Oct. 1971.
- [3] J.L. Alvarez-Flores; N. Farias-Mendoza; C. Montiel; M. Parada; I. Zuazo; R. Buenrostro, "Calidad del Servicio en la Red de Acceso Inalámbrico de la Universidad de Colima Funcionando Bajo el Protocolo IEEE 802.11b"; CONCAPAN, San José Costa Rica, 2004.
- [4] J. G. Proakis, Digital Communications, 3rd edition. New York: McGraw Hill, 1995.
- [5] R. Van Nee, M. Morikura, H. Takanashi "New High-Rate Wireless LAN Standards, IEEE Comm. Magazine, pp. 82-88, Dec. 1999.
- [6] L. J. Cimini, Jr., "Análisis and simulation of a digital mobile channel using orthogonal frequency division multiplexing", IEEE Trans. Commun., vol. COM-33, pp. 665-675, July 1985.
- [7] R. Van Nee and R. Prasad, OFDM for Wireless Multimedia Communications. Boston: Artech House, 2000.
- [8] IEEE, "The 802.11 working group home page.", Dic 2004 <<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>>