

TENDENCIAS DEL ESTÁNDAR 802.11N



**LUÍS MIGUEL PUERTO ÁVILA
YULEIDIS VALDÉS MIRANDA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
CARTAGENA D. T. y C.**

2008

TENDENCIAS DEL ESTÁNDAR 802.11N

**LUÍS MIGUEL PUERTO ÁVILA
YULEIDIS VALDÉS MIRANDA**

**Monografía del Minor de Redes y Telecomunicaciones del Programa de
Ingeniería De Sistemas.**

**ROBERTO MERCADO
Ing. De Sistemas
Tutor**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
CARTAGENA D. T. y C.**

2008

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C. 4 de febrero del 2008

Cartagena de Indias D. T. y C, Febrero del 2008

Señores:

Comité Evaluador

Departamento de Ingeniería de Sistemas

Ciudad

Respetados Señores

Tengo el agrado de presentar a su consideración el trabajo de grado del cual me desempeño como director de la monografía titulada “**TENDENCIAS DEL ESTANDAR 802.11n**” desarrollada por los estudiantes LUIS MIGUEL PUERTO AVILA Y YULEIDIS VALDES MIRANDA, como requisito para obtener el titulo de ingenieros de sistemas.

Atentamente

Roberto Mercado

Cartagena de Indias D. T. y C, Febrero del 2008

Señores:

Comité Evaluador

Departamento de Ingeniería de Sistemas

La Ciudad

Respetados Señores

Con mucha atención nos dirigimos a ustedes para presentar la monografía titulada: **“TENDENCIAS DEL ESTANDAR 802.11n”** para su estudio y evaluación como requisito fundamental para obtener el título de Ingeniero de sistemas.

En espera que esta cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución nos despedimos

Atentamente

Luis Miguel Puerto Avila

Yuleidis Valdes Miranda

AUTORIZACIÓN

Cartagena, D. T. y C., Febrero de 2008.

Yo, **Luis Miguel Puerto Avila**, identificado con cedula ciudadanía N° 73.006.792 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para ser uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el Catalogo Online de la biblioteca.

Luis Miguel Puerto Avila

AUTORIZACIÓN

Cartagena, D. T. y C., Febrero de 2008.

Yo, **Yuleidis Valdes Miranda**, identificada con cedula de ciudadanía N° **45.564.403** de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para ser uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el Catalogo Online de la biblioteca.

Yuleidis Valdes Miranda

DEDICATORIAS

Esta Monografía va dedicada a mi Padre y a mi Madre por el incondicional apoyo, cariño y confianza que depositaron en mí en todo momento. También a ellos por el entorno que me han brindado el cual fue propicio para un excelente desarrollo tanto como persona e intelectual de mis facultades y por siempre pensar en mi futuro.

A todos y cada uno de los profesores que he tenido hasta ahora, por enseñarme e inculcarme el amor al estudio, por sus consejos, paciencia, por los conocimientos transmitidos y por contribuir de una u otra forma a mi formación como profesional.

A mis hermanos por haber compartido conmigo tantos momentos agradables y colaborarme o ayudarme en todo lo que les pedí.

A mis amigos por todos los ratos de regocijo en momentos que algunas veces no eran los mejores, gracias por el tiempo compartido y disfrutado.

A todos aquellos que indirectamente hicieron posible el desarrollo de esta Monografía.

Y por ultimo pero no menos importante a Dios que me ha dado la oportunidad de vivir, y darme suficiente fortaleza espiritual y física para enfrentar los distintos obstáculos que se presentan en la vida.

Yuleidis Valdés Miranda

DEDICATORIAS

Este trabajo de grado va dedicado principalmente a Dios Padre, a quien le doy gracias por darme la vida, salud, una buena familia y por todas las cosas maravillosas que he tenido y que tengo.

También lo dedico a mis padres, quienes con amor han invertido gran parte de sus vidas y esfuerzos en mi formación como persona y como profesional; por haberme brindado un excelente ambiente familiar, por el entorno en que me criaron y por haberme guiado por el mejor de los caminos. Además por su apoyo incondicional, especialmente a mi madre quien siempre ha creído en mis capacidades como estudiante y me ha brindado toda su confianza durante mi carrera.

A mis 3 hermanos con quienes he convivido toda mi vida, pasado momentos inolvidables, y quienes me han brindado un gran apoyo en el transcurso de mi carrera.

Al resto de mis familiares (tíos, primos, abuela), que indirectamente me han ayudado a mi formación profesional, brindándome apoyo cuando lo necesité.

A todos los profesores que hicieron parte de mi formación como profesional, transmitiéndome gran parte de sus conocimientos.

Por último, a todos mis amigos y amigas que he tenido en mi vida y que estuvieron allí presentes en momentos difíciles de mi vida, los cuales me brindaron su apoyo incondicional y me mostraron gran afecto como persona que soy.

Luis Miguel Puerto Avila

AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro mas sincero agradecimiento a las muchas personas que han hecho que este trabajo de grado se llevara a cabo.

Primero y en especial agradecer a nuestros padres, quienes nos han apoyado económicamente en lo que hemos necesitado y han estado pendientes del desarrollo de esta Monografía.

A nuestro tutor Roberto mercado, quien nos supo asesorarnos bien. También a nuestros compañeros y amigos de clases, los cuales siempre estuvieron listos para ayudarnos cuando necesitamos de ellos.

Agradecemos también a los profesores del TECNOLÓGICO DE COMFENALCO, de quienes recibimos gran cantidad de información útil para la realización de esta y quienes siempre estuvieron dispuestos en ayudarnos en todo lo que necesitábamos.

Por ultimo y no menos importante queremos agradecer a la Universidad Tecnológica de Bolívar por brindarnos la oportunidad de poder presentarles este trabajo para optar por nuestro título de Ingenieros de Sistemas. Además agradecerle por todos los recursos que colocaron a nuestra disposición, como sus instalaciones, bibliotecas, hemerotecas, laboratorios, los cuales fueron muy útiles para la realización de esta monografía.

RESUMEN

El estándar 802.11 o WiFi es una familia de especificaciones desarrolladas por la IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) para redes de área locales con tecnología inalámbrica, la cual define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capa física y de enlace de datos).

Este estándar muestra una interfaz entre el cliente y la estación base o entre dos clientes de forma inalámbrica, incluye seis técnicas de transmisión por modulación las cuales utilizan todos los mismos protocolos.

Además del original, el cual data del año 1997 con velocidades de 1 hasta 2 Mbps trabajando en la frecuencia de 2,4 GHz, esta familia ha desarrollado un gran número de estándares como lo son: el 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11h, 802.11i, 802.11e y otros que aun están en evolución, como 802.11r, 802.11s de los que incluso existen productos comerciales pre-estándar hoy día en el mercado.

Actualmente en el mercado los que más se conocen y han sido aprobados hasta ahora son los estándares 802.11b, 802.11g y 802.11a, los cuales están en el mercado con un gran éxito comercial. Las dos primeras en aparecer fueron las denominadas 802.11a y b. Esta última trabaja sobre la banda de los 2,4 GHz y la tasa de transferencia teórica es de 11 Mbps. No obstante, se ve reducida hasta los 6 Mbps en condiciones ideales y hasta los 2 Mbps en un entorno de oficina. En cambio el estándar 802.11a, certificada en 1999, opera en la banda de 5 GHz con una velocidad máxima de 54 Mbps, lo que lo

convierte en un estándar práctico para entornos con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbps. Debido a la incompatibilidad de estos dos estándares y dado que las necesidades del mercado no se veían cubiertas con los teóricos 11 Mbps del 802.11b, se desarrolló la especificación 802.11g.

El 802.11g utiliza la banda de 2,4 GHz, pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, unos 24,7 de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Además buena parte de su proceso de diseño tuvo como objetivo hacer compatibles los dos estándares. No obstante, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el b reduce significativamente la velocidad de transmisión. Actualmente 802.11b y 802.11g disfrutan de una aceptación internacional ya que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con velocidades de hasta 11 Mbps y 54 Mbps, respectivamente.

Después del éxito del estándar 802.11g, el IEEE anunció, en enero de 2004, la formación de un grupo de trabajo 802.11 (Tgn) para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11. Se trata del estándar 802.11n, cuya velocidad real de transmisión podría llegar a los 600 Mbps (esto significa que las velocidades teóricas de transmisión podrían ser mayores), debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. Además, con el desarrollo de éste nuevo estándar, se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor con la incorporación de la tecnología MIMO (Multiple Input-Multiple Output), la cual permite la utilización de varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias antenas.

Solo hasta Marzo del 2006, 802.11n consiguió la aprobación del primer borrador. Años mas tarde, mas exactamente en enero del 2007, se aprobó el borrador 2.0, y se espera que a finales de este año se apruebe la tercera revisión del borrador.

El pre-estándar 802.11n es una tecnología que proporcionará prestaciones inalámbricas de primera categoría más rápidas que una conexión cableada, para esto hará uso de una tecnología que utiliza múltiples sistemas de antena tanto para el transmisor como para el receptor. Esta tecnología se conoce como MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas) o sistemas de antenas inteligentes. Además promete acabar con las limitaciones actuales de Wi-Fi. Según varios analistas, 802.11n podría ser la primera edición de Wi-Fi lo suficientemente rápida y confiable como para manejar de forma fluida contenido multimedia en los hogares (videos, música, etc.) y para ser considerada una red primaria en las empresas

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	20
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	22
OBJETIVOS	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
JUSTIFICACIÓN	24
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	
1.1 Generalidades del protocolo 802.11 o Wi-Fi	25
1.1.1 Ventajas e Inconvenientes del Protocolo 802.11 o Wi-Fi.....	32
1.1.2 Principales dispositivos presentes en una red WIFI.....	33
1.1.2.1 Punto de Acceso o AP: (Access Point).....	34
1.1.2.2 Router inalámbrico Wi-Fi.....	35
1.1.2.3 Tarjeta inalámbrica Wi-Fi.....	36
1.2 Estándares De La Familia 802.11 (Wi-Fi).....	38
1.2.1 Estándar 802.11 Legacy.....	39
1.2.2 Estándar 802.11b.....	40
1.2.3 Estándar 802.11a.....	41
1.2.4 Estándar 802.11g.....	42

CAPÍTULO 2 – TENDENCIAS DEL ESTANDAR 802.11n

2.1 Desarrollo del Estándar 802.11n.....	45
2.2 Características del Estándar 802.11n.....	47
2.2.1 Tecnología MIMO.....	51
2.2.1.1 Características de la tecnología MIMO.....	52
2.2.1.2 Desventajas de la tecnología MIMO.....	54
2.2.1.3 Funcionamiento de MIMO.....	54
2.3 Que Nos Promete El Estándar 802.11n.....	58
2.3.1 Ventajas Del Estándar 802.11n.....	60
2.3.2 Desventajas Del Estándar 802.11n.....	62

CAPÍTULO 3 - DISPOSITIVOS INALAMBRICOS 802.11n

3.1 Compañías líderes en Productos 802.11n.....	63
3.1.1 Productos Cisco.....	63
3.1.2 Productos Netgear Company.....	66
3.1.3 Productos Linksys.....	68
3.1.4 Productos Lancom.....	69
3.2 Dispositivos 802.11n Certificados.....	70
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAFIA	74
RECOMENDACIONES	77
ANEXOS	78
Glosario.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espectro Ensanchado Por Salto De Frecuencia.....	27
Figura 2 Espectro Ensanchado Por Secuencia Directa.....	28
Figura 3. Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales.....	29
Figura 4. Diferentes Access Point usados en una red Wi-Fi.....	34
Figura 5. Diferentes Routers usados en una red Wi-Fi.....	36
Figura 6. Diferentes tarjetas de red usados en una red Wi-Fi.....	36
Figura 7. Esquema de una red Wi-Fi.....	37
Figura 8. Ruteador de tecnología MIMO.....	51
Figura 9. Tecnología MIMO en una red Wi-Fi.....	53
Figura 10. Bloques principales de un transmisor básico MIMO-OFDM.....	56
Figura 11. Access Point Aironet 1250.....	64
Figura 12. Access Point Aironet 1520.....	65
Figura 13. Aironet Rangemax Next.....	67
Figura 14. Linksys Wrt350n Wireless-N Gigabit Router.....	69
Figura 15. Wi-Fi Alliance.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principal Característica de algunos estándares.....	30
Tabla 2. Sistemas de modulación utilizados por 802.11 y banda angosta.....	31
Tabla 3. Ventajas y desventajas del estándar 802.11 o WI-FI.....	32
Tabla 4. Estándares de la familia IEEE 802.11 (Wi-Fi).....	39
Tabla 5. Comparativa y resumen de los estándares 802.11.....	44
Tabla 6. Principales componentes del borrador 802.11n.....	48

INTRODUCCIÓN

En el mundo de las telecomunicaciones y sistemas informáticos cada vez son más las técnicas que se diseñan para ajustarse a una determinada circunstancia. Han pasado muchos años desde la aparición de Internet en nuestras vidas, junto a él también se ha observado la progresiva aparición de nuevas tecnologías de redes que son muy indispensables para el desarrollo de las mismas, las cuales hoy día se han encaminado hacia tendencias inalámbricas.

Actualmente las redes inalámbricas son muy útiles, ya que permiten mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. La comodidad que supone estar conectado a la red de la empresa sin necesidad de cables junto con la proliferación y adopción dispositivos móviles como portátiles, PDAs¹, cámaras, etc. hacen de esta tecnología una herramienta de productividad muy beneficiosa para las empresas.

Las redes inalámbricas fueron originalmente diseñadas como una alternativa para las redes de área local cableadas. Esta tecnología esta basada en el estándar de comunicaciones IEEE 802.11 y es conocida comúnmente por “Wi-Fi”²

¹ PDA: Personal Digital Assistant

² Wi-Fi: Wireless Fidelity

Las redes de área local inalámbricas han tenido un desarrollo tan impresionante en estos últimos años que se han convertido en la tecnología más prometedora en esta década. Gran parte de su desarrollo lo debe a la marca *WIFI ALLIANCE*, organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

WIFI abarca diferentes estándares definidos por el IEEE³ en su grupo de trabajo 802.11, entre los más conocidos encontramos 802.11b, 802.11a, 802.11g y 802.11n. Este último aun sin certificar.

En esta Monografía queremos centrarnos en la tecnología inalámbrica WIFI, especialmente en su estándar 802.11n, del cual se dice que triplica en velocidad a las redes cableadas convencionales y alcanza mayores distancias que las redes inalámbricas existentes. Todo esto es posible gracias a la utilización de la tecnología de antenas MIMO⁴, de la cual también se hará mucho énfasis en esta monografía, ya que consideramos a MIMO como el soporte principal del estándar 802.11n

³ IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

⁴ MIMO: Multiple-input Multiple-output

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Cuando hablamos de WIFI nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica más utilizada hoy en día. Su importancia radica en permitir mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas

Las redes inalámbricas WIFI son una gran familia de estándares, cada uno con características diferentes, que han aparecido y evolucionado a través del tiempo. Actualmente se está hablando del último estándar que creo WIFI llamado estándar 802.11n, el cual, por ser una tecnología nueva, y aun en desarrollo, es poca la información que se puede encontrar al respecto. Hoy en día no existen textos que hablen sobre esta tecnología, y las pocas páginas de la Web que tratan este tema, aun no tienen muy claro lo que en realidad es el nuevo estándar 802.11n

OBJETIVOS

Objetivo General

- Establecer una visión general y comparativa entre el nuevo estándar 802.11n de wi-fi con respecto a los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g.

Objetivos Específicos

- Dar a conocer el origen y evolución del estándar 802.11n
- Determinar las ventajas y desventajas que ofrece el estándar 802.11n
- Analizar las posibles aplicaciones del estándar
- Dar a conocer los diferentes dispositivos del estándar 802.11n

JUSTIFICACIÓN

Es necesario hacer una investigación del pre-estándar IEEE 802.11n WIFI y de todos sus estándares, ya que es importante conocer en que consiste cada uno de los estándares, con el fin de entender y guiarse mejor con la información del nuevo estándar 802.11n actualmente en el mercado.

Es muy importante conocer y tener muy claro este estándar, ya que es una tecnología nueva, la cual esta generando gran conmoción en el área de las redes inalámbricas y en mundo tecnológico debido a la gran velocidad que maneja y la cobertura que alcanza gracias a su tecnología MIMO.

Nuestro trabajo investigativo tiene el propósito de informar de una forma organizada el gran desarrollo de este nuevo estándar que esta dando mucho de que hablar actualmente en el mercado consideramos que este estándar, será uno de los más beneficiosos y recordado del siglo xxi, puesto que es primer estándar sucesor del 802.11a, 802.11b, y 802.11g creado a inicios del siglo xx y porque es capaz de superar a cada una de sus versiones anteriores con respecto a su desempeño.

1. ANTECEDENTES

1.1 Generalidades del Protocolo 802.11 o Wi-Fi

El estándar 802.11 fue definido exclusivamente para las comunicaciones de tipo LAN⁵ inalámbricas por la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). El número 802 se refiere al comité de estándares para redes LAN y MAN⁶, mientras que el grupo 11 es el relacionado con las comunicaciones inalámbricas. La letra que va después del 11 indica la técnica o tipo de modulación que se ocupa.

La norma IEEE 802.11 para redes inalámbricas WIFI, define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Una WLAN es una red inalámbrica en la que una serie de dispositivos (PCs, workstations, impresoras, servidores,..) se comunican entre sí en zonas geográficas limitadas sin necesidad de tendido de cable entre ellos. La gran ventaja de esta tecnología es que ofrece movilidad al usuario y requiere una instalación muy sencilla. Cabe especificar que el estándar original de este protocolo data de 1997, llamado IEEE 802.11., el cual tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. Las redes WLAN son cada vez más aceptadas como alternativa a las tradicionales redes cableadas para pequeñas empresas u oficinas. Sin embargo, esta tendencia no significa que estas redes inalámbricas vayan a sustituir a las cableadas, sino que en la mayoría de los casos serán usadas como complemento de éstas.

⁵ LAN: Local Area Network

⁶ MAN: Metropolitan Area Network

Las grandes empresas, especialmente, no renunciarán nunca a sus tradicionales redes fijas, pero no cabe duda de que las redes inalámbricas pueden ser un complemento de gran valor para las mismas, especialmente conforme avanza el número de dispositivos que ya disponen de manera integrada de tarjetas WLAN, lógicamente es cuestionable la necesidad de redes inalámbricas en toda la empresa especialmente si la cultura corporativa es la del trabajo más o menos estático, pero parece evidente la implantación de estas soluciones en salas de reuniones o espacios de trabajo en equipo. De todas formas la implantación será más rápida en aquellas empresas, en las que por su forma de trabajar o la naturaleza de su negocio, la movilidad pueda tener un impacto directo en la productividad.

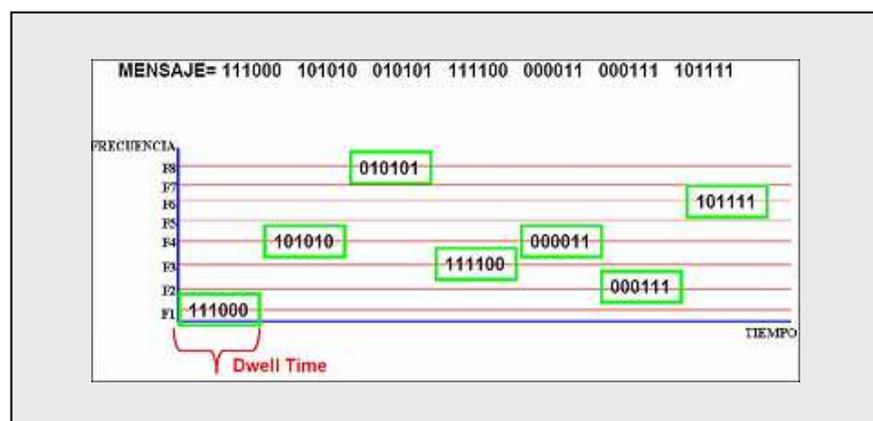
El estándar IEEE 802.11 se basa en el mismo marco de estándares que Ethernet. Esto garantiza un excelente nivel de interoperatividad y asegura una implantación sencilla de las funciones y dispositivos de interconexión Ethernet /WLAN.

Este estándar define varios métodos y tecnologías de transmisión para implantaciones de LAN inalámbricas. Además no sólo engloba la tecnología de radiofrecuencia sino también la de infrarrojos. Asimismo, incluye varias técnicas de transmisión como: Modulación por saltos de frecuencia (FHSS), Espectro de extensión de secuencia directa (DSSS) y Multiplexación por división en frecuencias octogonales (OFDM)

- **“FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*).** El espectro ensanchado por salto de frecuencia se basa en modular, en diferentes frecuencias los datos que se envían. De este modo y siempre, dentro de la banda de 2.4 GHz se manda parte de la información, se cambia a otra frecuencia y se sigue enviando la información, esto es conocido como "Hopping Pattern". La intención de enviar la información por varias frecuencias es cuestión de seguridad, ya que si la información fuera enviada por una sola frecuencia sería muy fácil interceptarla. Además, para llevar a cabo la transmisión de datos es necesario que tanto el aparato que envía como el que recibe información coordinen este denominado "Hopping Pattern"⁷.

El estándar IEEE 802.11 utiliza FHSS, aunque hoy en día la tecnología que sobresale utilizando FHSS es Bluetooth. Este proceso se repite en forma indefinida, mientras que por un segundo canal se transmite la secuencia de saltos. En total el ancho de banda para FHSS es de 83 MHz.

Figura 1. Espectro Ensanchado Por Salto De Frecuencia

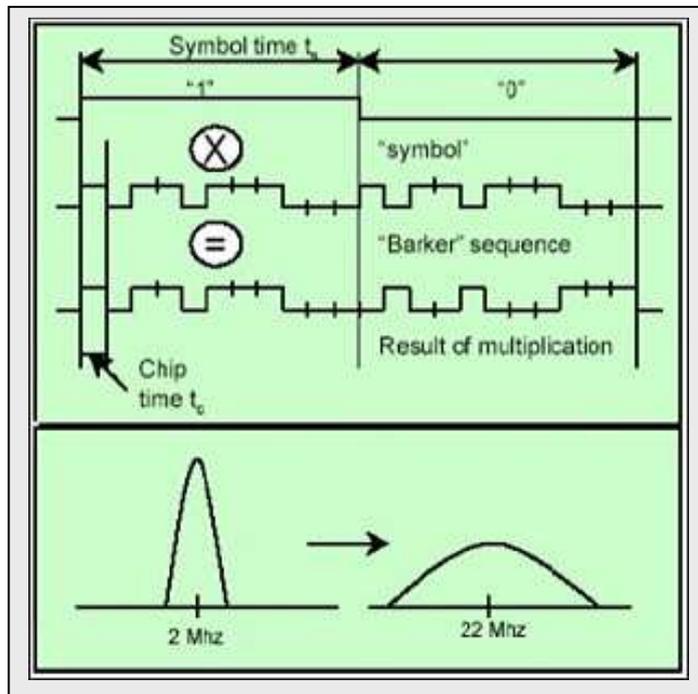


Fuente: amentis81.googlepages.com

⁷ Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado_por_secuencia_directa

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).** “El espectro ensanchado por secuencia directa es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan. A diferencia de FHSS, DSSS no requiere enviar la información a través de varias frecuencias, la manera en que DSSS logra esto es mediante un transmisor; cada transmisor agrega bits adicionales a los paquetes de información y únicamente el receptor que conoce el algoritmo de estos bits adicionales es capaz de descifrar los datos. Es precisamente el uso de estos bits adicionales lo que permite a DSSS transmitir información a 10Mbps y una distancia máxima entre transmisores de 150 mt. En este tipo no se producen saltos en frecuencia, en su lugar se envía continuamente una secuencia de datos predeterminada de 11 bits de modo que al mandar un 0 se mandan los bits tal cual, y si se envía un 1 la secuencia se invierte, los ceros se convierten en unos y viceversa.”⁸

Figura 2 Espectro Ensanchado Por Secuencia Directa



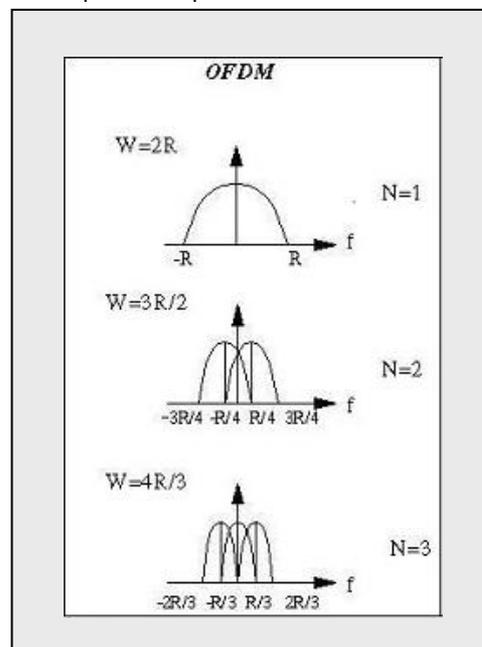
Fuente: amentis81.googlepages.com

⁸ Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado_por_secuencia_directa

- **OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)**

“La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales es una tecnología que transmite múltiples señales simultáneamente sobre un solo medio de transmisión, como un cable o el aire. Cada señal viaja con su propio y único rango de frecuencia (portadora), el cual es modulado por los datos (sean de texto, voz, vídeo, etc.). OFDM distribuye el dato sobre un largo número de portadores que son espaciados en precisas frecuencias. La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a las atenuaciones selectivas en frecuencia y frente a las interferencias de Radio-Frecuencia. Debido a las características de esta modulación, esta tecnología es capaz de recuperar la información de entre las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.”⁹

Figura 3. Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales



Fuente: amentis81.googlepages.com

⁹ Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO-OFDM>

Además de todo lo anterior es importante saber que en una red WI-FI se tienen en cuenta cada una de las versiones. WI-FI ha sido ampliamente desarrollado para sectores gubernamentales, comerciales, aeropuertos, redes de área local privadas, entre otros. La instalación de la misma se basa en el uso de picoceldas o celdas de alcance reducido.

En la siguiente tabla se observa con detalle de las principales extensiones de esta tecnología y su principal característica o área de aplicación:

Tabla 1. Principal Característica de algunos estándares

Extensión	Aplicación o Característica Principal
802.11b-802.11a 802.11g-802.11n	Capa Física
802.11d-802.11h 802.11j-802.11k	Regulaciones y RF ¹⁰
802.11i	Seguridad
802.11e-802.11r	Calidad de Servicio (QoS)
802.11s	Topología Malla

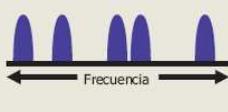
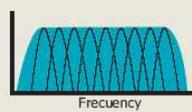
Fuente: http://www.citel.oas.org/newsletter/2006/marzo/banda-ancha_e.asp

¹⁰ RF: Radio Frecuencia

Una de las principales limitaciones de cada uno de los variantes de esta estándar es la cantidad de clientes que pueden ser servidos simultáneamente y las distancias de cobertura desde el equipo terminal, en relación con el puerto de acceso de radio-frecuencia así como la disponibilidad de un espectro electromagnético puro, en el caso de las bandas no licenciadas.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los sistemas de modulación utilizados por 802.11, sus ventajas, desventajas.

Tabla 2. Sistemas de modulación utilizados por 802.11 y banda angosta.

Banda Angosta	FHSS	DSSS	OFDM
<ul style="list-style-type: none"> Señal angosta Alta amplitud Baja frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> Transmite los datos en portadoras que cambian o saltan de frecuencia en función del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Banda angosta dispersa sobre un amplio espectro Baja amplitud 	<ul style="list-style-type: none"> Transmite señales simultáneas de alta elocidad Divide el espectro en varios sub-portadoras
Ventajas <ul style="list-style-type: none"> Larga distancia NLOS, no requiere LOS y viaja a traves de obstaculos 	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> Alta tolerancia a interferencia Alta seguridad contra intercepcion de señal 	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> Alta velocidad Mas resistente contra interferencia que banda angosta 	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> Alta eficiencia espectral Alta velocidad de transmision No requiere retransmision de datos
Desventajas <ul style="list-style-type: none"> Baja velocidad 9600 bps Sujeto a interferencia 	Desventajas <ul style="list-style-type: none"> Baja/Media velocidad Dificyultad en P MP Difícil de sincronizar en Larga distancia 	Desventajas <ul style="list-style-type: none"> Ciertas afectaciones por ruido y multitrayectoria Proximo a su limite de velocidad 	Desventajas <ul style="list-style-type: none"> Costo Requiere mayor capacidad de procesamiento
			

Fuente: Principales estándares Inalámbricos. Jalercom S.A. de C.V.

Hoy en día en el mercado de WIFI, los que más se conocen hasta ahora son los estándares 802.11b, 802.11a y 802.11g; y un cuarto estándar, llamado 802.11n, el cual solo hasta a principios del 2007 se aprobó el segundo borrador de y se espera una aprobación final a mediados de este año.

1.1.1 Ventajas e Inconvenientes del Estándar 802.11 o Wi-Fi

En nuestro entorno observamos, que para muchas necesidades, cuanto menos se exija menos inconvenientes se tienen. Si nos referimos a una red WI-FI que se encuentra bien configurada, nos damos cuenta que esta tiene cada vez más ventajas que inconvenientes. O dicho de otra manera, los inconvenientes suelen ser fácilmente superables.

A continuación presentaremos un cuadro con las principales ventajas y desventajas de la tecnología WI-FI, que como todas las tecnologías, esta también las presenta.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del estándar 802.11 o WI-FI

Ventajas	Inconvenientes
Movilidad: Esta ventaja se puede apreciar cuando en la red existen equipos que utilizan tecnología WI-FI, como por ejemplo un portátil que posee una tarjeta de red con tecnología WI-FI ; podemos movernos con este siempre y cuando ese en el rango de cobertura para así mantener la conexión.	Velocidad: Es el principal problema, ya actualmente la velocidad que maneja una red con tecnología WI-FI es de 54Mbps, mientras que si la comparamos con una cableada vemos que no la superan , estas ya trabajan con una velocidad mínima de 100 Mbps y prometen mayores velocidades en el mercado.
Facilidad y rapidez de instalación: Solo se tiene que estar bien instruidos y capacitados sobre la instalación de esta clase de redes y de cómo conectar o manejar cada uno de sus dispositivos.	Rango de conectividad: Si se crea una red WI-FI en casa que tiene un punto de acceso el cual está ubicado en la pared exterior, lo más probable es que se está dando cobertura a nuestra casa y a gran parte del vecindario y la calle.

<p>Flexibilidad: Cuando se mueven los equipos de la red, se cambia la configuración su configuración, la cobertura, e incluso cuando se traslada la red a otro sitio vemos presente esta ventaja.</p>	<p>Regulación: Si la red WI-FI utilizan frecuencia de uso libre, quiere decir que no pagan por su uso lo que va a ocasionar problemas ya sea de interferencias debido a que distintos equipos utilizan su frecuencia entre estos encontramos los emisores de señal de video inalámbricos.</p>
<p>Mantenimiento: Se ve la gran reducción de costes con respecto al mantenimiento, ya que una red WI-FI no se tiene cables ni conexiones eléctricas.</p>	<p>Seguridad: En actualidad se considera que más del 50% de estas redes están desprotegidas con base a su funcionamiento, lo que implica que cualquier persona se proponga piratear la red.</p>
<p>Escalabilidad: En estas redes existe una alta capacidad para admitir equipos y ampliar la cobertura, aunque son inferiores a los de una red cableada.</p>	

Fuente: 3w.sjicc.com/articulos/ver.aspx

1.1.2 Principales Dispositivos presentes en una red WIFI

En una red inalámbrica intervienen los mismos elementos que en una cableada, excepto los cables. Sin embargo, los nombres que se le dan varían. La lista de dispositivos Wi-Fi es enorme y se agregan cada día más y más. Encontramos entre ellos televisores planos, monitores cardíacos, reproductores de video portátiles; esta lista mencionada es lo último en equipo incorporados a esta tecnología. Algunos de los elementos o equipos que se presentan en una red WI-FI son los siguientes:

1.1.2.1 Punto de Acceso o AP: (Access Point): Este es el elemento central de la red. No es absolutamente necesario, pero si nuestra red debe conectarse a otras (por ejemplo a una red cableada o a Internet), debe contener este dispositivo que hace de puente entre la red cableada y la red inalámbrica. En cuanto a su funcionamiento se puede decir que es similar a un hub o concentrador, tiene al menos una conexión de cable y la electrónica para ejercer de punto central de una red inalámbrica. Todo lo que reciba por un canal, lo retransmite por el otro, y de esa manera nos permite crear una red Wi-Fi independiente, o conectarla a una red cableada. Podemos pensar que es, de alguna manera la antena a la que nos conectaremos.

A este dispositivo, basta con conectarlo mediante un cable de red al módem o router ADSL. Una vez este conectado cualquier ordenador con adaptador WiFi tiene acceso a la red ya que el ordenador detecta automáticamente la presencia de redes WiFi. En la figura 2 se pueden ver varios tipos de Access point.

Figura 4. Diferentes Access Point usados en una red Wi-Fi



Fuente: articulo.mercadolibre.com.ar

1.1.2.2 Router inalámbrico Wi-Fi: Este dispositivo externamente es muy parecido a un punto de acceso, pero lo que lo caracteriza son algunas funciones internas que se le han añadido. Estas funciones agregadas permitirán conectar la red donde se encuentra este dispositivo, es decir nuestra red con otra red que generalmente es Internet.

Los routers más completos suelen tener funciones más desarrolladas de seguridad entre redes, entre estas funciones cabe mencionar los firewall. Un ejemplo o breve explicación de una situación similar es por ejemplo Si en algún momento queremos tener acceso a la red de Internet por medio de ADSL, debemos tener a la mano un router ADSL que permita la conexión. Si no tenemos el router inalámbrico WIFI lo más probable es que no nos sirva, aunque nos servirá, solo si queremos conectarnos con O NO a cualquier otro proveedor de cable.

“Este equipo controla el flujo de datos en la red y comunica todos los dispositivos que hacen parte de ella. Teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- ❖ La entrada de datos del router inalámbrico (marcada como uplink) se conecta al módem ADSL mediante un cable de red.

- ❖ El router inalámbrico se configura accediendo a una página web. Aquí habrá que dar un nombre a la red doméstica, y también se podrán activar o desactivar funciones como el cortafuegos.

- ❖ Con el router se puede crear una red local completa, en la que los ordenadores se conectan a Internet, y además se comunican entre sí para compartir archivos.”¹¹

Figura 5. Diferentes Routers usados en una red Wi-Fi



Fuente: articulo.mercadolibre.com.ar

1.1.2.3 Tarjeta inalámbrica Wi-Fi: Lógicamente el ordenador debe disponer de una tarjeta de red Wi-Fi, aunque en estos momentos la mayoría de los portátiles ya las traen incorporadas. Hay muchos tipos de tarjetas inalámbricas, pero las más recomendables en la mayoría de los ordenadores son las que van conectadas al puerto USB que son llamadas tarjetas inalámbricas USB. En la siguiente figura se puede apreciar algunas tarjetas de red utilizadas en Wi-Fi.

Figura 6. Diferentes tarjetas de red que se pueden usar en una red Wi-Fi



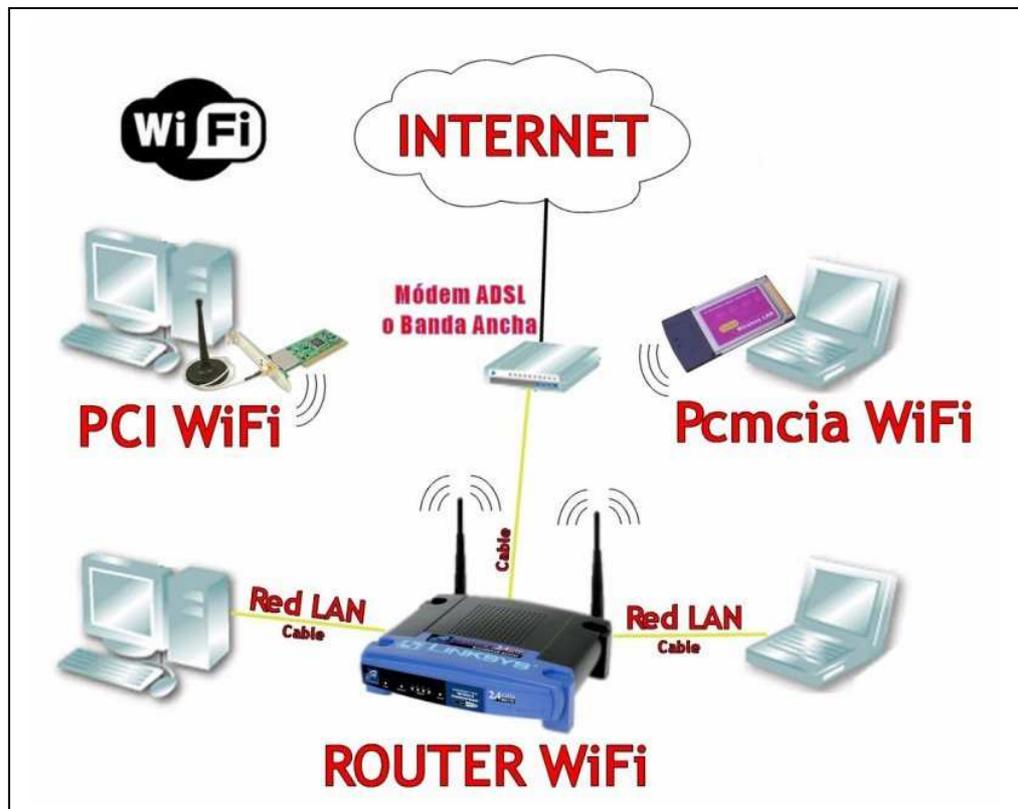
Fuente: articulo.mercadolibre.com.ar

¹¹ Tomado de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesbajoguadalquivir/inf/ral/WifiEnCasa.pdf>

“¹²En el uso de estas tarjetas se debe considerar los siguientes ítems:

- ❖ Las tarjetas WiFi suelen ser del tipo plug and play, es decir, que se configuran solas al conectarlas.
- ❖ En Windows XP está previsto que el acceso a través de WiFi se configure automáticamente, y el sistema operativo se encarga de buscar las redes disponibles en los alrededores y gestionar la conexión.
- ❖ Las tarjetas pueden incluir una serie de programas para ocuparse de estas tareas. Si se instalan estas utilidades, es importante que el sistema de gestión de la conexión de Windows quede desactivado.”

Figura 7. Esquema de una red Wi-Fi



Fuente: articulo.mercadolibre.com.ar

¹² Tomado de pbl.guim.net/ppoint/red.ppt

1.2 Estándares De La Familia 802.11 (Wi-Fi)

La norma creada por la IEEE llamada 802.11 se divide en estándares. Estos estándares son desarrollados por equipos de trabajo que realizan su tarea de forma independiente, los cuales una vez esta desarrollado el estándar lo identifican por medio de letras agregadas tras la última cifra. Cada vez que se percibe la necesidad de nuevas técnicas que den solución a un determinado problema, el IEEE crea un nuevo grupo incluido en el 802.11 e identificado por una nueva letra. Por ejemplo, los estándares 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n, son bien conocidos y su éxito comercial ha quedado patente. La familia del estándar 802.11 en estos momentos incluye seis técnicas de transmisión por modulación dichas técnicas se basan o manejan los mismos protocolos. El estándar original de este protocolo data de 1997, era el IEEE 802.11, en un inicio poseía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. En estos momentos no se fabrican productos sobre esta norma. Luego apareció su sucesor en el año 1999 y es llamada IEEE 802.11b, dicha especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, y de igual manera a la norma 802.11 trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz. posteriormente se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 Ghz que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a que presentaba un inconveniente que era la incompatibilidad con los productos de la b y por motivos técnicos casi no se elaboraron productos. Consecutivamente se creo un estándar manejaba la misma velocidad y era compatible con el estándar b que recibiría el nombre de 802.11g. Hoy en día se habla del estándar 802.11n, del cual se dice que superara la velocidad de los anteriores estándares. (Ver Tabla 4)

Tabla 4. Estándares de la familia IEEE 802.11 (Wi-Fi)

	802.11 legacy	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Estándar aprobado	1997	Julio 1999	Julio 1999	Junio 2003	No ha sido ratificado
Max. Tasa de datos	1 / 2 Mbps	54Mbps	11Mbps	54 Mbps	600 Mbps
Modulación		OFDM	DSSS o CCK	DSSS CCK OFDM	DSSS CCK OFDM
Banda RF	IR 2.4Ghz	5 Ghz	2.4 Ghz	2.4Ghz	2.4/5.0 Ghz
Nº de Cadenas espaciales	1	1	1	1	1,2,3 o 4
Ancho del canal		20Mhz	20Mhz	20Mhz	20 /40 MHz

Fuente: 802.11n: Next-Generation Wireless LAN. Technology. Broadcom Corporation. Pag. 6.

Todos estos estándares se aplican a redes LAN inalámbricas y provee una transmisión de 2 o 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz usando frecuencia FHSS o DSSS. A continuación se detallara cada uno de los estándares mencionados.

1.2.1 Estándar 802.11 Legacy

El estándar cuyo nombre es **802.11 Legacy**, conceptualiza el protocolo CSMA/CA¹³ como método de acceso. Alcanzaba una velocidad de hasta 2 Mbps, con una modulación de señal de espectro expandido por secuencia directa (DSSS) aunque también contempla la opción de espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS), en la banda de 2,45 GHz. Dicha banda de frecuencia es la ISM¹⁴, reglamentada como banda de acceso publica y en ella funcionan gran cantidad de sistemas. Una parte importante de la velocidad de transmisión se utiliza en las necesidades de esta codificación para mejorar la calidad de la transmisión bajo condiciones ambientales diversas, lo cual se tradujo en dificultades de interoperabilidad entre equipos de diferentes marcas. Estas y otras debilidades fueron corregidas en el estándar 802.11b, que fue el primero de esta familia en alcanzar amplia aceptación entre los consumidores.

¹³ CSMA/CA: *Múltiple acceso por detección de portadora evitando colisiones*

¹⁴ ISM: Industrial, Scientific and Medical

1.2.2 Estándar 802.11b

El estándar **802.11b**, es la evolución natural del estándar 802.11. Fue aprobado en el año 1999, como una extensión del 802.11 para WLAN empresariales, manejando una velocidad máxima de 11 Mbps con alternativas de utilizar 6 a 7 Mbps sin datos de control. Otras velocidades que fueron regularizadas a nivel físico, era la de utilizar 5, 2 y 1 Mbps, en caso de que se deterioran las condiciones del canal o crecer el tráfico y un alcance de cientos metros. Tecnologías como Bluetooth y Home RF, también emplea la banda de ISM de 2,4 GHz, pero en lugar de una simple modulación de radio digital y salto de frecuencia, utiliza una la modulación lineal compleja (DSSS). El estándar 802.11b se caracteriza también por permitir mayor velocidad, pero una deficiencia es que presenta una menor seguridad. El acceso al medio se basa en un mecanismo de contienda similar al de Ethernet, CSMA/CA, sin tener en cuenta la calidad de servicio; adicionamos a lo anterior que el alcance puede llegar a los 100 metros, que se considera que son valores suficientes apropiados para un entorno de oficinas o residenciales.

En este estándar observamos algunas características como la denominada DRS¹⁵. Esta característica *permite a los adaptadores de red inalámbricos reducir las velocidades para remediar las posibles dificultades de recepción que se pueden generar, debido a que la distancia desde donde se envía hasta donde se recibe es lejana o porque se presentan problemas al atravesar algunos materiales como paredes, tabiques. Otros datos a tener en cuenta sobre este estándar es el soporte que brinda a tres canales sin solapamiento y su reducido nivel de consumo, que lo hace perfectamente válido para su uso en PCs portátiles o PDAs. Si nos reherimos a las distancias a cubrir, este dependerá de las velocidades aplicadas, del número de usuarios conectados, del tipo de antenas y amplificadores que se puedan utilizar. Aún así, se podrían dar unas cifras que oscilan entre 120m a 11 Mbps y 460m a 1 Mbps en espacios abiertos, y entre 30m a 11 Mbps y 90m a 1 Mbps en espacios*

¹⁵ DRS: *Dynamic Rate Shifting*

internos, dependiendo lógicamente del tipo de materiales que sea necesario atravesar.

Entre sus principales ventajas esta su costo y un mejor rango de señal con poca obstrucción de la misma. A pesar de estas grandes ventajas que posee este estándar, también presenta grandes desventajas como la velocidad, la vulnerabilidad a la interferencia de equipos que se encuentran cercanos o dentro del rango de cobertura hacemos mención de algunos de estos equipos: hornos a Microondas, teléfonos inalámbricos, etc. Y otra desventaja es que no soporta muchos usuarios, es decir, la cantidad de usuarios que se pueden estar conectados es menor a la del estándar anterior.

1.2.3 Estándar 802.11a

Paralelamente al estándar 802.11b se creó el **estándar 802.11a**, el cual utiliza la misma base de protocolos del estándar original. Este estándar opera en la banda de 5 GHz y maneja 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) más complejo que Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) de 802.11b, lo que ha ocasionado un atraso en su desarrollo. Alcanza una velocidad máxima de 54 Mbit/s por canal, siendo 8 los canales disponibles (casi 5 veces superior a la velocidad máxima del 802.11b), operando en la banda de 5 GHz, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. El alcance del sistema es limitado la distancia manejada es de 50 metros en entornos cerrados, lo que implica tener que montar más puntos de acceso AP, para cubrir así las mismas áreas con 802.11b. La banda de 5 GHz que utiliza se denomina UNII¹⁶, el cual ha determinado un total de 300 MHz, cuatro veces más de lo que posee la banda ISM, para uso sin licencia, en tres bloques de 100 MHz.

¹⁶ UNII: Infraestructura de Información Nacional sin Licencia

El lado negativo de este estándar es el uso de frecuencias, estas frecuencias elevadas pueden producir una mayor absorción de las señales por obstáculos, lo que tiende a reducir el alcance de 802.11a comparado con el de 802.11b. La relativa robustez de OFDM frente a interferencias multitrayecto sirve como compensación a la desventaja anterior, por lo que en la práctica el alcance de ambos sistemas es parecido. Las ventajas que ofrece este estándar son; mayor velocidad de transmisión, mantener un gran número de usuarios conectados y manejar una menor interferencia. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a posee desventajas tales como su costo, menor rango de señal y una mayor vulnerabilidad a las obstrucciones.

En Europa el estándar 802.11a está limitado ya que esta banda está sometida a restricciones para evitar interferencias con otros sistemas radio. Así, ETSI¹⁷ especifica que las WLAN que funcionan en 5 GHz deben implementar procedimientos de control de potencia y cambio automático de frecuencia en caso de interferencias, que no son necesarios en EE.UU.

1.2.4 Estándar 802.11g

Tiempo después, en junio de 2003 se aprobó un tercer estándar llamado, **estándar 802.11g**, el cual es la evolución del estándar 802.11b. Este estándar, más avanzado que su predecesor, trabaja sobre la misma frecuencia de los 2,4 GHz y es capaz de utilizar dos métodos de modulación (DSSS y OFDM), lo que la hace compatible con el estándar de facto en esta industria.

¹⁷ ETSI: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

Al soportar ambas codificaciones, este nuevo estándar será capaz de incrementar notablemente la velocidad de transmisión, pudiendo llegar hasta los 54 Mbps que oferta la norma 802.11a, aunque manteniendo las características propias del 802.11b en cuanto a distancia, niveles de consumo y frecuencia utilizada. De este modo, el mayor aporte de esta nueva norma es el incremento de velocidad, conservando una total compatibilidad con el estándar Wi-Fi, además de permitir la coexistencia entre ambos estándares en una misma instalación, es algo realmente significativo si tenemos en cuenta la importancia de la base instalada.

Existe la posibilidad de instalar puntos de acceso duales 802.11a/802.11b, aunque esto implica usar dos antenas diferentes, mientras que 802.11g puede usar las mismas antenas que 802.11b.

Los dispositivos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de que se certificara. La certificación fue otorgada aproximadamente el 20 de junio del 2003, esto ocurrió debido a que se construyeron equipos bajo este nuevo estándar que podían ser adaptados a los ya diseñados para el estándar b.

En la siguiente tabla podemos observar los diferentes estándares de Wi-Fi que han aparecido en a través del tiempo y como ha ido creciendo su velocidad, su Banda RF, su ancho de canal, etc.

Tabla 5. Comparativa y resumen de los estándares

ESTANDAR	GRUPOS DE TRABAJO
802.11	Especificaciones de la capa física y MAC para las LANs inalámbricas. Provee una velocidad de 1 o 2 Mbps de transmisión en la banda de 2.4 GHz.
802.11a	Estándar de comunicación en la banda de los 5 Ghz.
802.11b	Estándar de comunicación en la banda de los 2.4 Ghz.
802.11c	Especifica métodos para la conmutación inalámbrica, define las características que necesitan los APs para actuar como puentes (bridges).
802.11e	Estándar sobre la introducción del QoS en la comunicación entre PAs y TRs. Actúa como árbitro de la comunicación. Los servicio de QoS y de soporte multimedia son críticos en el ambiente de las redes inalámbricas del hogar donde voz, video y audio deben ser entregadas. Esto provee un ingrediente esencial para conquistar el mercado del cliente residencial.
802.11f	Estándar que define una práctica recomendada de uso sobre el intercambio de información entre el AP y el TR en el momento del registro a la red y la información que intercambian los APs para permitir la interoperabilidad entre puntos de acceso de distintos fabricantes.
802.11g	Estándar que permite la comunicación en la banda de los 2.4 Ghz.
802.11h	Estándar que sobrepasa al 802.11a al permitir la asignación dinámica de canales para permitir la coexistencia de éste con el HyperLAN. Además define el TPC ⁷ según el cual la potencia de transmisión se adecua a la distancia a la que se encuentra el destinatario de la comunicación.
802.11i	Estándar que define la encriptación y la autenticación para complementar completar y mejorar el WEP. Es un estándar que mejorará la seguridad de las comunicaciones mediante el uso del TKIP ⁸ . Agrega el protocolo de seguridad AES ⁹ al estándar inalámbrico 802.11.
802.11m	Estándar propuesto para el mantenimiento de las redes inalámbricas.

Fuente: Principales estándares Inalámbricos. Jalercom S.A. de C.V.

2. TENDENCIAS DEL ESTANDAR 802.11n

2.1 Desarrollo del Estándar 802.11n

Durante el proceso que lleva la realización de este estándar, se han dado muchos acontecimientos, los cuales han intervenido en su rumbo. Por esta razón es importante conocer la historia de cómo se desarrollo este estándar, y así entender lo que significa el MIMO, el preN, el N draft y el 802.11n.

Su desarrollo empieza en enero de 2004, cuando la IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11. En un principio la velocidad real de transmisión podría llegar a los 600 Mbps, lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores, y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. Este nuevo trabajo es el estándar **802.11n**, el cual se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor, y que a la vez posea una gran velocidad de transmisión.

En el desarrollo del estándar 802.11n se encuentran muchos aspectos que determinan el rumbo de este proyecto, entre estos aspectos tenemos la creación del EWC, el cual es un grupo creado entre los miembros del consorcio WWiSE¹⁸ y el TGn Sync¹⁹ o Grupo de trabajo N., las cuales compiten, actualmente, para que el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) estadounidense, dé su bendición para convertirse en el próximo estándar.

¹⁸ WWiSE: *WorldWide Spectrum Efficiency*

¹⁹ TGn Sync: Task Group N Sync

El grupo **TGn Sync** cuenta con el apoyo, entre otros de Atheros, Cisco, Intel, Nortel, Samsung y Sanyo, mientras que **WWiSE** es apoyado por Texas Instruments, Broadcom, Conexant, STMicro, Airgo, Bermai Nokia y Motorola. WWiSE creen que 802.11n necesita ser capaz de usar el canal con 20Mhz de ancho (el mismo que 802.11b y 802.11g), a fin de que no siga los pasos del menos conocido 802.11a, que se despoja de compatibilidad con estándares anteriores a cambio de velocidades mayores.

Gracias a EWC y a Airgo Networks, principal desarrolladora de chipsets PreN y propietaria de la patente intelectual del MIMO, se aprobó el primer borrador del estándar de 802.11n cuyos productos tuvieron una velocidad real mayor al de las redes cableadas de 100 mbps.

Posteriormente en Marzo del 2007 se aprobó el segundo Draft (borrador) del futuro estándar WIFI 802.11n. Esta aprobación era esperada hace muchos meses por numerosos socios de la industria Wireless, pues el estándar estaba atascado hace tiempo por la falta de acuerdo entre diversos grupos de interés y con lo cual despeja el camino para que los productos inalámbricos a más de 100 Mbps puedan llegar al mercado a primeros de este verano.

El 83 por ciento de los miembros de este grupo de trabajo han dado un voto afirmativo en esta consulta, superándose así el 75 por ciento mínimo exigido en este tipo de trámites. Así pues, tras más de un año de duras y encontradas negociaciones, el grupo de trabajo se ha puesto de acuerdo en la tecnología clave de este estándar.

Una de las consecuencias prácticas de esta aprobación reside en que los fabricantes de adaptadores WLAN y puntos de acceso pueden ahora introducir en el mercado productos que no necesitarán grandes cambios cuando el estándar final sea aprobado (algo que se espera que ocurra en primavera de 2008).

Los retrasos en la definitiva aprobación del estándar 802.11n y la disputa que existe entre las dos propuestas parece que está haciendo perder la paciencia (y los negocios!!!) a muchos de los socios de la industria. Es por esto que el EWC ha desarrollado especificaciones diseñadas para permitir a los consumidores alcanzar mejores rendimientos, coberturas e interoperabilidad en redes wireless antes de la aprobación del estándar 802.11n. Estas especificaciones están preparadas para soportar velocidades de hasta 600 Mbps.

2.2 Características del Estándar 802.11n

Con una velocidad superior a 100 mbps, la tecnología 802.11n para Redes Inalámbricas WIFI, es la siguiente generación de redes inalámbricas, que ofrece velocidad, cobertura y fiabilidad para soportar aplicaciones de amplia banda ancha.

Este estándar proporciona velocidades superiores a 100 mbps, lo cual supera el doble la velocidad de 802.11g y 802.11a, que es de 54 mbps. En el mercado se estaban ofreciendo velocidades entre 140 y 160 Mbps. Muchos fabricantes aseguran que con más antenas y prestaciones, se pueden alcanzar los 200 Mbps e incluso superarse.

En la siguiente tabla se describe las principales y novedosas características que utiliza el estándar 802.11n para alcanzar un mayor rendimiento.

Tabla 6. Principales componentes del borrador 802.11n

Característica	Concepto	Estado de Especificación.
OFDM Mejorado	Soporta mayor ancho de banda y tasas de código más altas, brindando una tasa de datos máxima de 65Mbps .	Obligatorio
Multiplexación por división de espacio	Mejora desempeño fraccionando datos en múltiples flujos transmitidos a través de múltiples antenas	Opcional hasta cuatro flujos espaciales
Diversidad	Explota la existencia de múltiples antenas para mejorar rango y fiabilidad. Típicamente empleada cuando el numero de antenas en el receptor es mas alto que el numero de flujos que estas siendo transmitidos	Opcional hasta para cuatro antenas
Ahorro de energía MIMO	Limita consumo de energía utilizando múltiples antenas solo cuando se necesita	Requerido
Canales de 40Mhz	Duplica efectivamente tasas de datos, duplicando el ancho del canal de 20 a 40Mhz	Opcional

Agregación	Mejora la eficiencia permitiendo transmisión de ráfagas de múltiples paquetes de datos entre comunicaciones de encabezado	Requerido
Espaciamiento Intertrama reducido (RIFS)	Provee un retraso más corto entre transmisiones OFDM que en 802.11a/g	Requerido
Modo Greenfield	Elimina el soporte para dispositivos 802.11a/b/g en la red del draft-N	Actualmente opcional

Fuente: 802.11n: Next-Generation Wireless LAN Technology. Broadcom. Pag 6.

Una herramienta importante que le permite al pre-estándar IEEE 802.11n aumentar la velocidad de transferencia física son los canales de distribución espectrales de ancho de banda más amplios. Al usar un ancho de banda de canal de distribución más amplio "OFDM" se ofrecen grandes ventajas al maximizar el rendimiento. Los canales de distribución de ancho de banda más amplios son beneficiosos y fáciles de conseguir en DSP²⁰. Si se implementan adecuadamente, la duplicación del ancho de banda antiguo de canales de distribución 802.11 de 20 MHz hasta 40 MHz, puede proporcionar hasta dos veces el ancho de banda del canal de distribución útil del que se utiliza actualmente.

²⁰ DSP: Procesamiento de señales digitales

Una característica muy importante y tal vez el núcleo central de este nuevo estándar es una técnica denominada MIMO, para múltiples entradas y salidas. Se trata de una nueva manera de transmitir los datos de manera inalámbrica, consiguiendo reducir las interferencias al tiempo que se consigue poder transmitir mucha más información. Al acoplar la arquitectura MIMO con canales de distribución de ancho de banda más amplios se ofrece la oportunidad de establecer enfoques muy potentes y rentables para aumentar la velocidad de transferencia física. Entre sus versiones tenemos:

MIMO: Múltiple input múltiple output; Este es el caso en el que tanto transmisor como receptor poseen varias antenas.

MISO: Múltiple input Single output; En el caso de varias antenas de emisión pero únicamente una en el receptor.

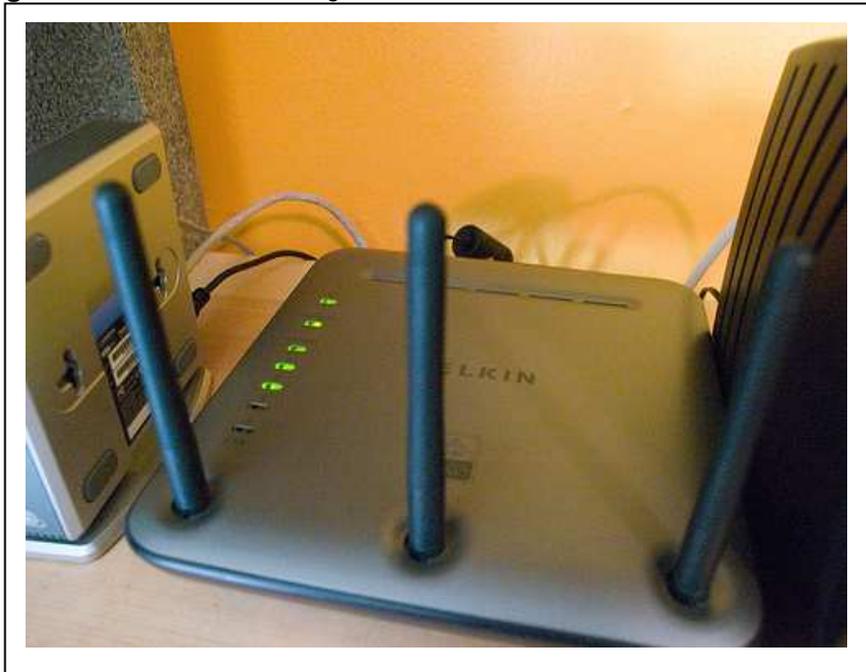
SIMO: Single input múltiple output; En el caso de una única antena de emisión y varias antenas en el receptor.²¹

²¹ Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO>

2.2.1 Tecnología MIMO

La sigla MIMO proviene del acrónimo en inglés de Multiple-input Multipleoutput, que en español significa Múltiples entradas múltiples salidas. Esta tecnología inalámbrica se refiere a la forma de manejar las ondas de transmisión y recepción en las antenas de los dispositivos inalámbricos. Sabemos que en los dispositivos inalámbricos tradicionales las ondas se ven afectadas por reflexiones, lo que ocasiona la degradación de las ondas y por consiguiente la pérdida de algunos datos. Con la tecnología MIMO no ocurre esto, ya que se basa en el aprovechamiento de fenómenos físicos para incrementar la velocidad de transmisión, así tendríamos un menor índice de error.²²

Figura 8. Ruteador de tecnología MIMO



Fuente: <http://gio903.com/2007/08/19/tecnologia-mimo>

²² Tomado de <http://gio903.com/2007/08/19/tecnologia-mimo>

2.2.1.1 Características de la tecnología MIMO

MIMO es considerado un sistema el cual consiste en utilizar múltiples entradas y salidas en un solo canal, dicho sistema esta determinado por la diversidad espacial²³ y la multiplexación espacial.

“Una característica muy importante de este sistema es que pueden utilizar multiplexación espacial para distinguir entre diferentes señales en una misma frecuencia. Es más, puede codificar esas transmisiones para que la información de cada una pueda utilizarse para ayudar a reconstruir la información de las otras. Esto se conoce como codificación en bloque espacio-tiempo, y puede pensar en ella de forma parecida a otros esquemas de paridad o de detección y corrección de errores: nos permiten incrementar la fiabilidad además del rendimiento en sentido estricto.”²⁴

MIMO puede usar los diferentes caminos adicionales de señal para hacer llegar más información y recombinar las señales desde el lado del receptor. <<Las ondas de Radio Frecuencia son Multi-Señal y siempre existe una onda primaria y varias secundarias. Hasta ahora, sólo se aprovechaba la onda primaria y las otras eran vistas como "interferencias" o "ruidos". >>²⁵ El algoritmo MIMO, envía señal a 2 o más antenas y luego las recoge y re-convierte en una.

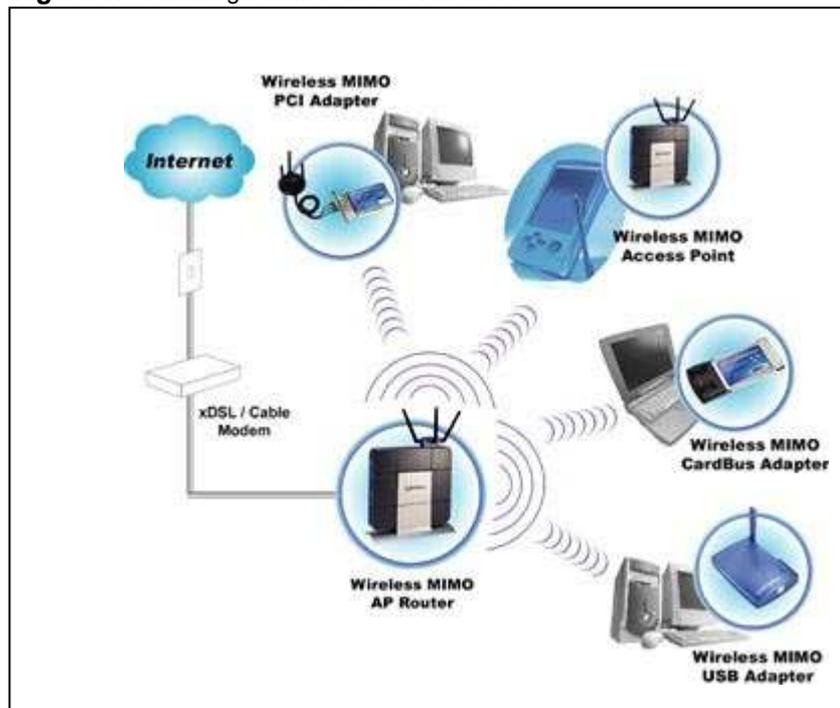
²³ diversidad espacial: conocida como una diversidad de Receptores y transmisores.

²⁴ Tomado de <http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?t=1144>

²⁵ Tomado de <http://www.virusprot.com/Wifi-802.11n-articulo.htm>

MIMO esta siendo utilizada actualmente en la industria telefónica ya que con el aumento en las transferencias de datos por medios inalámbricos podríamos estar hablando ya de la 4ta generación de teléfonos móviles, la cual promete velocidades de 100 Mb/s en movimiento y 1 Gb/s en reposo. Actualmente la velocidad de 100 Mb/s a 200 Km/h fue alcanzada con mucho éxito en Japón por la empresa NTT DoCoMo, con esto se espera la implantación de los primeros servicios 4G en el 2010 y en el resto del mundo se espera en el año 2020. Por este motivo se incorpora un ruteador con tecnología MIMO en una red WI-FI, lo que se busca es mejorar las prestaciones en la red. ²⁶

Figura 9. Tecnología MIMO en una red Wi-Fi



Fuente: <http://www.comprawifi.com>

²⁶ Tomado de <http://gio903.com/2007/08/19/tecnologia-mimo>

2.2.1.2 Desventajas de la tecnología MIMO

La tecnología MIMO, a pesar de tener muchas ventajas, también presenta muchas desventajas, entre ellas tenemos:

- Estos artículos pueden costar más del doble que los equipos de la generación anterior.
- La mayoría de los clientes MIMO de hoy son para las PC portátiles y no existen periféricos que usen esta tecnología.
- El aumento de la velocidad solo será posible en redes de área local y no en el desempeño de actividades relacionadas con Internet.
- La transferencia continua de vídeo, especialmente el vídeo de alta definición que llena toda la pantalla, puede ser esporádica. A distancias cortas, pudieran obtenerse los 19 mbps que necesita la TV de alta definición, pero si hay actividad en la red la imagen probablemente sufrirá lapsos.²⁷

2.2.1.3 Funcionamiento de MIMO

Todos los ambientes de comunicación inalámbricos poseen como principal característica la transmisión de múltiple trayectoria. Usualmente existe una trayectoria primordial desde un transmisor ubicado en un punto "A" a uno ubicado en un punto "B". El problema está en que varias de las señales transmitidas toman otras trayectorias, irrumpiendo objetos, la tierra o capas de la atmósfera. Aquellas señales con trayectorias menos directas, llegan a los receptores desfasadas y atenuadas.

²⁷ Tomado de <http://www.pcwla.com/pcwla2.nsf/articulos/30B581A112ED38F300257081004781E9>

Lo más conveniente que se debe hacer con las señales débiles multi-trayectoria es simplemente ignorarlas. Y por el contrario las señales multitrayectoria con mucha potencia pueden ser demasiado fuertes como para ignorarse, sin embargo, pueden degradar el desempeño de los equipos WLAN basados en los estándares actuales. El sistema MIMO toma ventaja de la propagación multitrayectorias para incrementar el caudal eficaz, cobertura y fiabilidad de las señales.

MIMO pone señales multitrayectoria a trabajar conduciendo y agrupando más información. Cada una de estas señales son moduladas y transmitidas por una serie de antenas al mismo tiempo y en el mismo canal de frecuencia. El uso de múltiples maneras de onda forma un nuevo tipo de radio comunicación, la cual es el único medio para mejorar los tres parámetros básicos del desempeño del enlace que son cobertura, velocidad y calidad de la señal.

“MIMO tiene la habilidad de multiplicar la capacidad, la cual es un sinónimo de velocidad. Una medida para medir la capacidad inalámbrica es conocida como la eficiencia espectral (EE). La EE es el número de unidades de información por unidad de tiempo por unidad de ancho de banda, denotada usualmente como bps/Hz (bits por segundo sobre Hertz). Si se transmiten múltiples señales, conteniendo diferentes ráfagas con información, sobre el mismo canal, se puede doblar o triplicar la eficiencia espectral. Más eficiencia espectral da como resultado más velocidad de información, más cobertura, más usuarios, una mejor calidad de la señal.”²⁸

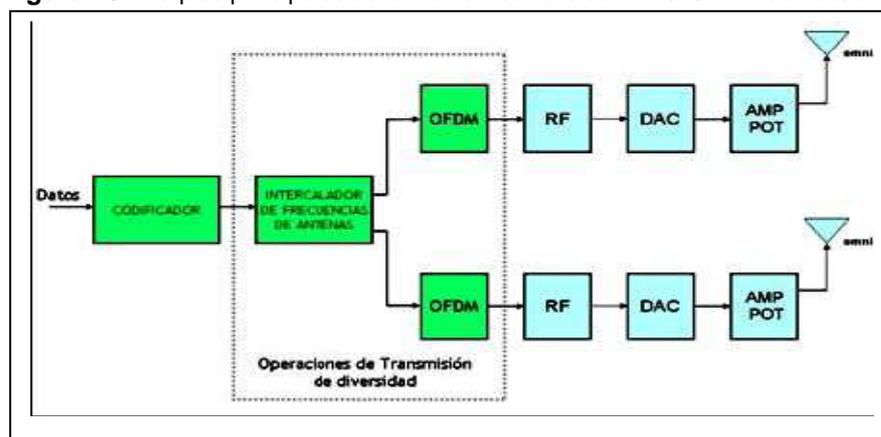
²⁸ Tomado http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=com_content&task=view&id=81&Itemid=26

“Los transmisores MIMO aprovechan las bondades de OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing). OFDM es una técnica de modulación digital que divide la señal en varios canales de banda angosta a diferentes frecuencias. Dentro de las bondades de OFDM incluyen: gran eficiencia espectral, resistencia en contra de interferencia por multirayectorias, filtrado de ruido externo.

Los principales bloques de procesamiento de un transmisor utilizando MIMO incluyen dos antenas de transmisión con dos moduladores OFDM idénticos, convertidores analógico-digital (ADC), moduladores analógicos de radio frecuencia (RF), amplificadores de potencia (AMP POT) y antenas con patrón omnidireccional.

De esta manera, la transmisión MIMO-OFDM es exactamente la misma, como si dos transmisiones OFDM simultáneas ocurrieran en el mismo canal, pero con diferentes datos digitales.²⁹

Figura 10. Bloques principales de un transmisor básico MIMO-OFDM con dos antenas



Fuente: http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=com_content&task=view&id=81&Itemid=26

²⁹Tomado http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=com_content&task=view&id=81&Itemid=26

Por otra parte la multiplicidad de antenas de la tecnología MIMO no causa problemas de interferencia, ya que cada una de las antenas se encuentran afinadas con el mismo canal de distribución, cada una transmitiendo con diferentes características espaciales. Cada receptor escucha las señales de cada transmisor, habilitando varias rutas en las que las reflexiones de ruta múltiple (normalmente interrupciones con la recuperación de la señal) pueden volver a combinarse para mejorar las señales deseadas.

La tecnología MIMO posee otro importante beneficio, el cual es proporcionar SDM³⁰. SDM multiplexa espacialmente múltiples transferencias de datos independientes al mismo tiempo dentro de un canal de distribución espectral de ancho de banda.

“SDM de MIMO puede incrementar significativamente la capacidad de proceso de los datos a medida que aumenta el número de transferencias de datos espaciales resueltos. Cada transferencia espacial necesita su propio par de antena transmisora/receptora (TX/RX) en cada extremo de la transmisión. Es importante comprender que la tecnología MIMO necesita de una cadena de frecuencia de radio (RF) independiente y de un conversor analógico a digital (ADC) para cada antena MIMO.”³¹

³⁰ SDM “multiplexación de división espacial”

³¹ Tomado de <http://www.intel.com/cd/personal/computing/emea/spa/wireless/245838.htm?print&nocc>

2.3 Que Nos Promete El Estándar 802.11n

Este estándar durante el año 2007 fue utilizado con mas frecuencia en electrónica de consumo y móviles. En un principio WI-FI, de la compañía WI-FI Alliance, certificó el borrador del estándar 802.11n para así saber y poder pronosticar futuramente como seria su desenvolvimiento en el mercado y por consiguiente también poder tomar las decisiones mas acertadas con base a su comportamiento y el mejor desempeño de este en el mercado.

El estándar 802.11n al transcurrir el año 2007 actuó como impulsor del mercado, en donde se notó la tediosa tarea del grupo encargado de los productos, que con su especial colaboración empezaron a probar estos en el mes de junio del 2007 rompiendo así con su tradicional practica la cual consistía en esperar la disponibilidad de los estándares finales.

El estándar 802.11n ha sufrido retrasos debido a los desacuerdos de los diferentes fabricantes de equipamiento y en estos momentos se prevé que sea aprobado finalmente a mediados de 2009 y no en el año 2008 como se tenía previsto últimamente.

WWiSE propone el uso de transmisiones en bucle abierto y un canal de 20Hz lo que significa simplicidad en los circuitos, uso de la red en movimiento y en definitiva menor costo a la hora de fabricar los elementos de la red a pesar de tener que usar el doble de antenas.

Por su parte TGn Sync propone el uso de transmisiones en bucle cerrado y un canal de 40Hz simultáneo con uno de 20Hz para poder conectar con redes heredadas, lo que significa mayor complejidad y costo a la hora de fabricar la circuitería.

Dejando a un lado el enfrentamiento que existe entre los dos grupos de trabajo y sus diferentes ideas, esta completamente claro que el estándar 802.11n tendrá las siguientes los detalles:

- Velocidad de hasta 500Mbps reales.
- Distancia de operatividad óptima de 50 metros en entornos cerrados.
- Tecnología MiMo (Multiple input - Multiple output). Usara varias antenas para recibir y transmitir, aumentando el numero de canales (antenas) por los que circulan los datos aumentamos el ancho de banda.
- Mayor distancia en las transmisiones, aproximadamente un cuarto más respecto a la actual con mejor eficiencia del canal.
- Compatibilidad con las redes 11.a, 11.b y 11.g, lo que significa que funcionara en las dos bandas actuales, 2.4GHz y 5GHz.
- Diseñado para transmitir HDTV o cualquier otra transmisión multimedia, solo en broadcast no vídeo bajo de manda.
- Lazo abierto o lazo cerrado. Diferencia entre los dos grupos de trabajo.
- Uso de un ancho de banda de 20Hz por canal para mantener la compatibilidad con los anteriores 11.b y 11.g o uso de 40Hz en comunicaciones 11.n y vuelta a los 20Hz cuando se deba conectar con redes heredadas. Otra de las diferencias de los grupos de trabajo.³²

³² Tomado de <http://www.criandocuervos.com/?p=483>

La compañía **Wi-Fi Alliance** estima que hacia 2011 o 2012, casi una tercera parte de los chipsets Wi-Fi acaben en dispositivos como TV, equipos estéreo para el hogar y reproductores MP3. Otra tercera parte estará incorporada en teléfonos celulares. Hasta ahora, Wi-Fi Alliance ha certificado alrededor de 140 dispositivos como 802.11n Draft 2.0., y muy a pesar de todo lo anterior muchos afirman que con la llegada de esta tecnología, Wi-Fi podrá soportar la transmisión de vídeo de alta definición y aumentar su presencia en los productos de electrónica de consumo.

Por otra parte Dlink, un prestigioso desarrollador de equipos de redes inalámbricos, ve en el estándar 802.11n una tecnología que proporcionará prestaciones inalámbricas de primera categoría, más rápidas que una conexión por cable de 10/100, a los clientes que necesiten velocidad y prestaciones a la vez que se mantiene la compatibilidad hacia atrás con los actuales equipos 802.11b/g.

Existen también otras propuestas alternativas que podrán ser consideradas y se espera que el estándar que debía ser completado hacia finales de 2007, se implante hacia principios del 2009. No obstante ya hay dispositivos que se han adelantado al protocolo y ofrecen de forma no oficial éste estándar.

2.3.1 Ventajas Del Estándar 802.11n

Son muchas las ventajas que nos brinda este nuevo estándar a diferencia de las versiones anteriores de Wi-Fi, entre ellas están la de poder trabajar en dos bandas de frecuencias, una a 2,4 GHz (la que emplean los estándares 802.11b y 802.11g) y otra a 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las versiones anteriores de Wi-Fi. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que

está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.

Las redes 802.11n son más rápidas, según un documento técnico de Tech Republic, el cual dice que esta versión ofrece una velocidad teórica de 124 megabits por segundo (Mbps) y una real de 60 Mbps. Eso casi triplica la capacidad de transmisión de datos de 802.11g (54 Mbps la teórica y 23 Mbps la real). Tech Republic hace esta diferenciación porque en el mundo real no se alcanza la velocidad oficial del estándar; incluso la real es aquella que se logra en condiciones ideales, pero esta disminuye a medida que aumentan el número de barreras, como paredes, y a la distancia.

El estándar 802.11n, parte de su buen desempeño lo debe a la tecnología MIMO, una técnica que combina varias antenas de radio para aumentar la capacidad de las transmisiones Wi-Fi. Incluso, algunos fabricantes usan configuraciones de antenas que ya permiten velocidades teóricas de 160 Mbps, y se espera que el estándar llegue pronto a 300 Mbps. Por cuenta de MIMO, 802.11n también tiene mayor alcance: tres veces más que 802.11g, que solo ofrece 30 metros.

2.3.2 Desventajas Del Estándar 802.11n

“Aunque prometen mayores velocidades de transmisión de datos, estas redes inalámbricas también cuentan con una desventaja fundamental: consumen mucha más energía que sus antecesoras.

En Network World indican que un anuncio reciente de Siemens en el que habían afirmado haber corregido problemas con el consumo de energía les hizo investigar qué problemas eran esos. Y dieron con la cifra estimada de consumo de estos dispositivos: unos nada despreciables 18 W.

Si estas especificaciones se cumplen – por ahora no hay una versión totalmente definitiva del estándar - , habrá que tener muy en cuenta el uso de estos dispositivos si no queremos que nuestra factura eléctrica se ponga por las nubes.”³³

³³ Pastor, Javier, Los dispositivos 802.11n, tragones de energía (2008):
http://www.theinquirer.es/2008/01/29/los_dispositivos_80211n_tragones_de_energia.html

3. DISPOSITIVOS INALAMBRICOS 802.11N

3.1 Compañías líderes en Productos 802.11n

El programa de certificación Wi-Fi para el estándar 802.11n, el cual administra Wi-Fi Alliance, busca una mejora en la experiencia de usuario, mayores tasas de satisfacción y una reducción de la media de llamadas a los servicios de soporte y devoluciones de producto. Compañías como Cisco, Netgear Company, Linksys, Lancom, D-link, entre otras compañías líderes en la fabricación de dispositivos Wi-Fi, luchan por dicha certificación en sus productos.

3.1.1 Productos Cisco

Cisco ha diseñado puntos de acceso llamado Aironet de referencias 1250 y 1520 que son considerados elementos de gran importancia en su nueva generación inalámbrica. Estos son puntos de accesos que son compatibles con el estándar 802.11n, aunque aún no se ha aprobado definitivamente.

“El punto de acceso Aironet 1250 alcanza velocidades de transmisión de los datos de hasta 300 Mbps.. Sin embargo, su peculiaridad está en que permite establecer un mallado de interiores, lo que amplía mucho las posibilidades del despliegue Wi-Fi, además garantiza la redundancia y evita problemas como obstáculos e interferencias; dificultades habituales en este tipo de redes. Además, incorpora la tecnología MIMO, que hace posible que muchas antenas puedan ser usadas al mismo tiempo como emisor y receptor de la señal y que incrementa la fiabilidad de la comunicación.”³⁴

³⁴ Tomado de <http://www.vnunet.es/Actualidad/Noticias/Infraestructuras/Soluciones/20071211020>

AIRONET 1250

Figura 11. Access Point Aironet 1250



Fuente: www.rbbtoday.com

Nombre:	Punto de acceso Serie Aironet 1250 Access Points (redes locales) Radios de largo alcance (redes amplias)
Marca:	Cisco Systems, serie Aironet
Referencia:	AIR-AP1252AG-A-K9
Desempeño:	11/54 Mbps
Acceso al medio:	DSSS, OFDM
Frecuencia:	2.4 y 5 GHz, banda libre (icm)
Alcance:	hasta 30 km (con amplificadores)
Equipos base (BS) y satélite (CPE)	
Antena omni, sectorial, yagi, etc.	
Amplificadores RF de 20 dBm / 1w	

Por otra parte, para llevar las posibilidades de acceso de las redes inalámbricas a las inmediaciones de los edificios, Cisco presenta Aironet 1520 Series, que tiene cobertura para un espacio circular de 800 metros de diámetro y que es

compatible con los protocolos 802.11a/b/g. En principio no permite comunicar bajo el protocolo 802.11n, pero puede ser adaptado para que así sea. Es un dispositivo embutido en una sobria caja preparada para resistir condiciones meteorológicas extremas y se desenvuelve bien en entornos donde concurren muchas conexiones de radiofrecuencia. Uno de los fines típico de este dispositivo es el de dar conexión a cámaras de video vigilancia o sensores de temperatura repartidos por un parque empresarial o por un hospital. El Aironet 1520 Series también permite el despliegue de la red en forma de malla, lo que la hace menos vulnerable.

AIRONET 1520

Figura 12. Access Point Aironet 1520 Series



Fuente: www.cisco.com

Nombre:	Aironet 1520 Series
Marca:	Cisco Systems, serie Aironet
Desempeño:	1300 Mbps
Acceso al medio:	DSSS, OFDM

3.1.2 Productos Netgear Company

Netgear Company, la cual brinda diversas líneas de productos inalámbricos utilizados en las redes de comunicaciones, como switches, routers, servidores de impresión, tarjetas PCI, etc. también está interesado en implementar la nueva tecnología en sus productos. De estos se han previsto un alto crecimiento en los últimos 2 años y se pretende ofrecer la actualización de Wi-Fi a través del nuevo estándar 802.11n, los cuales serán los pilares de crecimiento en los que espera apoyarse la compañía en el 2008, año en el que prevé crecer un 110%.

Su gama de routers inalámbricos RangeMax NEXT son compatible con el estándar provisional 802.11n 1.0, los cuales serán actualizables a través de un firmware con las nuevas especificaciones del estándar provisional IEEE 2.0. De este modo, los usuarios que en la actualidad posean algún producto inalámbrico N RangeMax NEXT pueden visitar la web de NETGEAR y poder actualizar de forma sencilla su software.

“Los routers inalámbricos N RangeMax NEXT de NETGEAR, WNR854T – edición Gigabit- y WNR834B ofrecen máxima cobertura y ancho de banda, gracias a su tecnología “Steady-Stream”. Sus antenas inalámbricas internas y su alto rendimiento ofrecen máximo rendimiento de alta calidad. Su seguridad Wi-Fi Touchless asegura el más alto nivel de seguridad de red, incluyendo los estándares de encriptación inalámbrica de la industria: WEP, WPA-PSK o WPA2-PSK.”³⁵

Como todos los productos inalámbricos de NETGEAR, los routers inalámbricos N RangeMax Next son fáciles de instalar y configurar gracias al asistente de instalación Smart Wizard. Los routers WNR854T y WNR834B son compatibles

³⁵ Tomado de <http://www.entremaqueros.com/bitacoras/press/?p=2172>

con el resto de dispositivos bajo los estándares 802.11g a 54 Mbps y 802.11b a 11 Mbps.

RANGEMAX NEXT

Figura 13. Aironet Rangemax Next



Fuente: www.casadomo.com

Nombre:	RangeMax NEXT
Marca:	NETGEAR®, Inc.
Referencia:	WNR834B
Tipo de dispositivo:	Enrutador inalámbrico + conmutador de 4 puertos
Vel. de transferencia de datos:	270 Mbps
Banda de frecuencia:	2.4 GHz
Protocolo de interconexión de datos:	Ethernet, Fast Ethernet, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Dimensiones:	17.2 cm x 3.9 cm x 22.3 cm
Peso:	0.6 kg
Precio:	€ 61,00
Accesorios incluidos:	Soporte vertical
Características:	Protección firewall, soporte de NAT, Stateful Packet Inspection , prevención contra ataque de DoS , Intrusion Detection System , filtrado de URL, etc.

3.1.3 Productos Linksys

Otra compañía que promete mucho en el desarrollo del estándar 802.11n y que también esta dando sus primeros pasos con esta tecnología es *Linksys*, al crear el router Wireless-N Gigabit WRT350N, cuyo precio a finales del año 2007 fue de 180 euros.

Este router, que dicho en otras palabras, es un punto de acceso inalámbrico el cual permite conectarse a la red sin cables, es además considerado un switch debido a sus cuatro puertos ethernet 10/100/1000 en los que puedes conectar dispositivos y crear una red física. También cabe resaltar que incluye un puerto USB cuya función es permitirle al usuario añadir capacidad de almacenamiento a su red utilizando tanto discos duros como memorias USB, convirtiendo el router de Linksys en un auténtico centro multimedia capaz de hacer streaming con los archivos de música o vídeos almacenados en ese disco duro de una manera inalámbrica, es decir, transmisión de vídeo en alta definición por la red local. Esto lo que nos va a permitir es disponer de dispositivos conectados que reproduzcan directamente el contenido almacenado en otros equipos conectados de forma inalámbrica a la red de nuestra vivienda.

“El router Wireless-N Gigabit WRT350N es muy fácil de instalar. Cuenta con un pequeño soporte que permite mantener el router en vertical, si así lo quisiera el usuario. Tan sólo hay que conectarlo al módem y poner las antenas para que el PC pueda conectarse a él. Este producto no ofrece complicación alguna ni en la conexión ni en su funcionamiento. La gran ventaja es que ofrece la facilidad de poder conectar al router un disco duro externo, ya sea portátil o no, el cual pasa automáticamente a convertirse en parte de la red y por tanto accesible al resto de ordenadores y dispositivos de la red.”³⁶

³⁶ Tomado de <http://www.casainteractiva.es/Laboratorio/Productos/Comunicaciones/20071217035>

LINKSYS WRT350N WIRELESS-N GIGABIT ROUTER

Figura 14. Linksys Wrt350n Wireless-N Gigabit Router



Fuente: www.cybertrek.co.za

Nombre:	Linksys WRT350N Wireless-N Gigabit Router
Fabricante:	Linksys
Referencia del fabricante:	WRT350N
Precio:	US \$192.95
Modelo:	WRT350N
Puertos:	Power, Internet, Ethernet, USB
Seguridad que Maneja:	WEP, PSK, PSK2 WEP
Nro. de Antenas:	3
Dimensiones:	7.40 x 1.57 x 6.93 in; (188 mm x 40 mm x 176 mm)
Peso:	0.50kg
Compatible con las especificaciones:	802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u, MIMO

3.1.4 Productos Lancom

Una compañía que también se apunta en el manejo de esta tecnología es la firma alemana **Lancom** que apostará este año por la construcción de un canal de ventas sólido, una red que supera ya los 2.700 integrantes en Europa y que

espera ampliar en al menos 600 partners más. Lancom Systems como se había mencionado este año se centrara en la creación de una red de partners de estructura regional que permita atender de cerca las necesidades de los clientes y que constituya la base de redes de distribución nacionales sólidas, dinámicas y bien estructuradas. Este crecimiento se centrará específicamente en las regiones europeas de Austria, Suiza, Benelux, Italia y España, que a lo largo del año 2007 mostraron su potencial. Lancom para este año 2008 también espera tener un crecimiento significativo en sus tres áreas de actividad.

3.2 Dispositivos 802.11n Certificados

La Alianza WiFi, que es la organización comercial que prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares IEEE 802.11x, ha lanzado una lista de dispositivos reconocidos oficialmente que funcionan con el borrador 2.0 de la especificación WiFi 802.11n. Estos productos están certificados para trabajar sin problemas con redes 802.11n ya que realmente la versión final del WiFi "n" se lanzará el año que viene.

“Con el potencial de ofrecer un rango de cobertura hasta cinco veces superior, y duplicar las velocidades de transferencia de la generación previa inalámbrica, los productos basados en el borrador 802.11n versión 2.0 pueden hacer que las comunicaciones sean mucho más efectivas. Así, los usuarios sacarán mayor partido de aplicaciones que requieren rangos de transferencia superiores, como es el vídeo de alta definición, los juegos en red entre varios usuarios de una red, y servicios con un ancho de banda dedicado, como puede ser la VoIP”.

Según comenta Frank Hanzlik, miembro del equipo de la Wi-Fi Alliance, “este programa de certificación viene a respaldar a las compañías que están apostando por los dispositivos inalámbricos basados en el borrador 802.11n”. Además, añade Frank, “dichas certificaciones eventuales aseguran que las especificaciones cumplen los requisitos de compatibilidad entre los dispositivos actuales y los estándares 802.11x anteriores.

De esta forma, según ofrece el comunicado de la organización patrocinada por la industria, algunos dispositivos ya han sido certificados en base al borrador 2.0, entre los que se incluyen tarjetas y routers de Atheros con su modelos Xspan, de Broadcom con su familia Intensi-Fi, un punto de acceso de Cisco, así como productos de Intel para nueva plataforma Centrino, Marvell, Ralink y WildPackets, entre otros.”³⁷

Con dicha certificación, los usuarios cuentan con las garantías de que los productos indicados proporcionan interoperabilidad Wi-Fi Certified, según las pruebas llevadas a cabo por la Wi-Fi Alliance. Los productos certificados por Wi-Fi Alliance mostrarán un nuevo logo que permitirá a los consumidores constatar la condición de certificados.

Figura 15. Logo Wi-Fi Alliance



Fuente: www.enrutators.cl

³⁷Tomado de <http://www.idg.es/dealer/articulo1.asp?clave=184362>

También se ha hecho pública una guía del comprador online, una herramienta sencilla que permite comprobar si los productos que salen al mercado cuentan con dicha certificación.

“Cabe destacar que los modelos que soportan el borrador N operan en la banda de los 2,4 GHz, ya utilizado en los estándares b/g. Con el fin de obtener mejores resultados en la transferencia, la alianza espera ampliar el espectro actual a los 5 GHz, una banda en la que se producirían menores interferencias. En el momento en que el estándar 802.11n sea ratificado, la palabra borrador será eliminada del logotipo, lo cual no se producirá hasta finales del próximo año.

La lista oficial de productos certificados basados en el borrador 2.0 del estándar 802.11n es la siguiente:

- Atheros XSPAN with SST Draft 2.0 802.11n Dual-Concurrent 2.4/5GHz Router with Atheros AR7100 Series Wireless Network Processor
- Atheros XSPAN with SST Draft 2.0 802.11n Dual-Band 2.4/5GHz Card B
- Broadcom Intensi-Fi 802.11n Router: BCM94705GMP
- Broadcom Intensi-Fi 802.11n Card: BCM94321MC123
- Intel Wireless WiFi Link 4965AGN
- Marvell TopDog WLAN solutions (Station Card)
- Marvell TopDog WLAN solutions (Access Point)
- Ralink MIMObility RT2800PD Chipset featuring the RT2860 802.11n 2T3R MAC/BBP and the RT2850 802.11n Dual Band RFIC
- Ralink MIMObility RT2800PD Access Point³⁸

³⁸Tomado de <http://www.idg.es/computerworld/noticia.asp?id=58317&tema=net>

CONCLUSION

Del nuevo estándar creado por la IEEE llamado 802.11n se esperan grandes cosas, una de ellas es proporcionar a los usuarios una mayor satisfacción en cuanto a los servicios, y esto se logra incorporándole este estándar a los dispositivos que muchas compañías están dispuestas a diseñar. Entre los dispositivos que se elaboran tenemos access point, Router, y muchos otros que son parte esencial en una red WI-FI.

Asimismo se obtendrán beneficios como el de alcanzar un mejor rendimiento en la red WI-FI, que para ser más exactos lo que se alcanza es una mayor velocidad, cobertura e interoperabilidad y un ahorro de costes con respecto a las tecnologías de cables.

Pero al parecer no todo puede ser positivo, detallando y analizando otros aspectos a la información concerniente a este estándar, sabemos que no existe seguridad de cuando salga al mercado el borrador final del estándar o el estándar original; lo que no nos permite ultimar concretamente como será su desenvolvimiento en el mercado, es decir como actuara frente a otras tecnologías existentes como WIMAX móvil que por su puesto no se quedara atrás y al transcurrir el tiempo también mejorara e incorporara nuevos servicios – productos.

Igualmente falta mucha implementación del estándar 802.11n, lo que permitirá también deducir si finalmente este será el mejor sucesor de las anteriores versiones 802.11a, 802.11b y 802.11g con respecto a especificaciones como la cobertura que abarcan estas, la compatibilidad entre los dispositivos con él y con las anteriores versiones, interferencias, entre otros; y así se vera reflejada la prestación del servicio.

BIBLIOGRAFIA

KRISHNA SANKAR, Sri Sundaralingan, **Cisco wireless Lan security**
Editoria Cisco Systems, Inc 2005

TOBY J, Velte, ph.D, **Cisco** 802.11 Wireless Networking quick preferece
Editoria Cisco Systems, Inc 2006

GAST, Matthew S, REDES WIRELESS 802.11, 1ª edición (11/2005).

802.11n: Next-Generation Wireless LAN Technology. White Paper

Fuentes de información electrónica

http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado_por_secuencia_directa

<http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO-OFDM>

http://www.citel.oas.org/newsletter/2006/marzo/banda-ancha_e.asp

<http://www.amentis81.googlepages.com>

<http://www.3w.sjicc.com/articulos/ver.aspx>

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesbajoguadalquivir/inf/ral/WifiEnCasa.pdf>

802.11n: Next-Generation Wireless LAN. Technology. Broadcom Corporation.
Pag. 6.

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

<http://gio903.com/2007/08/19/tecnologia-mimo>

<http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?t=1144>

<http://www.virusprot.com/Wifi-802.11n-articulo.htm>

<http://www.comprawifi.com>

<http://www.eveliux.com>

<http://www.criandocuervos.com/?p=483>

<http://www.theinquirer.es>

RECOMENDACIONES

Es recomendable conocer al menos el funcionamiento básico de las redes inalámbricas WIFI, para así lograr un mayor entendimiento de su nuevo estándar 802.11n descrito en el documento y poder hacer un buen uso de los conocimientos que se pueden adquirir.

Dado a que el estándar 802.11n es relativamente nuevo y aun esta en proceso, se recomienda investigar constantemente en diferentes fuentes actualizadas, los distintos cambios que ocurran en este estándar, para así poder estar al tanto de su desarrollo y aportar algo en los objetivos de esta monografía.

ANEXOS

GLOSARIO

ADSL_(Asymmetric Digital Subscriber Line): Línea de Abonado Digital Asimétrica, este tipo de líneas establecen tres canales de comunicación: envío de datos, recepción y servicio telefónico normal.

Banda ISM (ISM - Industrial, Scientific and Medical) : son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica ,médica y comunicaciones WLAN.

Broadcast: es un modo de transmisión, cuando una maquina envía información a otra multitud de maquinas

Bluetooth: sistema de conexión inalámbrica de corto alcance (aproximadamente 10 metros)

CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance.

Convertidores analógico-digital (ADC): es convertir mediante señales la información analógica en digital y viceversa

Cortafuegos o Firewall: Suele utilizarse en las grandes empresas para limitar el acceso de Internet a sus empleados así como para impedir el acceso de archivos con virus.

CSMA/CA: carrier sense multiple access with collision avoidance.

Firewall: Programa que sirve para filtrar lo que entra y sale de un sistema conectado a una red.

HDTV: Acrónimo en inglés de High Definition Television o Televisión de alta definición

Home RF: técnica permite la transmisión de voz, datos e imágenes de vídeo en la vivienda o en empresas pequeñas.

HR/DSSS: High Rate Direct Sequence Spread Spectrum.

Hub: Dispositivo que se utiliza para interconectar dos o mas estaciones, este divide su ancho de banda entre el total de nodos activos

ISM: Industrial, Scientific and Medical.

MAC: Medium Access Mechanism.

N draft: versión del borrador n

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

PDA's: Agendas electrónicas personales.

Plug and play: se refiere a la capacidad de un sistema informático de configurar automáticamente los dispositivos al conectarlos y estará listo para su uso.

PreN: antes del estandar n

PSK: Pre-Shared Key.

Punto de Acceso o AP: (Access Point): Dispositivo que conecta dispositivos de comunicación inalámbrica entre sí para formar una red inalámbrica.

Router ADSL: Router con tecnología ADSL

Tech Republic: sitio de noticias de tecnología dirigida por CNET Networks

Uplink: El uplink de un concentrador de red (hub), se puede considerar una boca destinada a la conexión de dos concentradores por medio de un cable directo

Wi Fi: Wireless Fidelity.