

Desarrollando el estándar IEEE 802.11n, un paso adelante en WLAN

Eva Herrera-Ramírez

Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma
de Baja California
Blvd. Benito Juárez s/n
Mexicali, B.C., México
evaherrera@uabc.mx

Arnoldo Díaz-Ramírez

Departamento de
Sistemas y Computación
Instituto Tecnológico
de Mexicali
Ave. Tecnológico s/n
Mexicali, B.C., México
adiaz@itmexicali.edu.mx

Carlos T. Calafate

Departamento de Informática
de Sistemas y Computadores
Universidad Politécnica
de Valencia
Camino de Vera s/n
Valencia, España
calafate@disca.upv.es

Resumen

El trabajo aquí presentado es una recopilación sobre el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas *802.11n* de la *IEEE*.

De manera general se explica la manera en que surge el estándar y sus características mas importantes, incluyendo un breve recorrido por los estándares aprobados de la familia *802.11*.

Se presenta además información específica relacionada con el estándar, entre la que se incluyen las características con que cuenta, qué es lo que aportará en el mundo de las redes inalámbricas a diferencia de los otros estándares ya existentes de su misma familia, cuál será la repercusión que tenga el adaptar la tecnología ya existente a éste nuevo estándar, la lucha de intereses que hasta ahora ha evitado que el mismo sea aprobado y sea solo un “*pre-estándar* o *borrador*”, como actualmente se conoce, el no haber podido evitar el desarrollo de dispositivos basados en él y la adquisición de los mismos por los usuarios, aún teniendo en cuenta el punto anterior.

También se presenta una justificación de las razones por las que era necesario desarrollar un nuevo estándar, cómo es que al lanzar el *802.11n* se da un gran paso para lo que es la próxima generación de

redes inalámbricas, así como cuál es el papel que la alianza *Wi-Fi* tiene en el desarrollo del estándar.

Por último, se habla de que aspectos deben tomarse en consideración si se va a adquirir un dispositivo *WiFi 802.11n*, tanto para que se decida adquirirlo como para no hacerlo.

1. Introducción

El estándar *802.11* o *WiFi* es una familia de especificaciones desarrolladas por la *IEEE* (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) para la tecnología de redes de área local inalámbricas, y que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura *OSI* (capa física y de enlace de datos). En éste estándar se especifica una interfaz sobre el aire entre el cliente y la estación base o entre dos clientes inalámbricos. Actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación que utilizan todas los mismos protocolos.

Esta familia ha desarrollado una serie de estándares, además del original (*802.11*), como lo son: el *802.11b*, *802.11i*, *802.11e* y otros en evolución como *802.11r*, *802.11s* de los que incluso existen productos comerciales pre-estándar actualmente en el mercado. Aún así, los que más se conocen y que han

sido aprobados hasta ahora son el *802.11a*, *802.11b* y *802.11g*, los cuales están en el mercado con un gran éxito comercial.

Otro estándar del que se ha escuchado y leído bastante últimamente es el *802.11n*. Éste es uno de los estándares en evolución que surge debido a la gran demanda de las *WLAN* (*Wireless Local Area Network*). Durante la segunda mitad del año 2003 la *IEEE* aprueba la creación del *IEEE 802.11 Task Group N*. Éste grupo desarrollaría una nueva revisión del estándar *802.11*, en el cual la 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.

A finales de enero del 2006 se aprobó el primer borrador del estándar y en marzo del 2007, después de un intenso debate y controversia entre todos los miembros que forman parte del *IEEE*, se aprobó la versión borrador 2.0, la cual también se conoce como “*pre-11n*”.

2. ¿Como llegamos al 802.11n?

2.1. Recorrido por los estándares de la familia Wi-Fi

El *IEEE 802.11* ha generado una serie de estándares de redes inalámbricas desarrolladas por el grupo de trabajo 11 del comité de estándares *LAN/MAN* del *IEEE*. Estos estándares, como se mencionó en la introducción, incluyen seis tipos diferentes de modulación, las más populares corresponden a las letras *a*, *b* y *g*. Con el *802.11i* la seguridad fue mejorada, el resto de los estándares proporcionan mejoras del servicio.

El estándar original, publicado en 1997, especifica-

ba dos tasas de transmisión a 1 y 2 Mbps utilizando señales infrarrojas o en la banda de frecuencia *ISM* (*Industrial Scientific Medical*) a 2.4 GHz, aunque actualmente no hay implementaciones en la banda de infrarrojos.

Los estándares *802.11b* y *802.11g* usan la banda sin licencia de 2.4 GHz, sujeta a interferencias de microondas o teléfonos inalámbricos, mientras que el estándar *802.11a* cubre la banda de 5 GHz, bastante más libre de interferencias.

Un problema de éste estándar es que ofrecía tantas opciones que hacía difícil garantizar la interoperatividad, de manera que se dejaba bastante libertad a los fabricantes, por lo que fue rápidamente superado por el *802.11b*.

2.1.1. Estándar 802.11b

El estándar *802.11b* fue aprobado en 1999, permitiendo una tasa de transmisión máxima de 11 Mbps, utilizando el mismo método de acceso al medio que el *802.11*. En la práctica no era posible superar los 6 Mbps con *TCP* (*Transmission Control Protocol*) y los 7 Mbps con *UDP* (*User Datagram Protocol*).

Los primeros equipos aparecieron muy rápidamente, ya que era una extensión a una modulación *DSSS* (*Direct-Sequence Spread Spectrum*) del estándar original. El aumento de velocidad y el reducido costo consiguieron un rápido crecimiento de la demanda y oferta.

El protocolo se puede utilizar en topologías *punto-a-multipunto* (las más habituales) o *punto-a-punto*, con enlaces con distancias proporcionales a las características de las antenas y potencia utilizada. Además, si existen problemas de calidad de señal, es posible transmitir a 5.5, 2 y 1 Mbps, que utilizan métodos más redundantes de codificación de datos.

El estándar divide el espectro en 14 canales que se traslapan, a una distancia de 5 Mhz cada uno de ellos. Esto provoca que cada canal interfiera con los dos adyacentes a cada lado, ya que el ancho de banda es 22 Mhz, a partir de donde la señal cae 30 dB como mínimo. Es por ello que se recomienda optar por los canales disjuntos (ej. canales 1,6 ó 11), que no representan traslapes especiales, produciéndose interferencias mínimas.

Los canales disponibles en cada país difieren de acuerdo a la reglamentación del mismo. Así, mientras en los Estados Unidos hay 11 canales disponibles, en Europa se disponen de 13 y en Japón 14.

2.1.2. Estándar 802.11a

El estándar fue aprobado en 1999. Se basa en el estándar original, operando en la banda de 5 GHz, pero utilizando la técnica *OFDM* (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) de modulación con 52 canales, alcanzando tasas de transmisión de hasta 54 Mbps, que se pueden corresponder con un rendimiento real de 20 Mbps. De forma similar al estándar *802.11b*, la tasa se puede reducir a 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps. El estándar dispone de 12 canales no traslapados.

Utilizar la banda de 5 GHz permite disponer de menos interferencias, pero condiciona las instalaciones a disponer de línea de vista, además de tener una mayor absorción.

En un primer momento fue utilizado en Estados Unidos y Japón, sin obtener licencia para operar en Europa, que en ese momento optaba por apostar por el estándar Hiperlan, hasta que en 2003 fue admitido.

De las 52 subportadoras, 48 se utilizan para datos y cuatro actúan como pilotos, con una separación de 312.5 KHz. Cada subportadora puede ser *BPSK* (*Binary Phase Shift Keying*), *QPSK* (*Quaternary Phase Shift Keying*), 16 *QAM* (*Quadrature Amplitud Modulation*) o 64 *QAM*. La duración del símbolo es de 4 microsegundos, con un periodo de guardia de .8 microsegundos.

Esta tecnología no fue tan adoptada como la basada en el *802.11b*, ya que tenía un rango menor y estaba limitada en Europa. Hoy en día está ganando aceptación al existir intervalos duales.

2.1.3. Estándar 802.11g

En Junio de 2003 se aprobó el tercer estándar, el *802.11g*. Este estándar funciona en la banda de los 2.4 GHz, como el *802.11b*, pero con una tasa máxima de 54 Mbps (y efectiva de 24.7 Mbps). Es compatible con el *802.11b* y utiliza las mismas frecuencias.

Desafortunadamente, los conflictos con los equipos *802.11b*, las interferencias y el hecho de que las fre-

802.11	Estándar original
802.11a	54 Mbps en la banda 5Ghz
802.11b	Mejora en el 802.11, para la banda de 2.4 Ghz soporta 5.5 Mbps y 11 Mbps
802.11d	Extensiones internacionales para roaming, configura dispositivos automáticamente para cumplir las regulaciones RT locales
802.11e	Introduce mejoras de calidad de servicio
802.11f	Protocolo Inter-access Point Protocol(IAPP), define comunicaciones del punto de acceso interno para facilitar WLAN múltiples
802.11g	54 Mbps en la banda de 2.4 Ghz
802.11h	Define la gestión del espectro de la banda 5Ghz
802.11i	Mejora en la seguridad
802.11j	Adaptación para Japón
802.11k	Medidas de recursos radio
802.11n	Mejoras de rendimiento "throughput".
802.11p	WAVE: wireless access for vehicular environment
802.11r	Roaming rápido
802.11s	Redes ad-hoc wireless
802.11t	Predicción de rendimiento wireless(WPP)
802.11u	Interworking con otras redes
802.11v	Gestión de redes Wireless

Cuadro 1: Resumen de los estándares 802.11

cuencias más altas estén más expuestas a sufrir pérdidas han reducido la efectividad de la tecnología.

El hecho de que hayan aparecidos *chips* y equipos *tri banda* han favorecido el despliegue de la tecnología. Una característica adicional, llamada *SuperG*, hace posible duplicar la señal, pero ocasiona conflictos con otros equipo provocando que no sea compatible en muchos casos.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los estándares con los que cuenta la familia *802.11*. En este cuadro aparecen el *802.11n*, que es el "*pre-estándar*" que motiva éste documento, y en el cual profundizaremos a continuación.

2.2. ¿Que nos lleva al 802.11n?

Obviamente, como en todos los ámbitos, siempre se quiere avanzar, ir un paso adelante y mejorar lo ya existente. En el caso del *802.11n*, además de la

gran demanda que tienen las redes inalámbricas por la necesidad de tener conectadas a Internet las computadoras portátiles desplazándonos libremente, existen algunos puntos que se tomaron en cuenta para el desarrollo de éste estándar como son los siguientes:

- La velocidad de transmisión de las redes inalámbricas es afectada por muchas fuentes de sobrecarga. La sobrecarga se debe principalmente a los preámbulos necesarios para cada paquete, como lo son los acuses de recibo, ventanas de contención y varios parámetros de espaciado entre tramas. Al aumentar la velocidad de transmisión estos problemas se hicieron más agudos.
- La capacidad de transmisión de los datos de los sistemas no inalámbricos con respecto a los inalámbricos no es la misma, los productos de tecnología inalámbrica existentes tienen una tasa de transmisión de datos insuficiente.
- La porción de datos acarrerados se encogió mientras la sobrecarga permaneció fija.

2.3. El 802.11n la próxima generación de redes inalámbricas

Después de analizar los diferentes estándares de la familia *WiFi* y puntualizar que fue lo que motivó la creación del *IEEE 802.11n*, se pasará a analizar tanto su funcionamiento como las ventajas y posibles desventajas que traerá consigo.

Como se mencionó en la introducción, la *IEEE* autorizó la creación del *Task Group N (TGn)* para hacer una revisión al *802.11*. El objetivo principal por el cual se aceptó la creación del estándar *802.11n* es definir modificaciones en la capa física y la capa de control de acceso al medio para alcanzar una velocidad de procesamiento de datos de 100 Mbps en la capa *MAC SAP (Media Access Control Layer, Service Access Point)* situada en el tope de la capa de control de acceso al medio.

Tomando en cuenta este mínimo requerimiento, se podrá tener aproximadamente un flujo de datos 4 veces mayor que el de las redes actuales con los estándares *802.11*. La propuesta del grupo para dar éste paso en la transformación de las redes inalámbricas es

Estándar IEEE	Estimación sobre el aire (OTA)	Estimación en la MAC SAP
802.11b	11 Mbps	5 Mbps
802.11g	54 Mbps	25 Mbps (Cuando .11b no esta presente)
801.11a	54 Mbps	25 Mbps
802.11n	200+ Mbps	100 Mbps

Cuadro 2: Comparación de velocidades de transferencia

el de dar un mejor servicio al usuario con las nuevas aplicaciones de las redes inalámbricas y nuevas zonas de mercado. A la vez se espera una suave transición hacia una nueva tecnología.

La alianza *WiFi* también muestra interés en el trabajo del *TGn* sobre el estándar *802.11n*. Representantes de la industria se unieron bajo el nombre de *WiFi Alliance - High Throughput Marketing Task Group*, para definir y publicar un documento de requerimientos de marketing (*MRD: Marketing Requirements Document*). La alianza *WiFi* especifica las expectativas de ejecución que aumentarán la experiencia de los usuarios en respuesta al mejoramiento de procesamiento de datos, rango, robustez a la interferencia y una experiencia más confiable a través del *Conjunto de Servicios Básicos (BSS: Basic Service Set)*.

Intel está contribuyendo al éxito de *802.11n* en diversas maneras: presidió el comité *TGn* responsable de desarrollar los documentos núcleo que van a ser usados como guía de *TGn* en el desarrollo del estándar *802.11n*, y ha aprobado contribuciones a estos documentos, incluyendo modelos de canal, de uso, requerimientos funcionales y criterios de comparación. En el Cuadro 2 se muestra un comparativo de velocidades de transferencia del estándar *802.11* de acuerdo a estudios realizados por *Intel* en el 2004.

Intel también ha sido responsable de las aprobaciones técnicas a *TGn* sobre las tecnologías *MAC* y *PHY*, las metodologías de medición de ejecución y simulación. Ayudó como coautor del *WiFi Alliance MRD para redes inalámbricas de alta fidelidad* y continuó proveyendo el liderazgo de la industria, conduciendo las discusiones actuales de los líderes de la

industria de las redes inalámbricas. Por medio de todos estos esfuerzos, *Intel* y otras industrias líderes desarrollarán y aprobarán juntas una propuesta *IEEE TGn* completa para el estándar *IEEE 802.11n*.

2.4. Logrando la transformación de las redes inalámbricas

Intel cree que una simple demostración de 100 Mbps bajo ciertas condiciones no bastará para asegurar una “*experiencia robusta del usuario con aplicaciones emergentes*”, es decir, no será suficiente para satisfacer las expectativas de los usuarios.

La visión de *Intel* para el *802.11n* logrará e inclusive superará el objetivo de 100 Mbps del *IEEE TGn* en la capa *MAC SAP (MAC Service Access Point)*. *Intel* espera que la tecnología *WLAN* soporte consumidores electrónicos (*CE*), computación personal, y plataformas de comunicación handheld a través de las mayores empresas, hogares y entornos públicos.

Intel cree que el *802.11n* debe emplear una filosofía revolucionaria reusando tecnología existente, mientras se introducen nuevas tecnologías donde se provea un efectivo mejoramiento de ejecución para conocer las necesidades de las nuevas aplicaciones que nos irán envolviendo. Reutilizar el legado de tecnologías tales como *OFMD (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)*, *FCE (Forward Error Correction)*, *interleaving* y *QAM (Quadrature Amplitude Modulation)*, para mantener los costos bajos y la compatibilidad.

Existen 3 áreas clave que necesitan ser consideradas cuando se habla de mejoramiento en la transformación de las *LANs* inalámbricas.

Primero, serán necesarios avances en la tecnología de radiotransmisores para poder incrementar la velocidad de transferencia física.

Segundo, deben ser desarrollados nuevos mecanismos que implementen el manejo efectivo de modos *PHY* perfeccionados.

Tercero, son necesarios mejoramientos en la eficiencia de transferencia de datos para reducir los impactos de transformación de cabeceras *PHY* y retrasos de radiotransmisores que de otra manera reducirán los mejoramientos alcanzados con creces en la velocidad de transferencia física.

Al mismo tiempo, mientras se desarrollan nuevos acercamientos para lograr transformación, la coexistencia con dispositivos *802.11a/b/g* existentes, es necesaria. Todas estas áreas deben ser tomadas en cuenta cuando se consideran implementaciones prácticas y efectivas para segmentos de *marketing* sensibles al costo.

2.5. Incrementando la velocidad de transferencia física

Aún acorde a la visión de *Intel*, se sabe que las especificaciones del *802.11n* difieren de las de sus predecesores, ya que provee de una variedad de modos opcionales y configuraciones que dictan una diferencia máxima de velocidad de transmisión de los datos. Esto habilita al estándar para proveer la base para el funcionamiento de los parámetros para todos los dispositivos *802.11n*, mientras permite a los fabricantes aumentar o poner a tono las capacidades para acomodar diferentes aplicaciones y puntos de precio. Con cada posible opción habilitada, el *802.11n*, como ya se mencionó antes, puede ofrecer velocidades de datos de hasta 600 Mbps. Pero el hardware de las *WLAN* no necesita soportar cada opción para ser complaciente con el estándar. En el 2006, por ejemplo, la mayoría del hardware *draft-n* para *WLAN* disponible estaba esperando soportar velocidades de datos hasta 300 Mbps.

2.5.1. Mejor OFDM

En el borrador *802.11n*, el primer requerimiento es soportar la implementación de *OFDM* que mejora al *802.11a/g*, usando una más alta tasa de código y escasamente más ancho de banda. Éste cambio mejora la máxima velocidad alcanzable de datos a 65 Mbps de 54 Mbps en los estándares existentes.

2.5.2. Mejora MIMO

Uno de los más importantes componentes de las especificaciones del borrador es conocido como *Multiple Entrada Multiple Salida* o *MIMO*. De hecho, muchos identifican al *802.11n* como el “*estándar MIMO*”. Esta es una tecnología que, mediante el empleo de varias

antenas, ofrece la posibilidad de resolver información coherentemente desde varias rutas de señales mediante antenas receptoras separadas espacialmente.

Las señales *multi-ruta* son las señales reflejadas que llegan al receptor en cualquier momento después de la señal original o de la línea de vista que ha sido recibida. Generalmente la *multi-ruta* es considerada como interferencia que reduce la habilidad del receptor para recuperar información inteligente.

MIMO proporciona la oportunidad de resolver espacialmente las señales *multi-rutas*, al proporcionar ganancias de diversidad que contribuyen a la habilidad de un receptor para recuperar la información inteligente.

Otra oportunidad valiosa que puede proporcionar la tecnología *MIMO* es el *Multiplexado por División Espacial* (*Spatial Division Multiplexing, SDM*), el cual crea una división espacial multiplexada en varios flujos de datos independientes, transferidos simultáneamente dentro de un canal espectral del ancho de banda. El *MIMO SDM* puede incrementar notablemente el rendimiento de datos, así como la cantidad de flujos espaciales permitidos.

Hay 2 características en las especificaciones del *draft-n* que se enfocan en mejorar la ejecución de *MIMO*, llamada *beam-forming* (forma de emisión) y *diversidad*. *Beam-forming* es una técnica que enfoca señales de radio directamente en la antena, mejorando el rango de ejecución por una limitación de interferencia.

La *diversidad* explota múltiples antenas por la combinación de salidas o seleccionando la mejor parte de un largo número de antenas que requieren recibir un número de flujos espaciales. Esto es importante porque las especificaciones de *draft-n* soportan hasta 4 antenas, así que los dispositivos probablemente se comuniquen unos con otros construidos con un diferente número de antenas.

En el Cuadro 3 se muestran los principales componentes de *Borrador 802.11n*.

2.5.3. Mejorando el rendimiento y la velocidad de transmisión de datos.

Otro modo opcional en el borrador *802.11n* duplica de manera efectiva las velocidades de datos dupli-

Características	Definición	Especificación del estatus
Mejor OFDM	Mayor ancho de banda y velocidad, max de 65 Mbps	Obligatorio
Multiplexado por división de espacio	Mejora la transformación por parsing de datos al transmitir a través de multiples antenas	Opcional para hasta 4 flujos espaciales
Diversidad	Explota la existencia de múltiples antenas. Utilizado cuando el número de antenas en el receptor es más es más alta que el de flujos siendo transmitidos	Opcional para mas de 4 antenas
Ahorro de poder MIMO	Limita el consumo de poder penalizado por MIMO utilización de de múltiples antenas	Requerido
Canales de 40 Mhz	Duplica ancho de banda de 20 a 40 Mhz	Opcional
Agregación	Transmite múltiples paquetes de datos de forma consecutiva	Requerida
Espacio Reducido Inter-Frame (RIFS)	Provee un retardo mas corto entre las transmisiones OMFD que en 802.11a o g.	Requerido
Modo <i>Greenfield</i>	Elimina el soporte para 802.11a/b/g en redes <i>draft-n</i>	Comúnmente opcional

Cuadro 3: Principales componentes del borrador 802.11n

cando el ancho de un canal de comunicación de una *WLAN* de 20 Mhz a 40 Mhz. El truco es que tendremos menos canales disponibles para otros dispositivos. En el caso de la banda 2.4Ghz, hay suficiente espacio para tres no-superpuestos canales de 20 Mhz. Es innecesario decir que un canal de 40 Mhz no deja mucho espacio a dispositivos para compartir la red o transmitir en el mismo espacio aéreo.

Estándar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Fecha	1999	1999	2003	n.d.
Velocidad (Mbps)	54	11	54	600
Modulación	OFDM OFDM	DSS CCK CCK	DSSS CCK OFDM	DSSS CCK OFDM
Banda (Ghz)	5	2.4	2.4	2.5 o 5
No de flujos	1	1	1	1 a 4
Canal (Mhz)	20	20	20	20 o 40

Cuadro 4: Comparación de los diferentes estándares de la familia 802.11

Con todos los modos opcionales y las alternativas que inhiben la *compatibilidad hacia atrás*, el arreglo de posibles combinaciones de características y velocidades de datos correspondientes pueden ser abrumadoras. Para ser precisos, el actual borrador del *802.11n* provee 576 posibilidades de configuraciones de velocidades de datos. En comparación, *802.11g* provee 12, mientras *802.11a* y *802.11b* especifican 8 y 4 respectivamente. El Cuadro 4 muestra de manera sintetizada la comparación entre los diferentes estándares *802.11*.

2.6. Lucha de intereses

Cuando se inició con el desarrollo del estándar *802.11n* no había muchos interesados en éste, pero las cosas han cambiado en la actualidad.

Los fabricantes de teléfonos celulares pretenden dispositivos de bajo consumo, mientras que los fabricantes de *WiFi* de consumo pretenden diseñar un *chip WiFi* muy potente para utilizarlo en TV de *alta definición*, y no les preocupa mucho el consumo del *chip 802.11n*. En disputa, los representantes de la industria de la computación tradicional han quedado en medio. Esto ha provocado muchas discusiones políticas que han hecho que la salida del estándar se retrase.

El proceso también se ha estado demorando debido a que entre los promotores del estándar se han formado dos grupos antagónicos: *WWiSE* y *TGn Sync*.

Ninguno de los dos tiene una mayoría suficiente para imponer su tecnología por lo que las negociaciones están detenidas. En el 2005 se creó otro grupo con empresas de ambos bandos para tratar de encontrar algún punto medio, el grupo "*Enhanced Wireless Consortium-EWC*". En lo que concuerdan los dos grupos es en la utilización de la tecnología *MIMO*.

WWiSE se ha enfocado en la simplicidad de los circuitos y prefiere un diseño de lazo abierto: el transmisor envía los datos directamente hacia el receptor sin esperar ningún tipo de información de parte de éste.

En cambio *TGnSync* ocupa *Tx BF* para enviar una señal de "*entrenamiento*" al receptor, quien la recibe y analiza. Luego esta información sobre la ruta es enviada de vuelta al transmisor que selecciona la potencia de salida y el esquema de modulación que mejor se acomoda a esa ruta. Esto se conoce como diseño de lazo cerrado, ya que existe una retroalimentación hacia el transmisor por parte del receptor. Con esta técnica la eficiencia en la utilización de la frecuencia mejora significativamente, pero los circuitos necesarios son más complejos. Por otra parte, la gente de *WWiSE* dice que con esta técnica la eficiencia se puede ver disminuida cuando se trata de una comunicación en movimiento.

Cada una de las alternativas tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, *WWiSE* es capaz de manejar sin problemas comunicaciones con receptores en movimiento, pero debido a que no tiene una retroalimentación por parte del receptor, transmite utilizando siempre la misma potencia, lo que se traduce en una pobre eficiencia en el uso de la energía en la transmisión.

Al contrario, *TGnSync* tiene una alta eficiencia en la transmisión y una optimización en el consumo de energía, pero la necesidad de que exista un envío de información por parte del receptor hacia el transmisor hace que no sea muy apropiado su uso en terminales que estén en movimiento.

3. Lo que debemos saber antes de adquirir dispositivos WIFI 802.11n

Ya se tiene un panorama bastante amplio de lo que el estándar *IEEE 802.11n* nos ofrecerá. Tomando en cuenta que las especificaciones del borrador *802.11n*, fueron diseñadas para asegurar compatibilidad con más de 200 millones de dispositivos *WiFi* actualmente en uso, se mencionarán los puntos claves que se deben considerar para adquirir un dispositivo de éste tipo:

- El primer punto podría ser que es un sistema muy novedoso que se basa en la tecnología *MIMO* como ya se ha explicado. Las ondas de *RF* son “*Multiseñal*” y siempre existe una onda primaria y varias secundarias. Hasta ahora, solo se aprovechaba la onda primaria y las otras eran vistas como interferencias o ruidos. El algoritmo *MIMO*, envía señal a 2 o más antenas y luego recoge y reconvierte una. Según la propuesta final que se adopte para el estándar *WiFi 802.11n* funcionará en bandas de 2, 4 o 5 Ghz y se alcanzarán velocidades superiores a 100 Mbps. Estas podrían llegar a 600 Mbps. Otro tema a tener en cuenta es el alcance de la nueva tecnología, cuyas ondas de radiofrecuencia podrían llegar casi a 5000 metros del emisor.
- La velocidad es importante según sea el caso, pero es un gran atractivo para los compradores. De acuerdo con los expertos en *WiFi*, la velocidad de una red inalámbrica la fija el usuario más lento, y de nada sirve tener un punto de acceso muy rápido si la mayoría de los usuarios son lentos, por lo que solo en algunos casos se podrá sacar ventaja de la velocidad.
- Obligar a una tecnología como la *802.11n* a juntarse con *802.11b* y *802.11g* significa un gran sacrificio de recursos técnicos. La transmisión de información en redes inalámbricas *WiFi 802.11b* y *802.11g* tiene lugar en la banda 2.4GHz, que está muy poblada y solo dispone de 3 canales no superpuestos para un ancho de 20 Mhz por un

canal, por donde sube y baja la información. En *802.11n* se propone utilizar canales de 40 MHz de ancho. Para hacer que las dos tecnologías sean compatibles se degrada a *802.11n*, perdiéndose muchas de sus ventajas. En *802.11a* se trabaja en la banda de 5 Ghz, mucho más despoblada y con 8 canales como mínimo para elegir; por ello, si hay muchos que abogan por “impedir” a *802.11n* que incluya la opción de funcionar en la banda de 2.4 GHz.

4. Conclusiones

Si actualmente se compra algún producto *802.11n* se debe estar consiente de que el estándar final aún no esta aprobado, por lo que los productos existentes en el mercado son productos “*pre-estándar*”.

Es muy importante que los diversos elementos que componen una red inalámbrica *WiFi* tengan un comportamiento armónico. De hecho, la *WiFi Alliance*, había comunicado que no certificaría productos respecto al inexistente estándar. Pero en Septiembre del 2006 claudica ante la presión del mercado y declara que certificará puntos de acceso y PCs del estándar *802.11n* y lo hará en base al borrador del estándar, como ya lo había hecho antes con otros estándares.

Aún así, el “*pre-estándar*” *802.11n* nos presenta un panorama bastante prometedor y, aunque hasta ahora solo sea un borrador, y como suele pasar en estos casos, éste puede seguir modificándose hasta su aprobación final.

Actualmente, a una gran cantidad de usuarios parece no importarles la aprobación del estándar y adquieren productos “*pre-estándar*” aún siendo advertidos de los posibles problemas de incompatibilidad con otros estándares ya aprobados.

No es hasta el 2008 cuando el estándar se aprobará y entonces habrá que ver si los productos del “*pre-estándar*” son compatibles o no.

Referencias

- [1] <http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE-802.11>

- [2] James M. Gilson Technical Marketing Engineer, Communications Technology Lab. Intel Corporation, "The Next Generation of Wireless LAN Emerges with 802.11n", Technology@Intel Magazine. August 2004
- [3] Redes Inalámbricas (WI-FI), Curso gratis publicado en Virusprot.com, Dic, 2006
- [4] WIMAX: la revolución inalámbrica. Estado del arte de la tecnología, Grupo de Ingenieros de Quobis, 21/08/2006
- [5] Carolina Lillo, Tecnologías Inalámbricas, "802.11n:La batalla por un estándar", Sección "Los dos bandos", Mouse.cl, 06/diciembre/2006
- [6] D. Eduardo Tabacman, Ing. Industrial de la UBA," Estándar WIFI 802.11n La Gran Confusión", Vrusprot.com, Enero 2007
- [7] James M. Wilson, Qudrupling Wi-Fi speeds with 802.11n ,Deviceforge.com, Aug/9/2004
- [8] 802.11n Next Generation Wireless LAN Technology, Broadcom Corporation, April, 2006