

2 Estándares de Redes Inalámbricas 802.11.

La aplicación de estándares ha permitido a las tecnologías inalámbricas alcanzar tasas de transmisión necesarias para soportar aplicaciones de datos, voz y video. Un beneficio adicional de su uso, es la interoperación de dispositivos de diferentes marcas. Esto brinda la seguridad de que los productos servirán y proveerán cierta funcionalidad, independientemente de los fabricantes. Debido a la importancia de los estándares, se exponen las características básicas de los más utilizados hoy en día en redes inalámbricas.

2.1 Estándares de Redes Inalámbricas Locales.

Las redes 802.11 caen dentro de lo que se conoce como redes inalámbricas locales, las cuales pueden dar cobertura a edificios, escuelas, oficinas, etc., sin llegar a abarcar áreas metropolitanas.

Existe una clasificación de redes de acuerdo al tamaño. A continuación se muestra una tabla con esta información, en el que se puede observar el alcance que tiene cada una de ellas:

Red Inalámbrica.	Alcance.
WPAN (Wireless Personal Area Network)	5-10 [m]
WLAN (Wireless Local Area Network)	>100 [m]
WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)	Ciudades
WWAN (Wireless Wide Area Network)	País

Tabla 2.1 Clasificación de Redes de acuerdo a su alcance.

El primer estándar que apareció para estas redes fue el estándar 802.11, posteriormente se desarrolló 802.11b. Tiempo después se empezó a desarrollar 802.11a pero se estaba buscando un estándar que fuera compatible con 802.11b, por lo que finalmente se desarrolló 802.11g. Los estándares 802.11g y 802.11a ofrecen las mismas tasas de transmisión, pero 802.11g tiene un mayor alcance debido a la frecuencia de operación. Debido a esto y su compatibilidad con 802.11b, el estándar 802.11g es el más utilizado. Recientemente se liberó el estándar 802.11n que opera a la misma frecuencia que 802.11a y 802.11b; antes de liberarlo se comercializaba bajo el nombre de “draft 802.11n”.

A continuación se mencionan las características más importantes de los estándares IEEE 802.11.

802.11 (1997)

El estándar 802.11 inicialmente estableció dos técnicas de transmisión para radiofrecuencia: FHSS y DSSS, y una especificación de transmisión infrarroja que no ha sido desarrollada. FHSS es una tecnología de transmisión inalámbrica, que

tiene como característica el salto o cambio de la frecuencia que utiliza para transmisión; el uso de frecuencias para su salto están determinadas por patrones y los saltos se realizan en toda la banda disponible. DSSS es una tecnología que siempre opera sobre el canal de frecuencia, de tal forma que no ocupa toda la banda disponible.

802.11 puede utilizar tasas de transmisión de 1Mbps y 2Mbps. FHSS y DSSS son dos mecanismos que no son compatibles entre sí.

Al hablar de esta familia de estándares, si nos ubicamos dentro del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI), decimos que las funciones que realizan se encuentran en las dos primeras capas (capa física y capa de enlace).

802.11b (1999)

Este estándar es conocido como HR-DSSS. Es una mejora del primer estándar 802.11 publicado por la IEEE. La contribución de 802.11b fue el incremento de las tasas de transmisión de 5.5Mbps y 11Mbps. Para llevar a cabo esto, DSSS fue la técnica elegida para la capa física debido a que FHSS no puede soportar tasas de transmisión mayores a 2Mbps. 802.11b puede interoperar con sistemas 802.11 DSSS, pero no puede hacerlo con sistemas 802.11 FHSS. La diferencia principal entre DSSS y HR-DSSS radica en que utilizan diferentes métodos de modulación.

802.11a (1999)

El estándar 802.11a, conocido como OFDM, utiliza frecuencias de transmisión cercanas a 5GHz; fue introducido al mismo tiempo que 802.11b. Es una tecnología que hace un multiplexado en el dominio de la frecuencia para transmitir datos, de tal forma que divide el canal de operación en varios canales y realiza transmisiones en paralelo. El sistema OFDM provee tasas de transmisión de hasta 54Mbps, pero tiene características de propagación diferentes a 802.11b debido a la frecuencia de uso.

802.11g (2003)

El estándar 802.11g, conocido como ERP-OFDM, soporta tasas de transmisión de hasta 54Mbps, utilizando técnicas de modulación provenientes de 802.11a. Adicionalmente al uso ERP-OFDM, el estándar 802.11g puede utilizar un modo de operación llamado ERP-DSSS, que básicamente establece compatibilidad con 802.11b (HR-DSSS).

802.11n (2009)

Este estándar se basa en la utilización de varias antenas de forma simultánea, teniendo hasta un máximo de cuatro para recepción y cuatro para transmisión, esta característica se le conoce como MIMO (Multiple Input Multiple Output).

El estándar, conocido como HT-OFDM, realiza transmisiones simultáneas en las que aplica un multiplexado en el dominio de la frecuencia (MIMO-OFDM), de tal forma que se pueden realizar varias transmisiones sobre la misma frecuencia al mismo tiempo con antenas diferentes. 802.11n tiene varios modos de operación, lo que da como resultado compatibilidad con 802.11a y 802.11g. En el primer modo opera de forma compatible con 802.11a ó 802.11g, dejando a un lado la operación 802.11n. En el segundo modo la forma de operación es mixta. 802.11n opera con los protocolos 802.11a y 802.11g de forma simultánea. En el último modo la operación es solamente como 802.11n. Teóricamente con la utilización de esta tecnología se pueden alcanzar tasas de transmisión cercanas a 600Mbps.

2.2 Radiofrecuencias Disponibles.

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) ha creado dos bandas de uso libre, conocidas como: bandas Industrial, Científico y Médico (ISM) y las bandas de Infraestructura de Información Nacional sin Licencia (U-NII). Actualmente existen 12 bandas ISM, pero solo la que empieza en 2.4GHz es utilizada por los estándares 802.11, 802.11bg y 802.11n, mientras que las cuatro bandas U-NII son utilizadas por 802.11a y 802.11n. En la tabla 2.2 se muestra el desglose de estas bandas y como se relacionan con los estándares 802.11.

Estándar 802.11 utilizado	Frecuencia y Banda de Operación
802.11	2.4GHz ISM
802.11a	5GHz U-NII
802.11b	2.4GHz ISM
802.11g	2.4GHz ISM
802.11n	2.4GHz ISM ó 5Ghz U-NII

Tabla 2.2 Bandas y Frecuencias utilizadas por los estándares 802.11 (fuente: Radiowave Propagation and Antennas for Personal Communications [21]).

2.3 Canales de Operación.

El rango de frecuencias 2.4GHz a 2.5GHz se encuentra dividido en canales de un ancho definido, los cuales fueron establecidos por los organismos reguladores de las telecomunicaciones de cada país.

La mayoría de los países tienen la misma separación de frecuencias para los canales comprendidos en el rango de frecuencias mencionado; el ancho de cada canal es de 22MHz. En México se tienen disponibles los canales 1-13, en Estados Unidos se utilizan los canales 1-11, mientras que en Europa se tienen disponibles los canales 1-13. Japón es un caso particular en el que se utilizan los 14 canales. En los últimos años España y Francia han adoptado las regulaciones establecidas por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI). En la tabla 2.3 se muestran las frecuencias centrales de los canales:

Canal	Frecuencia Central [GHz]	México	E.U.	Europa	Japón
1	2.412	X	X	X	X
2	2.417	X	X	X	X
3	2.422	X	X	X	X
4	2.427	X	X	X	X
5	2.432	X	X	X	X
6	2.437	X	X	X	X
7	2.442	X	X	X	X
8	2.447	X	X	X	X
9	2.452	X	X	X	X
10	2.457	X	X	X	X
11	2.462	X	X	X	X
12	2.467	X	---	X	X
13	2.472	X	---	X	X
14	2.484	---	---	---	X

Tabla 2.3 Canales de Operación (fuente: 802.11 Wireless Network Site Surveying and Installation [7]).

La selección de los canales en el diseño de las redes 802.11 es indispensable. Para evitar interferencia creada por los mismos elementos de una red, es necesario seleccionar canales cuyas frecuencias no se traslapen. La separación que existe entre los canales 1 y 6, y los canales 6 y 11 es mayor a 22MHz, razón por la cual son los más utilizados. Es posible utilizar el resto de los canales pero se tiene la limitante de que sólo podrán seleccionarse dos canales sin que exista interferencia. Como se verá más adelante, el uso de tres canales para la realización de diseños permite reutilizar los canales de tal forma que pueden alcanzar configuraciones con un número ilimitado de dispositivos; hecho que no podría llevarse a cabo si se utilizaran solamente dos canales ya que se presentaría un traslape de frecuencias.

2.4 Resumen.

En este capítulo se revisaron los estándares más importantes de la familia 802.11, además de mostrar las frecuencias de operación que utilizan estas tecnologías.

La aplicación de la familia de estándares 802.11 involucra el uso de ciertas frecuencias, es decir, un estándar como el 802.11b sólo puede ser utilizado para la frecuencia de 2.4GHz y no para una frecuencia de 10GHz. Estas reglas o límites, ayudan a evitar problemas de interferencia.

El mejoramiento y crecimiento de las redes inalámbricas 802.11, se debe en gran medida a la utilización de estándares. El avance que se ha obtenido en poco más de una década ha sido impresionante, teniendo al inicio (802.11) aplicaciones de emulación de consola por mencionar algún ejemplo, hasta hoy en día (802.11n) aplicaciones de voz y video.