



Escuela de Educación Técnica N° 3139 Gral. Martín Miguel de Güemes

TECNICATURA EN INFORMATICA PROFESIONAL Y PERSONAL

MATERIA: CONEXIÓN A REDES EXTENDIDAS

TEMA: EXTENSION DE REDES CON WIFI

Prof. SEBASTIAN JAVIER GARCIA

Extensión de Redes con Wi-Fi

Introducción

Actualmente las antenas Wi-Fi han avanzado tanto que ya es posible establecer conexiones entre dos puntos muy alejados entre sí. Ahora mismo ya es posible conectar dos casas separadas por varios kilómetros mediante un enlace Wi-Fi de varios kilómetros, aunque lógicamente, no siempre será posible y se deben tener en cuenta muchos factores antes de hacerlo, y, sobre todo, mirar qué antenas Wi-Fi son las más recomendables para realizar este trabajo.

En esta clase vamos a explicar de manera básica qué tipos de antenas existen y cómo podemos crear un enlace Wi-Fi de varios kilómetros si se dan las condiciones adecuadas.

Objetivos

Los estudiantes que completen esta clase deberán poder:

- Reconocer los distintos tipos de antenas de Wi-Fi y sus diferencias.
- Comprender las distintas clasificaciones de las antenas Wi-Fi.
- Describir los distintos estándares de la Alianza Wi-Fi.
- Describir los tipos de seguridades que se emplean en una conexión Wi-Fi.
- Comprender los conceptos básicos para configurar una conexión Wi-Fi.
- Planificar una conexión Wi-Fi en ambientes exteriores.

Actividades

- Leer atentamente y completar el trabajo practico.

Tipos de antenas Wi-Fi

Para mejorar la señal de una conexión inalámbrica, encontramos varios tipos de antenas Wi-Fi, cada una de ellas están orientadas a un objetivo, y **no todas las antenas Wi-Fi que existen valen para todos los usos**. Debemos elegir cuidadosamente los equipos que compremos y saber en detalle el tipo de antena que tenemos.

Antenas omnidireccionales

Las antenas omnidireccionales son las que **emiten y reciben en todas las direcciones** en el plano horizontal, es decir, **emiten y reciben en los 360°** de la antena. En el plano vertical va a depender de la **ganancia** que tengamos en la propia antena para tener más sensibilidad, por lo que será muy importante mirar este detalle en las especificaciones técnicas cuando vayamos a comprar una antena.

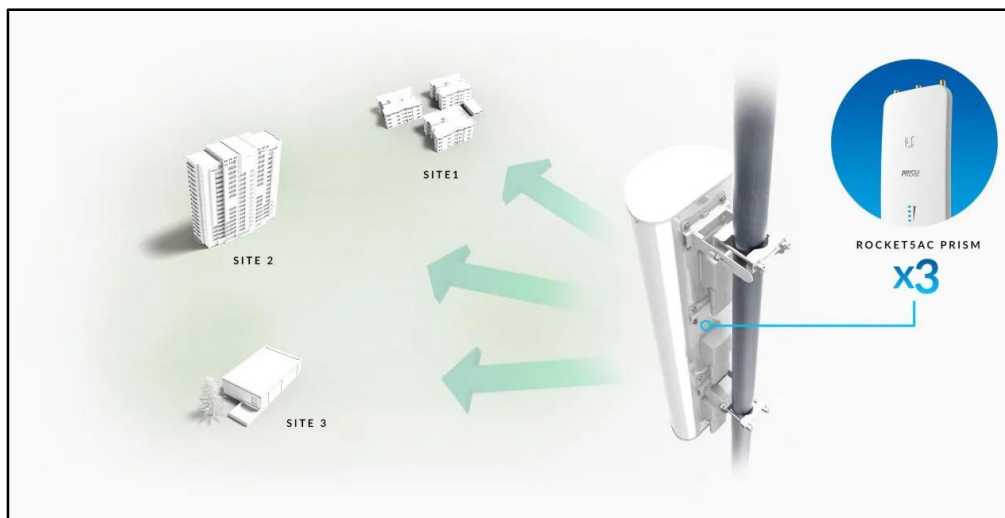


Las antenas omnidireccionales tienen un espectro en forma de **corona circular**, irradian en todas las direcciones, por lo que no se centran únicamente en una dirección, y, por tanto, son menos “potentes” que sus homólogas con antenas direccionales. El radio de acción no queda restringido a un haz concreto. **Este tipo de antenas es ideal para extender redes inalámbricas existentes unas decenas de metros**, como, por ejemplo, mejorar la cobertura de nuestro jardín.

La gran mayoría de equipos domésticos como routers, puntos de acceso, PLC con Wi-Fi o sistemas Wi-Fi Mesh, disponen de este tipo de antenas, ya que irradian en todas las direcciones.

Antenas sectoriales

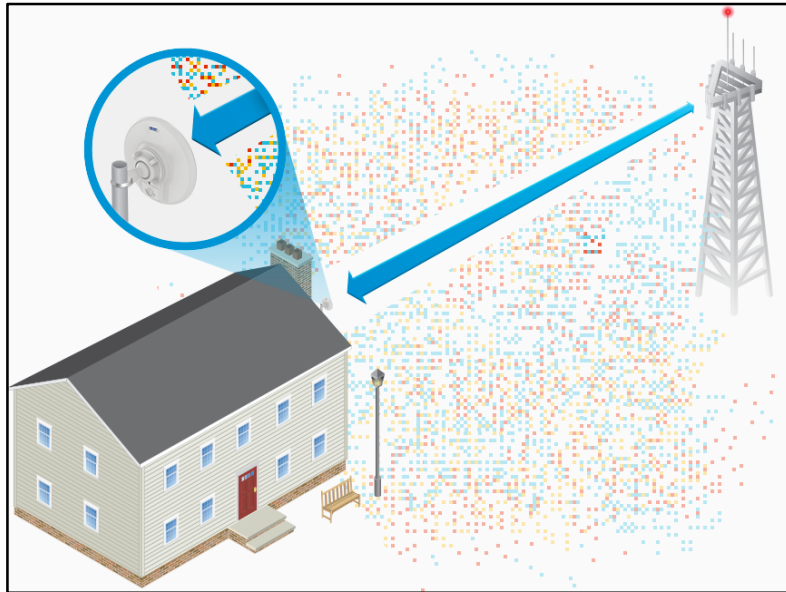
Las antenas sectoriales son capaces de **irradiar de manera horizontal en unos grados (°)** determinados, existen antenas sectoriales de **45°, 60°, 90° e incluso de 180°**. Este tipo de antenas **son capaces de llegar más lejos**, y normalmente son usadas por los operadores WISP para proporcionar cobertura a varios clientes simultáneamente.



Si se quiere dar una cobertura homogénea a un determinado espacio, este tipo de antenas son ideales. **Este tipo de antenas proporcionan mayor potencia que las omnidireccionales ya que irradian menos ángulo.**

Antenas direccionales

Este tipo de antenas **emiten únicamente en una dirección**, con muy poco **ángulo horizontal** y también **vertical**. Son las ideales para realizar **enlaces punto a punto**, ya que concentran toda su energía radiada de manera localizada, **aumentando la potencia hacia el receptor**, y, además, **evita interferencias** que puedan generar otras redes Wi-Fi.



Cuando se usan este tipo de antenas, hay que hacer un estudio bastante detallado sobre la posición de emisor y receptor, ya que el ángulo es tan pequeño que tendrás que apuntar para conseguir un buen enlace inalámbrico.

Tipos de conexión de las antenas Wi-Fi

También podremos diferenciar las antenas según la forma de conexión:

- Wi-Fi Ethernet.
- Wi-Fi USB.

Una diferencia importante de las antenas Wi-Fi Ethernet frente a las antenas USB, es que estas últimas ofrecen un alcance menor y se conectan directamente al equipo.

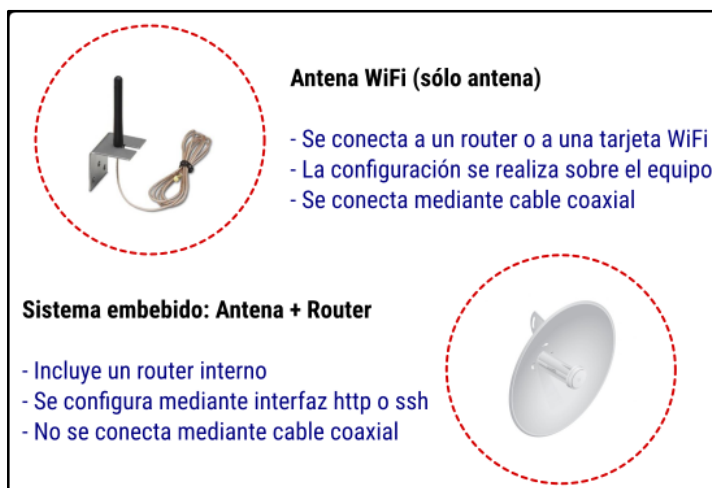


La de la izquierda sería una antena **Wi-Fi con interfaz Ethernet**, con una **cobertura** de entre **10 y 30 km**. La de la derecha sería una **antena USB** de tipo planar con un **alcance** de **2 a 3 km**.

Otra clasificación que podríamos hacer es entre una antena W-iFi **simple** y una antena **con sistema operativo incorporado**. Algunos de los equipos que podemos encontrar en la actualidad no son una simple antena, tienen algo más en su interior. En este caso vamos a diferenciar entre dos tipos:

- **La antena simple** emplea un conector **RG58** o **RP-SMA** en la mayoría de casos, lo conectaremos directamente al router, AP o tarjeta Wi-Fi, y automáticamente obtendremos mejor recepción de señal. Son las más baratas y podemos comprarlas tanto de exterior como de interior. No se requiere ningún tipo de configuración.
- **La antena con sistema operativo** es un **AP** o **CPE** Wi-Fi, y viene con **CPU**, **RAM** y **sistema operativo** integrado para la gestión del dispositivo. Si queremos configurarlo, podremos conectarnos vía **web**, ya sea mediante **Ethernet** o **Wi-Fi**, e incluso también por **SSH**. Las antenas Wi-Fi incorporadas pueden ser **omnidireccionales**, **sectoriales** o **direccionales**.

En esta imagen se puede ver la diferencia entre una antena simple y una antena con sistema embebido.



Estándares de la Alianza Wi-Fi

Existen diversos tipos de Wi-Fi basados en un estándar **IEE 802.11**, que certifica la propia Alianza y que consta de una serie de normas inalámbricas creadas por el **Instituto de Ingenieros y Electrónicos (IEEE)**. Entre los estándares más importantes, caben destacar:

IEE 802.11

Por decirlo de alguna manera, es el estándar base para las comunicaciones de redes inalámbricas. No remonta allá a finales de los años 90 y permitió transferir datos a **1Mbps**.

IEE 802.11a

La primera revisión del estándar 802.11 nació allá por el año 1999 y opera sobre la banda de frecuencias de **5 GHz**, con una velocidad máxima de **54 Mbps**, seguía ofreciendo no obstante el problema de una **excesiva atenuación** en el aire debido a la banda en la que operaba, por lo que era necesario estudiar la expansión a nuevas bandas de frecuencias.

IEE 802.11b

La revisión 802.11b comenzó a gozar pronto de una gran aceptación en general debido a que al operar en la banda de **2,4 GHz** se reducía la atenuación eliminando muchas interferencias **mejorando la calidad de la señal** Wi-Fi. La velocidad de transmisión que ofrecía quedó establecida en unos teóricos **11 Mbit/segundo**, pero su principal lastre fue que la cobertura en interiores quedaba limitada a un radio de **50 metros**.

IEEE 802.11g

Sin salir del ancho de banda de **2,4 GHz**, el Wi-Fi g aprobado en el año 2003 igualaba en lo que respecta a la velocidad de transmisión máxima teórica de **54 Mbit/seg**, al **estándar a**, pero **mejoraba** a su vez también la **cobertura en interiores y exteriores** que ofrecía el **estándar b**, lo que provocó la popularización de equipos que la implementaron en todo el mundo.

IEE 802.11n

También conocida como **Wi-Fi 4**. Sin duda uno de los grandes puntos de inflexión en las conexiones inalámbricas, gracias a la implementación de las redes **MIMO** en el estándar Wi-Fi, ya que, aunque dichas antenas estaban ya presentes en equipos 802.11g, aquí comenzaron a normalizarse gracias a las ventajas de esta tecnología. Además de ser compatible con los estándares anteriores, con el Wi-Fi 802.11n se cubren velocidades de transferencia de entre **150 y 600 Mbps**, garantizando velocidades de conexión de **300 Mbps** estables en este último caso.

Por otra parte, la tecnología **MIMO** hace uso de **varias antenas** instaladas en el router para el **envío y recepción de datos de manera simultánea**. Aplicada a este estándar se ayuda a lograr coberturas de hasta 120 metros en interiores y 300 metros en exteriores.

IEEE 802.11ac

También conocido como **WiFi 5** o **WiFi Gigabit**, el nuevo estándar **WiGig** trajo consigo las grandes velocidades a las conexiones inalámbricas y prueba de ello es el avance conseguido con el Wi-Fi 802.11ac. Gracias a la tecnología **beamforming** para focalizar las señales de radio, el alcance de estas redes inalámbricas es superior incluso a pesar de operar en la banda de **5 GHz** y a velocidades mucho mayores gracias a las antenas múltiples (hasta un máximo de 4). En este caso, la velocidad teórica queda fijada hasta en **1.300 Mbps**.

IEEE 802.11ah

Esta revisión es conocida también bajo el nombre de **HaLow**, “HaLow” ha sido la última en llegar y lo hace dispuesta a plantear una seria alternativa al Bluetooth de cara a explotar el sector del **Internet de las Cosas** y encauzar las conexiones de los dispositivos conectados en el hogar el día de mañana. En este caso hablamos de un ancho de banda de **900 MHz** por lo que ofrece un **alcance mayor** que las redes que operan sobre 2,4 GHz además de ayudar a aligerar dicha banda dirimiendo el tráfico de conexiones de los dispositivos conectados del hogar.

IEEE 802.11ax

También conocido como **WiFi 6** y diseñado para operar en los espectros de **2.4 y 5 GHz**. Además de utilizar **MIMO** y **MU-MIMO**, este nuevo estándar introduce **OFDMA** para mejorar la eficiencia espectral global y ofrecer un mayor rendimiento. Es compatible con los protocolos anteriores y ofrece una velocidad máxima teórica de **10 Gbps**.

Tipos de seguridad en conexiones WiFi

La seguridad del Wi-Fi es variable, principalmente en función del cifrado que se aplique a las comunicaciones entre el router y los adaptadores inalámbricos. Existen varias opciones, y se pueden dividir entre seguras y no seguras por sus características técnicas:

- **WEP (Wired Equivalent Privacy):** Este tipo de cifrado nos remonta hasta el año 1999. En esa época era el más utilizado en el mundo, pero como es lógico, su uso ha ido disminuyendo con el paso de los años. En su llegada se descubrieron **muchos fallos y agujeros de seguridad**, lo que hizo que tuviera que ir mejorando con el paso del tiempo. Aunque los principales fallos y agujeros fueron solucionados, lo cierto es que se trata de un **cifrado poco fiable y fácil de explotar**.



- **WPA (WiFi Protected Access):** WPA fue la respuesta a los principales fallos y vulnerabilidades de WEP. Las **claves** usadas por WPA son de **256 bits**, a diferencia de los **128 bits** usados por **WEP**, aunque no es la única mejora ya que incorpora la **comprobación de contenidos e integridad de mensajes** para evitar que puedan ser interceptados y el uso del **protocolo de clave temporal TKIP**, lo cual ayuda a que un router pueda ser atacado fácilmente como ocurría con WEP.
- **WPA2:** La principal diferencia con WPA es el uso del **AES**, que realiza un **cifrado por bloques** para permitir **claves más largas y seguras** y la implementación del **CCMP** que se trata de un **protocolo mejorado de encriptación** que sustituye a TKIP.
- **WPA3:** Incorpora el **cifrado de 192 bits** en vez de 128 bits, lo que hace que el **cifrado** sea más **seguro y difícil de romper**. Esto hace que sea más seguro **incluso con contraseñas menos fuertes**, por lo tanto, una misma clave es más vulnerable a **ataques de fuerza bruta** en WPA2 que en WPA3. Cuenta también con un nuevo modo de configurar y conectar a la red dispositivos sin la necesidad de que tengan pantalla ni botones físicos, etc.

Conceptos básicos de Wi-Fi

Modulaciones

En Wi-Fi como en otras tecnologías de banda ancha inalámbrica se pueden usar varias modulaciones (o **velocidades de conexión**) y en muchos equipos estas modulaciones **se ajustan automáticamente** según la calidad de la señal que estemos recibiendo

La modulación es una técnica que permite transmitir información sobre una frecuencia portadora. Hay muchos tipos de modulación y la mayoría de los tipos de comunicación inalámbricos, si no todos, utilizan algún tipo de modulación. **Dependiendo de la modulación** que se utilice se pueden transportar **más datos** y por lo tanto tener **mayor velocidad de transmisión**, pero por supuesto al tener una modulación que pueda transmitir más datos necesitamos **señales mucho más potentes y limpias**, es decir, es mucho más difícil mandar la información de un lado al otro del enlace.

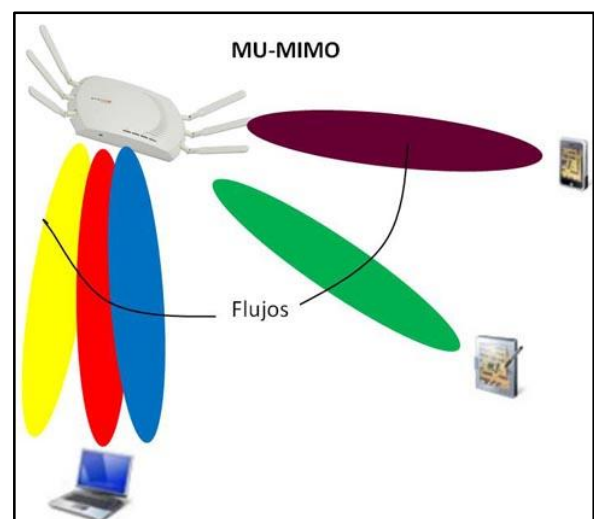
Modulación	Velocidad de transmisión
BPSK	15 Mbps
QPSK	45 Mbps
16QAM	90 Mbps
64QAM	150 Mbps
256QAM	200 Mbps

En Wi-Fi se pueden utilizar varias modulaciones y actualmente **todos los equipos se ajustan automáticamente a la señal recibida, subiendo o bajando la modulación y la velocidad de transmisión** automáticamente para tener siempre la más alta posible según la calidad que tenga nuestra conexión. Esto es particularmente importante en tecnologías móviles como Wi-Fi ya que los usuarios se mueven constantemente cambiando las condiciones de conexión.

MIMO

MIMO es un acrónimo para **Multiple Inputs Multiple Outputs (Múltiples entradas Múltiples Salidas)**. En las actuales tecnologías inalámbricas esto significa que tenemos **varias antenas** y **cada una de ellas transmite y recibe al mismo tiempo en el mismo canal**, multiplicando los datos transmitidos por el número de entradas y salidas. Por ejemplo, **en 802.11n el estándar permite hasta 4 flujos simultáneos, multiplicando por 4 el ancho de banda máximo de 150Mbps. En 802.11ac se prevén hasta 8 flujos simultáneos.**

Utilizar MIMO no es sencillo y como podrán intuir cuantos más flujos tengamos la complejidad general se multiplica rápidamente. Por poner un



ejemplo, a pesar de que el estándar 802.11n permite tener MIMO **4x4**, los equipos comercializados solo tienen MIMO **2x2**, es decir **dos flujos de datos**, transmitiendo un máximo de 300 Mbps.

Poner más flujos de datos aumenta rápidamente la complejidad de la electrónica, reduce las distancias de cobertura y aumenta el número de antenas necesarias. En este caso de 802.11n necesitaríamos 4 antenas en el AP y en los smartphones y ordenadores para transmitir los 4 flujos. Para el estándar 802.11ac se necesitarían 8 antenas. Como esto es muy complicado para un equipo de cliente, en este nuevo estándar se resuelve permitiendo múltiples usuarios recibiendo al mismo tiempo, cada uno de ellos utilizando unos pocos de estos flujos.

Beamforming

Beamforming es una **técnica relativamente nueva y difícil de aplicar**. Se trata de juntar **muchas antenas sectoriales para completar 360°**. Entre todas se transmite en todas direcciones, pero la **inteligencia** aplicada hace que cada antena individual transmita únicamente a una zona determinada donde está el receptor. Si el receptor se mueve (en el caso de Wi-Fi un cliente, tablet o Smartphone) o se empieza a transmitir a otro cliente, se cambia de antena a la que mejor funcione para ese caso. **Este proceso se hace automáticamente en cuestión de milisegundos**, haciendo la transmisión mucho más **efectiva**, ganando **ancho de banda y distancia** en las conexiones.



Como se dijo, **esta tecnología no es sencilla de aplicar y es costosa. Hasta ahora no se ha aplicado a Wi-Fi, pero sí a otras tecnologías de radio donde los transmisores son más caros y se mueve más dinero en la prestación del servicio.** En el estado actual de la tecnología los costos se han abaratado suficientemente como para poder aplicarla a los APs del nuevo estándar 802.11ac.

Ancho de Canal

Un canal de radio es el ancho que se ocupa en el espectro radioeléctrico para transmitir la información. Cada tecnología tiene su división de canales, incluyendo las emisoras de radio AM y FM, la televisión, UMTS y 3G, WiMAX y por supuesto Wi-Fi. Para los primeros estándares de Wi-Fi 802.11 a/b/g, los canales eran de un ancho fijo de **20 MHz**, lo que permitía tener hasta **3 canales** diferentes en el espacio reservado para esta tecnología en 2,4 GHz.

Para el **estándar “n”** se propusieron canales de **40 MHz** y para el nuevo estándar **802.11ac** se proponen canales de hasta **160 MHz**, en otras bandas de frecuencias donde esta cantidad de espacio está disponible.

Criterios a tener en cuenta para hacer un enlace Wi-Fi

Un técnico instalador de antenas Wi-Fi nunca determina la distancia de un producto Wi-Fi simplemente por sus especificaciones. Esto es debido a que las distancias que los fabricantes suelen poner son teóricas, medidas en laboratorio y en condiciones óptimas.

Por lo tanto, determinaremos la distancia de alcance de una antena Wi-Fi en relación con:

- El entorno donde se ubique.
- Factores externos como el clima.
- Las interferencias externas.

En este sentido:

- La **ubicación** de la antena a suficiente **altura respecto el suelo**.
- Orientación.
- Forma y tamaño,

son determinantes en el **alcance máximo de la antena**.

También hay que tener en cuenta:

- La **orografía del terreno**, no es lo mismo un terreno plano que uno montañoso.
- Independientemente de las **zonas climáticas**, los factores como la **vegetación, humedad y lluvia** cambian con las **estaciones**.
- Los **árboles secos** son **transparentes**, pero los **árboles con hojas, no**.
- Las **personas** consisten en 60% de agua, la absorción es un problema.
- Las condiciones cambian con el tiempo (**gente, vehículos, interferencias electromagnéticas**).
- Se debe verificar el **lunes** lo que se midió el **domingo**.
- Para los enlaces de larga distancia, el **tiempo de recorrido de la señal** puede llevar a fallas por tiempo de espera excesivo y bajo desempeño.
- Dependiendo del **hardware**, esto puede ser relevante en un enlace de 1-2 km.
- Un indicador típico de problemas de tiempo de espera es un **índice alto de pérdidas de paquetes**, aunque se tenga una señal de buena potencia.
- Una antena o transmisor **no tiene una distancia específica o radio de alcance**, la información provista por el fabricante es **teórica**.
- La **ganancia** de una antena o la **potencia de transmisión** de un dispositivo de radio son los datos **relevantes**.
- Más allá de la **promesa** de **enlaces sin línea de vista**, las microondas aún no atraviesan materiales absorbentes.
- Las **técnicas de modulación** logran protocolos más robustos en ambientes de trayectoria múltiple y de mucha reflexión (ej. áreas urbanas) que permiten “dar vuelta a la esquina”.