

Capítulo 2

Estándar IEEE 802.11

En este capítulo se presenta el marco teórico sobre las redes inalámbricas que utilizan el WEP como protocolo de seguridad. Se mencionan las características generales de una WLAN, las topologías con las que pueden implementarse este tipo de redes, y los componentes que las conforman.

2.1 Introducción a redes inalámbricas IEEE 802.11

Debido a la necesidad de los usuarios de redes LAN por tener movilidad y eliminar las desventajas que provoca una conexión física cableada a la red, surge la idea de crear redes inalámbricas de computadoras que ofrecieran los mismos beneficios de las redes LAN pero eliminando la conexiones cableadas entre nodos.

Esto motivó la aparición del protocolo IEEE 802.11 para redes inalámbricas, llamado así por el nombre del comité de estandarización del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* ([IEEE](#)) que lo creó. Una red inalámbrica IEEE 802.11 también conocida comúnmente como WLAN, es una red con características similares a una red LAN pero que permite que los usuarios establezcan una conexión inalámbrica a una red sin la necesidad de permanecer en un punto fijo para mantener una conexión a través de un cable.

Estas redes se han vuelto muy populares en todo el mundo debido a las ventajas que tienen sobre las redes LAN. Actualmente se utilizan en organizaciones y hogares

alrededor el mundo y debido a su fácil instalación, cada día se crean más redes inalámbricas, por lo que también crece el número de personas que hacen uso de las WLAN.

2.2 Características generales de una red IEEE 802.11

Una WLAN es un sistema flexible de comunicación de datos implementado como una extensión o como una alternativa para una LAN cableada. Usando tecnología de radio frecuencia (RF), las redes WLAN transmiten y reciben datos por el aire, minimizando la necesidad de conexiones con cables. Así, las WLAN combinan conectividad de datos con movilidad de usuario.

La importancia de la tecnología WLAN va más allá de únicamente la ausencia de cables. El uso de las WLAN abre una definición completamente nueva de lo que puede ser la infraestructura de una red. Una infraestructura ya no tiene que ser rígida y fija, difícil de mover y costosa para modificar. En lugar de eso, puede moverse con el usuario y cambiar tan rápido como cambie la organización.

En una WLAN la conexión entre el cliente y el usuario se realiza usando un medio inalámbrico como RF o comunicaciones infrarrojas (IR) en lugar de un cable. Esto permite que un usuario remoto permanezca conectado a la red aunque no esté unido físicamente a la misma. La conexión inalámbrica usualmente se lleva a cabo teniendo una terminal portátil que cuente con una tarjeta de interfase RF instalada dentro de una computadora portátil. La conexión cliente de la red LAN cableada al usuario se hace a través de un punto de acceso AP (*Access Point*) que puede soportar múltiples usuarios simultáneamente. El AP puede estar en cualquier nodo de la red

cableada y actuar como puerta de entrada para que los datos de los usuarios inalámbricos sean dirigidos a la red cableada. Este esquema puede ver en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Esquema de conexión entre un AP y una red cableada.

El punto de acceso transmite los datos a una determinada potencia, misma que determina el área de cobertura de dicho AP. Mientras un dispositivo móvil pueda recibir información del AP, se encontrará dentro de su área de cobertura. Al aumentar la distancia en el AP y el dispositivo móvil, la potencia recibida por este será menor hasta llegar a un punto en el cual no sea capaz de recibir la señal del AP. Como los sistemas de telefonía celular, las WLAN son capaces de mudar de un punto de acceso a otro manteniendo la conexión a la red del usuario. Esto permite que el área de cobertura de una LAN pueda extenderse usando múltiples puntos de acceso [GAR02].

Una característica importante de las WLAN es que se pueden usar independientemente de una red cableada. Puede usarse en cualquier lugar como una red independiente que una a múltiples computadoras sin tener que elaborar o extenderse a

una red cableada. Las comunicaciones de la red usan una parte del espectro que es libre de licencia de uso. En esta banda, 2.4 – 2.5 GHz., los usuarios pueden operar sin necesidad de una licencia mientras usen el equipo apropiado para hacer uso de esta banda de frecuencias. La primera versión del estándar IEEE 802.11 puede operar a velocidades en el rango de 1 a 2 Mbps.

2.2.1 Componentes de una WLAN

Existen tres componentes principales que forman la base de una WLAN. Estos son [GAR02]:

- **Adaptador LAN** – Los adaptadores inalámbricos tienen componentes equivalentes a los de los adaptadores usados en redes cableadas como adaptadores USB y tarjetas de red inalámbricas. También tienen la misma función, permitiendo a los usuarios acceder a la red. En una LAN, los adaptadores proveen la interfase entre el sistema de operación de la red y el cable. En una WLAN, estos proveen la interfase entre el sistema de operación de la red y una antena para crear una conexión transparente a la red.
- **Punto de acceso** – El punto de acceso es el equivalente inalámbrico al *hub* en una LAN. Este recibe y transmite los datos entre la WLAN y la red cableada, que soporta un grupo de usuarios con dispositivos inalámbricos. Típicamente, un punto de acceso se conecta con el eje principal de la red, es decir, el enlace principal de conexión entre nodos de una red, a través de un cable *Ethernet* estándar, y se comunica con los dispositivos inalámbricos a través de una antena. El punto de acceso o la antena conectada al mismo, generalmente se instala en

una pared alta o en el techo. Como las células en redes de telefonía celular, múltiples puntos de acceso pueden realizar *handoff* de un punto de acceso a otro mientras el usuario se mueva de un área a otra. Los puntos de acceso tienen un rango de 20 a 500 metros. Un punto de acceso puede soportar entre 15 y 250 usuarios, dependiendo de la tecnología, configuración y el uso. Es relativamente fácil extender una WLAN agregando más puntos de acceso para reducir la congestión de la red y expandir el área de cobertura. Las redes grandes que requieren múltiples puntos de acceso crean células que se traslapan, creando una conectividad constante a la red.

- Puentes LAN para exterior – Los puentes LAN en el exterior conectan LANs en diferentes edificios. Cuando se considera el costo de comprar un cable de fibra óptica que una a edificios, una WLAN puede ser una alternativa económica. Los puentes usados en WLAN soportan tasas de transferencia altas y rangos de varios kilómetros con el uso de antenas direccionales con línea de vista. Algunos puntos de acceso también pueden usarse como puentes entre edificios que se encuentren relativamente cerca.

2.2.2 Topologías WLAN

Las WLAN se pueden implementar usando tres diferentes topologías [GAR02]:

- Topología *peer to peer*
- Topología basada en puntos de acceso
- Topología de puente punto a multipunto

En la topología *peer to peer*, el cliente dentro de una célula se comunica directamente otros como se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2 Topología *peer to peer* [GAR02].

La tecnología basada en puntos de acceso usa estos como puente entre el tráfico en una red cableada (*Ethernet*) o como eje de conexión principal inalámbrico, como se muestra en la Figura 2.3.

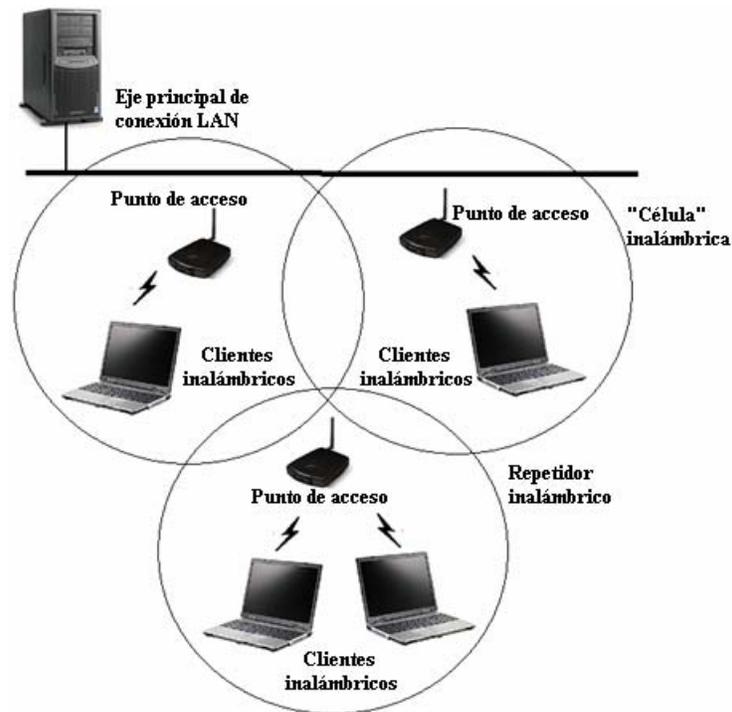


Figura 2.3 Topología basada en puntos de acceso [GAR02].

Otra topología de redes inalámbricas es el puente punto a multipunto. Los puentes inalámbricos conectan una LAN en un edificio a otra LAN en otro edificio aún si los edificios se encuentran a kilómetros de distancia entre sí. Estas condiciones exigen una clara línea de vista entre los edificios. El rango de la línea de vista varía de acuerdo al tipo de antena y puente inalámbrico utilizados, así como las condiciones ambientales [GAR02].

2.2.3 Trama del estándar 802.11

La información que se emite en una transmisión se denomina trama. Cada trama corresponde a un paquete de datos o paquete de red. En el estándar 802.11 así como para sus versiones *a* y *b* explicadas en la siguiente sección, la trama se forma por los siguientes componentes (ver Figura 2.4) [TRA06]:

- Versión de protocolo: permite interoperabilidad entre distintas versiones.
- Tipo: control, gestión o datos
- Al sistema de distribución (DS): indica si la trama va hacia el sistema de distribución de células
- Del sistema de distribución (DS): indica si la trama procede del sistema de distribución de células
- Más fragmentos: si quedan más fragmentos por transmitir.
- Reintento (*Retry*): si esta trama es una retransmisión
- Gestión de energía: lo utiliza la base para activar o desactivar el estado de sueño o “ahorro de potencia” de una estación.
- Más datos: si el transmisor tiene más tramas para el receptor.

- WEP: este bit indica que el campo de datos y el CRC están encriptados por el algoritmo WEP (ver capítulo 3).
- Orden: si se deben procesar las tramas en orden escrito.
- Duración: duración de tramas.
- Direcciones: origen, destino; para tráfico intercelular, estaciones base de origen y destino.
- Secuencia: 12 bits para trama y 4 bits para fragmento.
- Datos: entre 0 y 2312 bytes.
- CRC: suma de verificación de control de errores.



Figura 2.4 Trama del estándar IEEE 802.11 y sus versiones *a* y *b* [STA04].

2.3 Evolución del estándar IEEE 802.11

La necesidad de mayores velocidades de transmisión y mecanismos de seguridad más eficientes, han motivado el desarrollo de nuevos estándares para redes inalámbricas que, tomando como base el estándar 802.11, agreguen características que satisfagan las necesidades de los usuarios. Estos estándares han sido desarrollados por los respectivos grupos de trabajo 802.11 del IEEE, y se presentan a continuación.

2.3.1 IEEE 802.11b

Este estándar surge por la necesidad de incrementar la velocidad de transmisión del 802.11. El estándar 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y trabajar en la frecuencia de 2.4 Ghz, la cual no requiere de licencia para su uso. Puede trabajar en modo de infraestructura y en modo *ad hoc*. En modo de infraestructura la red inalámbrica consiste de por lo menos un punto de acceso conectado a una red cableada y un conjunto de estaciones inalámbricas. En modo *ad hoc*, también llamado punto a punto, es simplemente un conjunto de estaciones inalámbricas 802.11b que se comunican directamente entre ellas sin usar un punto de acceso o una conexión a una red cableada. Las características de este estándar lo han convertido en el más utilizado en la actualidad [GAR02].

2.3.2 IEEE 802.11a

Este estándar fue aprobado por la IEEE al mismo tiempo que el estándar 802.11b. El estándar 802.11a opera en la banda de 5 Ghz y su velocidad máxima de transmisión es de 54 Mbps. No puede inter-operar con equipos del estándar 802.11b, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares.

Dado que la banda de 2.4 Ghz. es utilizada por dispositivos electrónicos como microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos, el utilizar la banda de 5 GHz representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias. Sin embargo, la utilización de esta banda también tiene sus desventajas, dado que restringe el uso de los equipos 802.11a a únicamente puntos en línea de vista, se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso. Esto significa

también que los equipos que trabajan con este estándar no pueden penetrar tan lejos como los del estándar 802.11b dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas [IEE06].

2.3.3 IEEE 802.11g

En Junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, o cerca de 24.7 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a y utiliza WPA (*Wi-Fi Protected Access*) como mecanismo de seguridad. Es compatible con el estándar 802.11b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar 802.11g, la presencia de nodos bajo el estándar 802.11b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar 802.11b. Actualmente se están desarrollando extensiones de los estándares de la familia 802.11 como los estándares e, n y h, que respectivamente tienen como metas: soportar tráfico en tiempo real en todo tipo de entornos y situaciones, lograr una velocidad de transmisión máxima de 500 Mbps. y utilizar la frecuencia de 5 GHz. para su uso [IEE06].

Dentro de estas extensiones del estándar IEEE 802.11, se encuentra la versión 802.11i (ver Capítulo 4) que puede utilizarse en redes inalámbricas actualmente e

incluye importantes mejoras en los mecanismos de seguridad comparados con los utilizados en los estándares 802.11b, 802.11a y 802.11g.