1. **¿Quién es la IEEE y cuál es su relación con las redes inalámbricas?**

Es la asociación de ingeniería mas grande y prestigiada del mundo y líder mundial en la publicación de literatura en ingeniería eléctrica, electrónica y ramas finales. La relación directa de esta organización es que en 1912 los intereses y necesidades de los estudiosos del campo de la radio ya no podían estar satisfechos con un comité que se reunía muy pocas veces al año, entonces La sociedad de ingenieros, telegrafía inalámbrica y el instituto inalámbrico se fusionaron para formar una sociedad nacional de científicos involucrado en el desarrollo de las comunicaciones

1. **¿Cuáles son los estándares de evolución hasta nuestros días, del 802.11?**

No es tanto como una evolución lineal, mas bien podemos verlo como una evolución ramificada, los estándares y revisiones del 802.11 hasta ahora son:

**IEEE 802.11 legacy**

La versión original del estándar 802.11, del IEEE, publicada en 1997, especifica dos velocidades de transmisión “teóricas” de 1 y 2 megabits por segundo (Mbit/s) que se transmiten por señales infrarrojas (IR).

**IEEE 802.11a**

La revisión 802.11a fue aprobada en 1999. Este estándar utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s. Tiene 12 canales sin solapamiento, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto.

**IEEE 802.11b**

La revisión 802.11b del estándar original fue ratificada en 1999. Tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso definido en el estándar original CSMA/CA, funciona en la banda de 2,4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5,9 Mbit/s sobre TCP y 7,1 Mbit/s sobre UDP.

**IEEE 802.11c**

Es menos usado que los primeros dos, por la implementación que este protocolo refleja. El protocolo ‘c’ es utilizado para la comunicación de dos redes distintas o de diferentes tipos, así como puede ser tanto conectar dos edificios distantes el uno con el otro, así como conectar dos redes de diferente tipo a través de una conexión inalámbrica. "El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.11d que permite combinar el 802.11d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos capa 2 del modelo OSI)".

**IEEE 802.11d**

Es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo móvil.

**IEEE 802.11e**

La especificación IEEE 802.11e ofrece un estándar inalámbrico que permite interoperar entre entornos públicos, de negocios y usuarios residenciales, con la capacidad añadida de resolver las necesidades de cada sector. La especificación añade, respecto de los estándares 802.11b y 802.11a, características QoS y de soporte multimedia, a la vez que mantiene compatibilidad con ellos. El objetivo del nuevo estándar 802.11e es introducir nuevos mecanismos a nivel de capa MAC para soportar los servicios que requieren garantías de Calidad de Servicio. Para cumplir con su objetivo IEEE 802.11e introduce un nuevo elemento llamado Hybrid Coordination Function (HCF) con dos tipos de acceso:

EDCA, Enhanced Distributed Channel Access, equivalente a DCF.

HCCA, HCF Controlled Access, equivalente a PCF.

En este nuevo estándar se definen cuatro categorías de acceso al medio (Ordenadas de menos a más prioritarias).

Background (AC\_BK), Best Effort (AC\_BE), Video (AC\_VI) y Voice (AC\_VO).

Para conseguir la diferenciación del tráfico se definen diferentes tiempos de acceso al medio y diferentes tamaños de la ventana de contención para cada una de las categorías.

**IEEE 802.11f**

Es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como itinerancia.

**IEEE 802.11g**

En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g, que es la evolución de 802.11b. Este utiliza la banda de 2,4 Ghz (al igual que 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22,0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias.

Existe una variante llamada 802.11g+ capaz de alcanzar los 108Mbps de tasa de transferencia. Generalmente sólo funciona en equipos del mismo fabricante ya que utiliza protocolos propietarios.

**IEEE 802.11h**

La especificación 802.11h es una modificación sobre el estándar 802.11 para WLAN desarrollado por el grupo de trabajo 11 del comité de estándares LAN/MAN del IEEE (IEEE 802) y que se hizo público en octubre de 2003. 802.11h intenta resolver problemas derivados de la coexistencia de las redes 802.11 con sistemas de radares o satélites.

El desarrollo del 802.11h sigue unas recomendaciones hechas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que fueron motivadas principalmente a raíz de los requerimientos que la Oficina Europea de Radiocomunicaciones (ERO) estimó convenientes para minimizar el impacto de abrir la banda de 5 GHz, utilizada generalmente por sistemas militares, a aplicaciones ISM (ECC/DEC/(04)08).

Con el fin de respetar estos requerimientos, 802.11h proporciona a las redes 802.11a la capacidad de gestionar dinámicamente tanto la frecuencia, como la potencia de transmisión.

Selección Dinámica de Frecuencias

DFS (Dynamic Frequency Selection) es una funcionalidad requerida por las WLAN que operan en la banda de 5 GHz con el fin de evitar interferencias co-canal con sistemas de radar y para asegurar una utilización uniforme de los canales disponibles.

Control de Potencia del Transmisor

TPC (Transmitter Power Control) es una funcionalidad requerida por las WLAN que operan en la banda de 5 GHz para asegurar que se respetan las limitaciones de potencia transmitida que puede haber para diferentes canales en una determinada región, de manera que se minimiza la interferencia con sistemas de satélite.

**IEEE 802.11i**

Está dirigido a batir la vulnerabilidad actual en la seguridad para protocolos de autenticación y de codificación. El estándar abarca los protocolos 802.1x, TKIP (Protocolo de Claves Integra – Seguras – Temporales), y AES (Advanced Encryption Standard, Estándar de Cifrado Avanzado). Se implementa en Wi-Fi Protected Access (WPA2).

**IEEE 802.11j**

Es equivalente al 802.11h, en la regulación de Japón.

**IEEE 802.11k**

Permite a los conmutadores y puntos de acceso inalámbricos calcular y valorar los recursos de radiofrecuencia de los clientes de una red WLAN, mejorando así su gestión

**IEEE 802.11n**

El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009 con una velocidad de 600 Mbps en capa física.

A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones 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.

Se conoce que el futuro estándar sustituto de 802.11n será 802.11ac con tasas de transferencia superiores a 1 Gb/s.4

**IEEE 802.11p**

Este estándar opera en el espectro de frecuencias de 5,90 GHz y de 6,20 GHz, especialmente indicado para automóviles. Será la base de las comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC).

**IEEE 802.11r**

También se conoce como Fast Basic Service Set Transition, y su principal característica es permitir a la red que establezca los protocolos de seguridad que identifican a un dispositivo en el nuevo punto de acceso antes de que abandone el actual y se pase a él.

**IEEE 802.11v**

Fue publicada en 2011. Y servirá para permitir la configuración remota de los dispositivos cliente. Esto permitirá una gestión de las estaciones de forma centralizada (similar a una red celular) o distribuida, a través de un mecanismo de capa de enlace de datos (capa 2). Además de la mejora de la gestión, las nuevas capacidades proporcionadas por el "11v" se desglosan en cuatro categorías:

Mecanismos de ahorro de energía con dispositivos de mano VoIP Wi-Fi en mente;

Posicionamiento, para proporcionar nuevos servicios dependientes de la ubicación;

Temporización, para soportar aplicaciones que requieren un calibrado muy preciso;

Coexistencia, que reúne mecanismos para reducir la interferencia entre diferentes tecnologías en un mismo dispositivo.

**IEEE 802.11w**

Es un protocolo que hace parte de IEEE 802.11 basado en el protocolo 802.11i, sirve para proteger redes WLAN contra ataques sutiles en las tramas de gestión inalámbricas (WLAN). Todavía no concluido.

**IEEE 802.11ac**

También conocido como WiFi 5G o WiFi Gigabit es una mejora a la norma IEEE 802.11n, se ha desarrollado entre el año 2011 y el 2013, y finalmente aprobada en enero de 2014.

El estándar consiste en mejorar las tasas de transferencia hasta 433 Mbit/s por flujo de datos, consiguiendo teóricamente tasas de 1.3 Gbit/s empleando 3 antenas. Opera dentro de la banda de 5 GHz, amplía el ancho de banda hasta 160 MHz (40 MHz en las redes 802.11n), utiliza hasta 8 flujos MIMO e incluye modulación de alta densidad (256 QAM).

1. **Realiza una tabla de características de las versiones que han existido del estándar 802.11( año, velocidad, espectros de área de cubrimiento y frecuencia.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Revisión** | **Notas** | **Banda** | **Velocidad** | **Publicación** |
| 802.11-1997 | Legacy | IR / 2.4GHz | 1 o 2 Mb/s | 1997 |
| 802.11a | Banda de 5 GHz | 5 GHz | 54 Mb/s | 1999 |
| 802.11b | Primero con gran aceptación comercial | 2.4 GHz | 11 Mb/s | 1999 |
| 802.11g | Revisión de b | 2.4 GHz | 54 Mb/s | 2003 |
| 802.11h | Revisión de a para Europa | 5 GHz | 54 Mb/s | 2003 |
| 802.11i | Mejoras en la seguridad (WPA, WPA2) |  |  | 2004 |
| 802.11e | Mejoras QoS (EDCA y HCCA) |  |  | 2005 |
| 802.11n | MIMO | 2.4 y 5 GHz | >600 Mb/s\* | 2009\* |
| 802.11w | Seguridad en tramas de gestión | 5 GHz | 1.3 Gbit/s | 2014\* |

1. **Describe las topologías en modo infraestructura y modo adhoc**

* Modo infraestructura o BSS. En esta configuración, además de las tarjetas WiFi en las computadoras, se necesita disponer de un equipo conocido como punto de acceso. El punto de acceso lleva a cabo una coordinación centralizada de la comunicación entre los distintos terminales de la red.
* Modo ad hoc o IBSS. Es una configuración en la cual sólo se necesita disponer de tarjetas o dispositivos inalámbricos Wi-Fi en cada computadora. Las computadoras se comunican unos con otros directamente, sin necesidad de que existan puntos de acceso intermedios.
* Modo ESS. Esta configuración permite unir distintos puntos de acceso para crear una red inalámbrica con una amplia cobertura. Una red ESS está formada por múltiples redes BSS. Las distintas redes BSS se pueden poner pegadas unas a otras para conseguir tener una continuidad de servicio en toda la red ESS.

En las modalidades BSS y ESS todas las comunicaciones pasan por los puntos de acceso. Aunque dos terminales estén situados uno junto al otro, la comunicación entre ellos pasará por el punto de acceso al que estén asociados. Esto quiere decir que un Terminal no puede estar configurado para funcionar en la modalidad ad hoc (IBBS) y de infraestructura (BSS) a la vez lo que sí se puede es configurar la terminal de distinta forma dependiendo de lo que interese en cada momento.

**Topología Infraestructura (BSS)**

BSS (Basic Service Set, 'Conjunto de Servicios Básicos'). En esta modalidad se añade un equipo llamado punto de acceso (AP o Access Point en inglés) que realiza las funciones de coordinación centralizada de la comunicación entre los distintos terminales de la red. Los puntos de acceso tienen funciones de buffer (memoria de almacenamiento intermedio) y de gateway (pasarela) con otras redes. A los equipos que hacen de pasarelas con otras redes externas se les conoce como portales. A la modalidad BSS también se la conoce como modo infraestructura.

El punto de acceso une la red LAN inalámbrica y la red LAN con cable y sirve de controlador central de la red LAN inalámbrica. El punto de acceso coordina la transmisión y recepción de múltiples dispositivos inalámbricos dentro de una extensión específica; la extensión y el número de dispositivos dependen del estándar de conexión inalámbrica que se utilice y del producto.

En la modalidad de infraestructura, puede haber varios puntos de acceso para dar cobertura a una zona grande o un único punto de acceso para una zona pequeña, ya sea un hogar o un edificio pequeño.

El dispositivo inteligente, denominado "estación" en el ámbito de las redes LAN inalámbricas, primero debe identificar los puntos de acceso y las redes disponibles. E Este proceso se lleva a cabo mediante el control de las tramas de señalización procedentes de los puntos de acceso que se anuncian a sí mismos o mediante el sondeo activo de una red específica con tramas de sondeo.

La estación elige una red entre las que están disponibles e inicia un proceso de autenticación con el punto de acceso. Una vez que el punto de acceso y la estación se han verificado mutuamente, comienza el proceso de asociación.

La asociación permite que el punto de acceso y la estación intercambien información y datos de capacidad. El punto de acceso puede utilizar esta información y compartirla con otros puntos de acceso de la red para diseminar la información de la ubicación actual de la estación en la red. La estación sólo puede transmitir o recibir tramas en la red después de que haya finalizado la asociación.

En la modalidad de infraestructura, todo el tráfico de red procedente de las estaciones inalámbricas pasa por un punto de acceso para poder llegar a su destino en la red LAN con cable o inalámbrica.

El acceso a la red se administra mediante un protocolo que detecta las portadoras y evita las colisiones. Las estaciones se mantienen a la escucha de las transmisiones de datos durante un período de tiempo especificado antes de intentar transmitir. Antes de transmitir, la estación debe esperar durante un período de tiempo específico después de que la red está despejada. Esta demora, junto con la transmisión por parte de la estación receptora de una confirmación de recepción correcta, representa la parte del protocolo que evita las colisiones. En esta modalidad de infraestructura, el emisor o el receptor es siempre el punto de acceso.

Dado que es posible que algunas estaciones no se escuchen mutuamente, aunque ambas estén dentro del alcance del punto de acceso, se toman medidas especiales para evitar las colisiones. Entre ellas, se incluye una clase de intercambio de reserva que puede tener lugar antes de transmitir un paquete mediante un intercambio de tramas "petición para emitir" y "listo para emitir", y un vector de asignación de red que se mantiene en cada estación de la red. Incluso aunque una estación no pueda oír la transmisión de la otra estación, oirá la transmisión de "listo para emitir" desde el punto de acceso y puede evitar transmitir durante ese intervalo.

El proceso de movilidad de un punto de acceso a otro no está completamente definido en el estándar. Sin embargo, la señalización y el sondeo que se utilizan para buscar puntos de acceso y un proceso de re asociación que permite a la estación asociarse a un punto de acceso diferente, junto con protocolos específicos de otros fabricantes entre puntos de acceso, proporcionan una transición fluida.

La sincronización entre las estaciones de la red se controla mediante las tramas de señalización periódicas enviadas por el punto de acceso. Estas tramas contienen el valor de reloj del punto de acceso en el momento de la transmisión, por lo que sirve para comprobar la evolución en la estación receptora. La sincronización es necesaria por varias razones relacionadas con los protocolos y esquemas de modulación de las conexiones inalámbricas.

**Puntos de Acceso. Ad Hoc**

Las comunicaciones ad hoc son muy fáciles de configurar y resultan muy interesantes cuando se necesita establecer una comunicación temporal entre dos equipos.

Por otro lado, el modo infraestructura es el más adecuado para crear redes permanentes, aunque sean de tan sólo dos terminales. Las razones que nos llevan a esta conclusión son varias:

El modo infraestructura ofrece un mayor alcance que en la modalidad ad hoc.

* El punto de acceso permite compartir el acceso a Internet entre todos sus terminales. Esto permite compartir un acceso de banda ancha (por ejemplo, ADSL o cable) entre todos los terminales que forman la red, sean dos o cientos de ellos.
* El punto de acceso permite crear redes con un mayor número de terminales.
* El punto de acceso ofrece características de gestión de la comunicación que no ofrece el modo ad hoc.
* El punto de acceso, al igual que cualquier red local, permite compartir los recursos de los terminales que forman la red (archivos, impresoras, etc.)

IBSS es el conjunto de Servicios Básicos Independientes. A esta modalidad se la conoce también como independiente o de igual a igual (peer-to-peer en inglés). Esta modalidad está pensada para permitir exclusivamente comunicaciones directas entre los distintos terminales que forman la red.

En una topología Ad-Hoc, los propios dispositivos inalámbricos crean la red LAN y no existe ningún controlador central ni puntos de acceso. Cada dispositivo se comunica directamente con los demás dispositivos de la red, en lugar de pasar por un controlador central.

Esta topología es práctica en lugares en los que pueden reunirse pequeños grupos de equipos que no necesitan acceso a otra red. Ejemplos de entornos en los que podrían utilizarse redes inalámbricas ad hoc serían un domicilio sin red con cable o una sala de conferencias donde los equipos se reúnen con regularidad para intercambiar ideas.

El modo ad hoc entonces se puede decir que no tiene punto de acceso. En esta red sólo hay dispositivos inalámbricos presentes. Muchas de las operaciones que controla el punto de acceso, como la señalización y la sincronización, son controladas por una estación. La red ad hoc no disfruta todavía de algunos avances como retransmitir tramas entre dos estaciones que no se oyen mutuamente.

ESS (Extended Service Set, 'Conjunto de Servicios Extendido') es una modalidad que permite crear una red inalámbrica formada por más de un punto de acceso. De esta forma se puede extender el área de cobertura de la red, quedando constituida por un conjunto de celdas pegadas unas a otras. Una red ESS está formada por múltiples redes BSS.

1. **Describe cómo trabaja el protocolo de acceso al medio del 802.11.**

La función de coordinación podría ser constituida por la lógica de coordinación llamada DCF (Distributed Coordination Function) que es de tipo distribuida, o de la PCF (Point Coordination Function) que se basa sobre un único nodo de coordinación. El estándar define, además, dos diferentes intervalos de tiempo: el CP (Contention Period) durante el cual la red usa el DCF, y el CFP (Contention Free Period) durante el cual viene utilizado el PCF.

La técnica DCF usa el protocolo CSMA/CA con los ACK y un tiempo casual de backoff, asegurando la interoperatividad entre estaciones que transmiten con tasa de datos distintas.

El protocolo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) pertenece a la clase de protocolos de acceso (CSMA) que efectúan un sensing (revelación) del canal antes de iniciar una transmisión. En el estándar 802.11, la capa física sondea el nivel de energía sobre la frecuencia radio para determinar si hay o no transmisión. Eso prevé que la capa física “pruebe” el canal de transmisión y proporcione esta información al protocolo MAC la estación podrá transmitir sólo si el canal está libre, sino, esperará a que lo esté, buscando evitar de este modo las colisiones.

A la clase de los protocolos CSMA pertenece también el CSMA/CD (CSMA with Collision Detection), utilizado en el estándar 802.3 y en todas las redes Ethernet cableadas, el cual prevé que una estación que está transmitiendo sobre el canal libre escuche aquello que efectivamente está sobre el canal: de hecho podría existir una colisión debida al hecho que dos o más estaciones hubiesen sentido el canal libre en el mismo momento. Sin embargo, el CSMA/CA del 802.11, a diferencia del CSMA/CD, no implementa la revelación de las colisiones por, al menos, dos motivos: la capacidad de percibir las colisiones requiere la posibilidad tanto de enviar como de recibir al mismo tiempo y eso puede ser costoso; pero más importante es el hecho que aunque se revelaran las colisiones y al momento del envío no revelara alguna, una colisión se podría verificar siempre al receptor.

Esta última situación deriva de algunos problemas particulares del medio de transmisión sin cables:

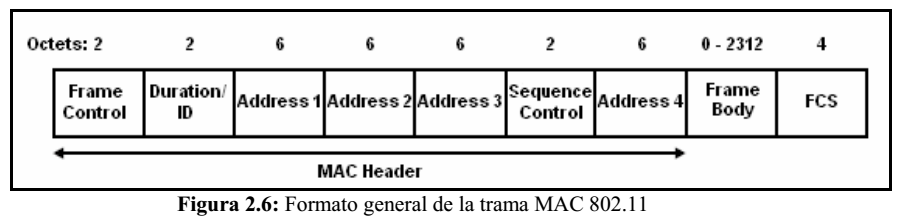
* El problema de la atenuación (fading): debido a la atenuación de la señal cuando se propaga a través del aire, dos estaciones pueden transmitir simultáneamente hacia el mismo nodo y provocar en el receptor colisiones no advertidas.
* El problema del terminal oculto (hidden terminal problem): los obstáculos físicos en el ambiente (por ejemplo una montaña) o la distancia pueden hacer que la estación A compruebe el canal, lo encuentre libre e inicie una transmisión hacia el nodo B que está ya recibiendo una trama desde otra estación C. A B le llegan dos paquetes desde nodos diferentes provocando así una colisión
* El problema de la estación expuesta (exposed node): haciendo referencia a la figura 2.12, se nota que B está transmitiendo una trama a A; el nodo C (nodo expuesto) no puede transmitir hacia D porque siente el canal ocupado por la transmisión de B (se encuentra en su radio de acción), aunque su transmisión no creara una colisión en A. Este problema lleva a una baja utilización de la banda disponible.

1. **Describe el formato de la trama MAC 802.11**

Formato de las tramas del MAC 802.11

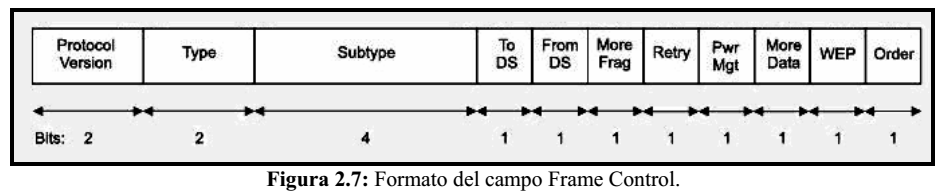
La arquitectura lógica del estándar IEEE 802.11 está definida por el nivel MAC PHY de la pila ISO-OSI.

Cada trama de nivel MAC comprende un conjunto de campos que se suceden con un orden preestablecido en todos ellos: una cabecera (MAC header); el cuerpo de la trama (frame body), de longitud variable (máximo 2312 byte) que contiene informaciones específicas en base al tipo de trama; un FCS (Frame Check Sequence) que contiene un código de redundancia cíclica (CRC) a 32 bit.

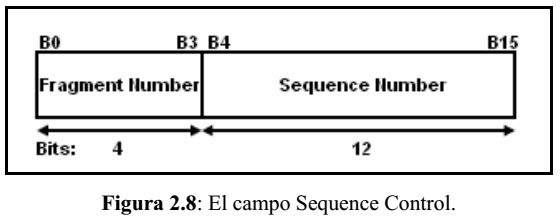


**Examinamos ahora los campos que componen la cabecera del MAC:**

* **FRAME CONTROL**: este campo contiene las informaciones de control estructuradas como vienen mostradas en la figura 2.7. Eso comprende:

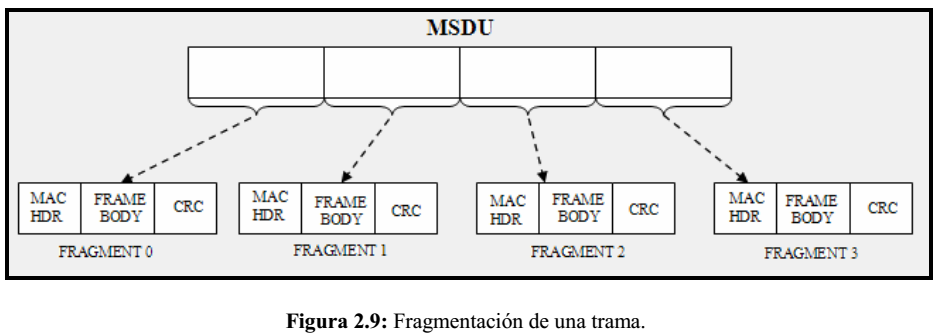


* + Protocol Versión: es un campo de longitud 2 bit, su valor por defecto es 0 y todos los demás valores están reservados para versiones futuras del protocolo.
  + Type y Subtype: el campo Type tiene longitud 2 bit y el Subtype 4 bit. Juntos identifican si la trama es de gestión, de control o de datos. En particular, los valores del campo Type pueden ser 00 que identifica un Management frame, 01 para un Control frame, 10 para un Data frame y 11 si está reservado:
    - Trama de datos (Data Frames): para la transmisión de las unidades informativas.
    - Trama de control (Control Frames): para el control del acceso al medio.
    - Trama de gestión (Management Frames): utilizadas para intercambiar información sobre la gestión de la conexión.
  + To DS: es un campo de 1 bit, y vale 1 para las tramas destinadas al DS, sino 0.
  + From DS: es un campo de 1 bit, y vale 1 para las tramas provenientes de un DS, sino un 0.
  + More Fragments: es un campo de 1 bit, y vale 1 en todas las tramas de datos o de gestión que tienen fragmentos de la MSDU, sino vale 0.
  + Retry: es un campo de 1 bit, y vale 1 en todas las tramas de datos o de gestión que son retransmitidas en un mismo frame, sino vale 0. Esta información la usan las estaciones receptoras para eliminar las tramas duplicadas.
  + Power Management: es un campo de 1 bit e indica el estado de energía en la que se encontrará la estación después de haber completado la secuencia de intercambios de tramas.
  + More Data: es un campo de longitud 1 bit y si está a 1 indica que hay otras MSDU que están para ser enviadas a la estación receptora.
  + WEP: está puesto a 1 si el campo frame body contiene informaciones que están codificadas mediante algoritmo WEP.
  + Order: si está puesto a 1 indica a la estación receptora que procese los datos según el orden de llegada.
* **DURATION/ID**: es un campo de longitud 16 bit e indica el tiempo (en microsegundos) por el cual el canal estará ocupado hasta que llegue una transmisión correcta de una MPDU. En las tramas de control de tipo Power SavePoll el campo contiene un identificador de asociación de la estación que ha trasmitido la trama.
* **ADDRESS 1, 2, 3 y 4**: son cuatro campos que contienen una dirección en el formato de la trama MAC y se utilizan para indicar el Basic Service Set Identifier (BSSID), el Destination Address (DA), el Source Address (SA), el Receiver Address (RA) y el Transmitter Address (TA). En la interpretación de los cuatro campos vienen también involucrados los campos To DS y From DS, como en la tabla 2.B
* **SEQUENCE CONTROL**: es un campo de 16 bit que a su vez está formado por dos campos, como se puede ver en su formato expuesto en la figura 2.8.



* + Sequence Number: indica el número de secuencia de una MSDU que le viene atribuido por un contador de incremento unitario 4096. El Sequence Number permanece invariante en todas las retransmisiones y para todos los fragmentos de una MSDU.
  + Fragment Number: indica el número del fragmento de una MSDU. Vale 0 para el primer fragmento y se queda igual en todas las retransmisiones del mismo segmento.

Una trama muy larga puede ser dividida en fragmentos más pequeños (figura 2.9), cada uno de los cuales es transmitido de manera independiente a los otros y, por tanto, requiere de un propio ACK: el beneficio es evidente en el caso de intentos de transmisiones, algunas de las cuales, fallidas. Se hace entonces necesario retransmitir el único fragmento erróneo y no el entero MSDU. El inconveniente está representado en el aumento del overhead.



* **FRAME BODY**: es un campo de longitud variable; su longitud mínima es de 0 byte y la máxima de 2312 byte. Estas contienen información específica al tipo de trama.
* **FCS**: campo de 32 byte que contiene el código CRC a 32 bit que viene calculado sobre todos los campos de la cabecera más el campo Frame Body.

*Referencias:*

*http://www.ieee.org.mx/IEEE/IEEE\_Seccion\_Mexico\_-\_Historia.html*

*www.grc.upv.es/calafate/download/Cicomp07\_Estandar80211n.pdf*

*http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi*

*http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11-standards-tutorial.php*

*http://standards.ieee.org/announcements/ieee802.11n\_2009amendment\_ratified.html*

*http://web.archive.org/web/http://www.revistadeinternet.com/Comunicaciones/2920/2009/09/14/Se-aprueba-el-estandar-80211n*

*https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/1234/1/CrownCom07\_CReady.pdf*

*http://standards.ieee.org/announcements/ieee802.11n\_2009amendment\_ratified.html*

*http://www.ieee802.org/11/Reports/tgac\_update.htm*

*http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11b-1999.pdf*

*http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11306/fichero/TEORIA%252F07+-Capitulo+2.pdf*

*http://static.ccm2.net/es.ccm.net/contents/pdf/introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi-789-of3f86.pdf*

*http://static.ccm2.net/es.ccm.net/contents/pdf/propagacion-de-las-ondas-de-radio-802-11-819-k8u3gn.pdf*

*http://plgarcia.blogspot.mx/2011/06/definicion.html*