

WUOLAH



Enriquem98_489139

www.wuolah.com/student/Enriquem98_489139



168

Apuntes Redes Tema 3.pdf

Resumen Tema 3 de Redes de Computadores



2º Redes de Computadores



Grado en Ingeniería Informática



Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos
UPM - Universidad Politécnica de Madrid



CUNEF POSTGRADO

La formación que necesitas para tu **futuro profesional**

⇒ **FINANZAS**

⇒ **DATA**

⇒ **DERECHO**

SCIENCE

www.cunef.edu

Tema 3

1.- Redes de Área Local con cable: Ethernet

CSMA/CD

Es necesario un mecanismo para evitar que varias estaciones transmitan a la vez, pues sus transmisiones se interferirían entre sí.

Hay dos grupos de técnicas para decidir cuál es la estación que puede transmitir:

1. **Selección:** Las técnicas de selección designan cuál es la siguiente estación con permiso para transmitir. La selección puede realizarse de forma **centralizada**, denominada sondeo o polling, o **distribuida** mediante un testigo que se intercambian las estaciones.
2. **Contienda:** Se denomina así porque las estaciones compiten por el uso del medio de transmisión común. Las estaciones desean transmitir datos de manera **aleatoria**, y en esos momentos compiten por la utilización del canal de transmisión.

Las técnicas de contienda tienen su origen en el **protocolo ALOHA**, que fue concebido para crear redes de datos inalámbricas. El protocolo es muy sencillo y se basa en dos pasos: si una estación desea transmitir datos, lo hace; si al cabo de un tiempo (tiempo para que la señal vaya hasta el destino más lejano y vuelva más un incremento fijo) no ha recibido confirmación, reenvía la trama más tarde. Hay que destacar que las estaciones no escuchan el medio antes de transmitir. La simplicidad del protocolo hace que su eficiencia sea muy baja, por lo que fue mejorado en una nueva versión llamada **ALOHA ranurado**, que permite que las transmisiones se realicen sólo en ciertos instantes de tiempo, y no en cualquier momento.

La técnica de acceso múltiple con detección de portadora, **CSMA** (del inglés Carrier Sense Multiple Access), aporta como mejora fundamental frente a ALOHA la necesidad de escuchar el medio antes de transmitir. De esta forma, si una estación detecta que se está realizando una transmisión, deberá esperar antes de transmitir. Hay que destacar que tanto CSMA como ALOHA **transmiten las tramas completas independientemente de que se haya producido una colisión**. Por lo tanto, **el medio permanece inutilizable durante toda la transmisión de las tramas que colisionan**.

Para mejorar el rendimiento se introdujo la técnica de detección de colisiones (CD, del inglés Collision Detection).

El funcionamiento de CSMA/CD es el siguiente:

- Una estación que tiene datos que transmitir escucha el medio, si éste está libre, transmite.
- Si el medio se encuentra ocupado, continúa escuchando hasta que se queda libre, y entonces transmite inmediatamente.
- Si durante la transmisión se detecta una colisión se transmite una señal de interferencia que todas las estaciones entienden como que se ha producido una colisión. En ese momento deja de transmitir.

- Tras detectar la colisión, la estación espera un periodo de tiempo variable, que se calcula siguiendo el algoritmo de espera exponencial binaria, y entonces intenta transmitir.

Para retransmitir una trama se espera un número de slots o ranuras de tiempo indicado por el **algoritmo de espera exponencial binaria** (binary exponential backoff).

Este algoritmo establece que el número de slots se escoge al azar entre 0 y un número que crece si se siguen produciendo colisiones. Tras la primera colisión se espera 0 ó 1 slots, si se colisiona se elige un valor entre 0 y 3 slots, subiendo exponencialmente el límite superior de acuerdo a la fórmula 2^{i-1} , siendo i el número de colisiones que se han producido en ese intento.

Según la normativa IEEE, una colisión debe poder ser detectada antes de terminar de transmitir la trama, por lo que el tiempo de transmisión de la trama ha de ser mayor que el máximo tiempo posible para detectar una colisión (una señal vaya hasta la estación más lejana y vuelva). Para ello se define una **longitud mínima de trama**, que representa el número de octetos cuya transmisión tarda más que el doble del tiempo de propagación entre las estaciones más alejadas.

$$t_{\text{transm}} > 2 * t_{\text{prop}}$$

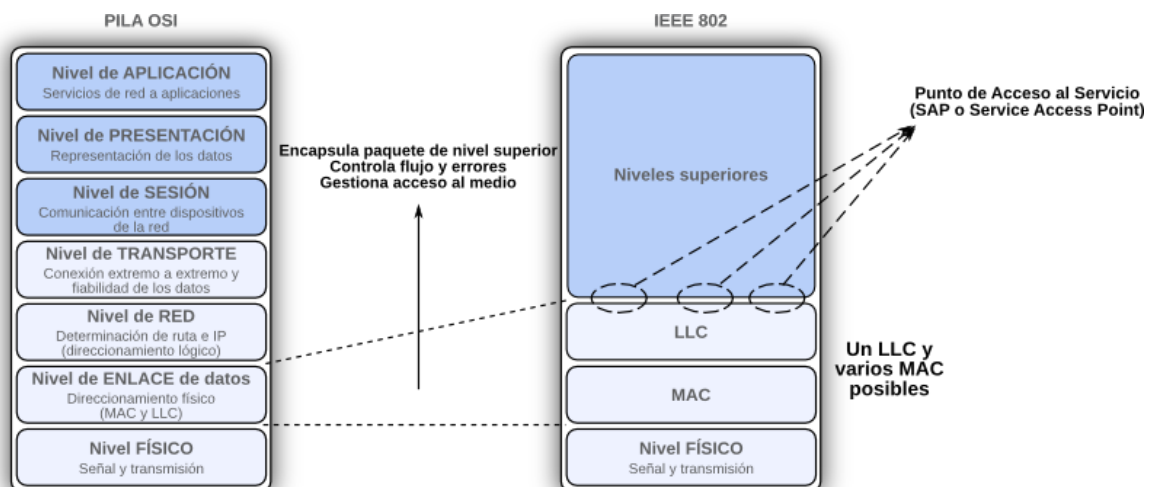
Protocolos de comunicación en las RALs

Según OSI, los niveles superiores (3-7) son independientes de la arquitectura de red utilizada, por lo que una RAL se restringe a los dos niveles inferiores.

El medio de transmisión afecta también al nivel superior, e interfiere en su funcionamiento.

Sobre el nivel físico se encuentran los protocolos que ofrecen los servicios del nivel de enlace. IEEE decidió separar en **dos niveles** las tareas del nivel de enlace: **LLC y MAC**.

- LLC : encargado de ofrecer una interfaz a los protocolos de nivel superior y de realizar control de flujo y errores,
- MAC: se encargaría de las tareas de encapsulación y reensamblado, así como de realizar el control de acceso al medio físico.



Esta separación en niveles está enfocada a ofrecer un nivel LLC común, pero utilizar diferentes niveles MAC en función del medio físico y topología de la red.

Subnivel LLC

El **subnivel LLC (Logical Link Control)** se corresponde con la parte superior del nivel de enlace en la arquitectura OSI, y es el encargado de ofrecer una interfaz común a las capas superiores independiente de los diferentes subniveles MAC que pudieran existir para utilizar diferentes medios de transmisión y topologías de red.

La interfaz a las capas superiores **consiste en ofrecer diferentes puntos de acceso** al servicio (o Service Access Points, SAPs) en los que conectar los diferentes protocolos de nivel superior. Estos SAPs sirven para multiplexar los protocolos que se transmiten sobre la capa MAC y decodificarlos en la recepción, para así entregar los datos a la entidad correspondiente.

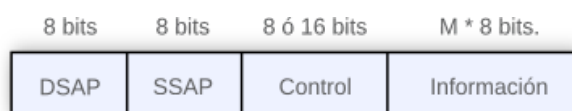
El subnivel LLC también lleva a cabo tareas de control de errores y control de flujo, ofreciendo **diferentes tipos de operación**:

- **Servicio no orientado a conexión.** Este tipo de operación **no** incluye mecanismos de control de errores lógicos ni de flujo puesto que las tramas no están numeradas, **no garantizándose la correcta recepción de los datos.**
- **Servicio orientado a conexión.** Realiza control de errores y flujo, similar al que ofrece HDLC. Se basa en **números de secuencia que se envían en las cabeceras de los mensajes, así como confirmaciones de recepción.**
- **Servicio no orientado a conexión con confirmación.** Es un tipo de servicio en el que **se confirman las tramas de forma individual**, aunque no se realiza previamente un establecimiento a conexión entre las entidades LLC implicadas.

De estos tipos de operación es **el tipo 1** el más utilizado en redes de área local, en las que los errores físicos y lógicos son prácticamente despreciables.

Los errores físicos pueden ser detectados por el subnivel inferior MAC (aunque no corregidos), y los protocolos de niveles superiores pueden encargarse de realizar las recuperaciones oportunas extremo a extremo así como el control de flujo.

Las tramas LLC están formadas por un campo de control similar al de HDLC, y **dos campos** para definir los puntos de acceso al servicio en **destino (DSAP, Destination Service Access Point)** y en **origen (SSAP, Source Service Access Point)**, que definen el protocolo de nivel superior que utiliza LLC en origen y en destino. A continuación se incluye el campo de información que contendrá la PDU del nivel superior. La trama ó PDU de LLC es pasada al subnivel inferior, MAC, que añade sus cabeceras.



5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...



Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

CONTROL
Feel make Feel

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel

El campo de control puede ocupar 8 ó 16 bits en función del tipo de trama que se envíe. En las tramas de supervisión (S) o de información (I) el campo de control es de 16 bits, e incluye números de secuencia y campos de supervisión para llevar a cabo las tareas de control de errores y de flujo. En las tramas no numeradas (U), que son las únicas que se utilizan con operaciones de tipo 1, este campo es de sólo 8 bits. En las tramas U prácticamente sólo se utilizan órdenes del tipo "información no numerada", que únicamente transportan datos. Estas tramas tienen el campo de control fijo con el valor en hexadecimal 0x03 (que se traduce por 11000000 si se tiene en cuenta que los bits de la izquierda son los menos significativos).

Subnivel MAC

En este sentido, el subnivel **MAC (Medium Access Control)** es el encargado de hacer un uso eficiente de la capacidad del medio utilizado, y realiza las tareas de control de acceso al medio.

Otras funciones que realiza el subnivel MAC son las de empaquetado y desempaquetado de los datos en tramas MAC, así como la detección de errores y el direccionamiento a nivel MAC.

Ethernet

El subnivel Ethernet definido por IEEE es el estándar **IEEE 802.3**.

Ethernet II es similar a IEEE 802.3 pero **prescinde del subnivel LLC**, ya que incorpora un campo tipo que identifica el protocolo de nivel superior utilizado. El subnivel MAC de redes Ethernet utiliza **CSMA/CD** como técnica de control de acceso al medio.

Los formatos de trama de IEEE 802.3 y Ethernet II son muy similares, y **la única diferencia estriba en el uso del campo longitud o tipo**. Mientras **802.3 utiliza este campo para indicar la longitud, en número de octetos**, contenida en el campo de datos, **Ethernet II lo utiliza como identificador del protocolo del nivel superior**, siendo éste generalmente IP que contiene su longitud en su propia cabecera.

El formato de una trama Ethernet es el siguiente:

7 Octetos	1 Oct.	6 Oct.	6 Oct.	2 Oct.	0 a 1.500 Oct.	4 Oct.
Preámbulo	SFD	Dirección destino	Dirección origen	Long. ó Tipo	LLC y/o Datos	Relleno 0 - 46 SVT

La trama se inicia con un **preámbulo de 7 octetos** iguales (concretamente su valor es 10101010), seguidos de un octeto de delimitación de inicio de trama (**SFD**, Start of Frame Delimiter), cuyo valor es 10101011. **Estos octetos permiten al receptor sincronizarse y localizar el primer bit de la trama.**

A continuación se encuentran las direcciones MAC origen y destino de la trama, de **6 octetos cada una**. La dirección destino puede ser de una única estación, dirección multicast o dirección broadcast.

Bilbao BBK Live
Bilbao


Festival de les Arts

CABO DE PLATA

WUOLAH

El siguiente campo es un **segmento de 2 octetos** que tiene dos interpretaciones excluyentes. Si su valor es **menor o igual a 1500**, se corresponde con la **longitud del campo de datos en número de octetos**. Si su valor es **mayor o igual a 1536**, entonces **indica el tipo del protocolo del nivel superior**.

Los datos del nivel superior se incluyen a continuación, en un campo que tiene una **longitud mínima de 46 octetos y máxima de 1500**. Para el correcto funcionamiento de la detección de colisiones en CSMA/CD es necesario que el campo de datos tenga una longitud mínima de 46 octetos, extendiéndose con octetos de relleno si el número de octetos a transmitir es menor.

Al finalizar la trama se introduce una **Secuencia de Verificación de Trama de 4 octetos**, calculada sobre toda la trama excepto el preámbulo, el SFD y la propia SVT. Por lo tanto se pueden detectar errores de transmisión tanto en los datos como en las direcciones o el campo longitud/tipo.

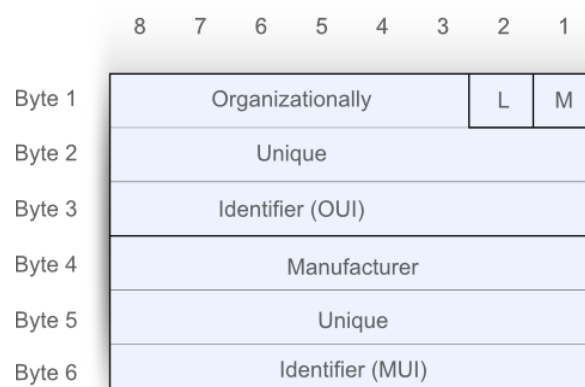
Dirección MAC

Las direcciones MAC utilizadas como origen y destino de las tramas ocupan 6 octetos y tienen un formato definido.

La **primera mitad** de la dirección es un identificador de la organización que la fabrica (**OUI**, Organizational Unique Identifier), mientras que la **segunda mitad** es el identificador que la propia organización de asigna a la tarjeta (**MUI**, Manufacturer Unique Identifier). No hay dos tarjetas en el mundo con la misma dirección, y se evita el trabajo de asignar direcciones MAC en una LAN.

El bit menos significativo del primer octeto (**M**) **indica si la trama es o no una trama multicast**, y el segundo bit menos significativo del mismo octeto (**L**) **se utiliza para poder establecer direcciones administradas localmente**. La dirección con **todos los bits a 1** es la **dirección de broadcast o difusión**.

Las direcciones MAC se suelen mostrar en **grupos de dos caracteres hexadecimales separados por ":"**. La transmisión se suele realizar comenzando por el bit menos significativo, por lo que la dirección 01:23:45:67:89:AB se transmitiría como: 10000000 (Multicast activado) 11000100 10100010 11100110 10010001 01011101. Obsérvese que este formato de transmisión envía el bit M en primer lugar, seguido del bit L.



Versiones de Ethernet

1. **Ethernet**: conjunto de estándares que describían redes a una velocidad máxima de 10Mbps sobre diferentes medios de transmisión: cable coaxial, par trenzado y fibra óptica. Estas redes funcionan en modo semidúplex, lo que significa que una estación puede enviar y recibir datos, pero no al mismo tiempo.
2. **Fast Ethernet**: conjunto de estándares que establecen redes Ethernet que operan a 100 Mbps. En función del medio físico utilizado para transmisión se crearon diferentes versiones de Fast Ethernet:
 - a. **100BASE-TX**: Utiliza dos pares de cable trenzado (**UTP**, Unshielded Twister Pair) como medio físico, uno para transmitir y otro para recibir. Estas redes funcionan en modo **Full-Duplex**, para lo cual se utilizan switches como elementos de interconexión, lo que crea un dominio de colisión por cada enlace entre estaciones. En cada enlace (o dominio de colisión) sólo se encuentran dos estaciones, y puesto que se envía por un par trenzado y se recibe por otro, **no se pueden producir colisiones**. Por compatibilidad con redes y elementos de redes Ethernet **se sigue utilizando CSMA/CD** y el **mismo formato de trama**, aunque no se detecten colisiones ni se necesite un tamaño mínimo de trama.
 - b. **100BASE-FX**: Esta versión requiere de dos cables de fibra óptica, uno para recibir y otro para transmitir, aplicando el esquema de codificación 4B/5B NRZI. Tampoco existen colisiones en 100BASE-FX.
 - c. **100BASE-T4**: Está diseñada para mejorar la velocidad de las redes Ethernet manteniendo instalaciones de cable UTP. Debido a la inferior calidad del cable no se pueden alcanzar las mismas velocidades de señalización, por lo que **los 100 Mbps se dividen en tres flujos de datos**, enviando cada uno por un par trenzado. De esta forma se necesitan 3 pares para transmitir y 3 para recibir, y puesto que las instalaciones disponen de 4 pares de cable trenzados, dos cables se comparten, impidiendo funcionar en modo dúplex. La codificación empleada en estas redes es 8B6T NRZ, que transmite a una velocidad de señalización de $6/8 \times 33\text{Mbps} = 25\text{Mbaudios}$
3. **Giga Ethernet**: alcanzan velocidades de 1 Gbps sobre cables de par trenzado o sobre fibra óptica. Estas redes **pueden funcionar en modo dúplex o semidúplex**. Funcionando en modo dúplex, al igual que las redes Fast Ethernet, no es necesario detectar colisiones ni existen limitaciones de longitud de trama, aunque se mantiene el uso del **protocolo CSMA/CD**. Para funcionar en modo semidúplex sobre un medio compartido es necesario que **el tiempo de transmisión de una trama sea superior a dos veces el tiempo de propagación**, por lo que se tiene que utilizar **una trama mínima de 512 octetos**, lo que se conoce como **extensión de portadora**. Si una estación dispone de diversas tramas cortas para transmitir,

también se pueden enviar esas tramas en modo ráfaga (frame bursting), lo que evitaría tener que utilizar la extensión de portadora.



4. **10 Giga Ethernet:** Se han definido 4 estándares de 10 Giga Ethernet que abarcan enlaces desde 300 m (10GBASE-S) hasta 10 Km (10GBASE-L) ó 40 Km (10GBASE-E), o incluso que utilizan DWDM para enviar diferentes flujos de información (10GBASE-LX4). La codificación empleada es 64B/66B, que ofrece una sobrecarga muy inferior a 4B/5B.

Más recientes son estándares de Ethernet a 40 Gbps ó 100 Gbps orientadas a la interconexión de centros de datos masivos.

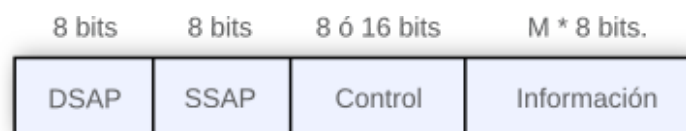
Integración con TCP/IP

Teniendo en cuenta que dicho campo de datos está limitado a 1500 octetos, éste es el valor máximo que debería tomar según este protocolo. Sin embargo Ethernet II utiliza dicho campo para identificar al protocolo de nivel superior, delegando en el campo longitud de la cabecera IP para establecer la longitud que han de tener los datos y desechar los posibles octetos de relleno. En este caso los valores utilizados están por encima de 1536.

Por encima de ese valor se han definido los códigos que representan a los diferentes protocolos enviados en una trama Ethernet II.



Según la arquitectura propuesta por IEEE, la identificación de los protocolos de nivel superior (Service Access Points) se realiza en el subnivel superior, LLC, no siendo necesario incorporarlo en el formato de trama de los subniveles MAC.



5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...



Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

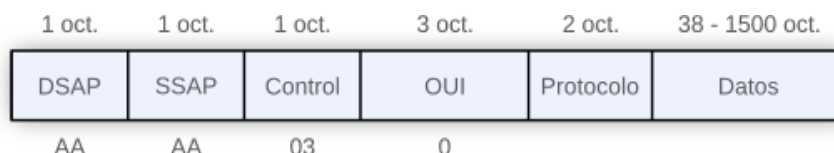
CONTROL
Feel make Feel

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel

Aunque se reservó un identificador para el protocolo IP, **no se incluyó uno para ARP**, que resulta indispensable en la arquitectura TCP/IP. Para dar cabida a dicho protocolo y a otros que se crearan con fines más específicos se diseñó una extensión de la cabecera LLC denominada **cabecera SNAP** (Subnetwork Access Protocol), que **incluye identificadores para protocolos no contemplados en LLC**, así como posibilidad de que una empresa defina sus propios protocolos.

La cabecera SNAP es una extensión de la cabecera LLC formada por **5 octetos**, que **se coloca entre el campo de control y el campo de datos**. Los primeros 3 octetos están destinados a identificar el OUI y los otros dos para definir el protocolo de nivel superior utilizado. Al utilizar tramas Ethernet, el campo OUI toma el valor 0 (0x000000), mientras que el campo Protocolo pasa a contener el valor del campo tipo de la cabecera Ethernet (>1536).



El valor hexadecimal 0xAA en los campos DSAP y SSAP de LLC indica que se utiliza la cabecera SNAP. Este tipo de tramas MAC son tramas de tipo no numerado (U) con el bit de petición (P) a 0, su campo de control es un 0x03 en binario. Como resultado, las tramas LLC con cabecera SNAP se identifican porque su cabecera comienza con la secuencia 0xAA 0xAA 0x03.

El estándar RFC 1042 del IETF (Internet Engineering Task Force) establece que los datagramas ARP se transmitan en redes IEEE 802 utilizando la cabecera SNAP. La cabecera SNAP junto con la cabecera LLC ocupan 5 octetos (3 de LLC y 2 de SNAP).

Encapsulación de TCP/IP en Ethernet II

Al encapsular IP sobre Ethernet II no se utiliza el subnivel LLC

Al encapsular TCP/IP sobre Ethernet II sólo se recurre a la cabecera de éste último, indicando en el campo "tipo" el protocolo de nivel superior utilizado (valor superior a 1536 para diferenciar la trama de una trama IEEE 802.3).

Bilbao
BBK Live

Festival de les Arts

CABO DE PLATA

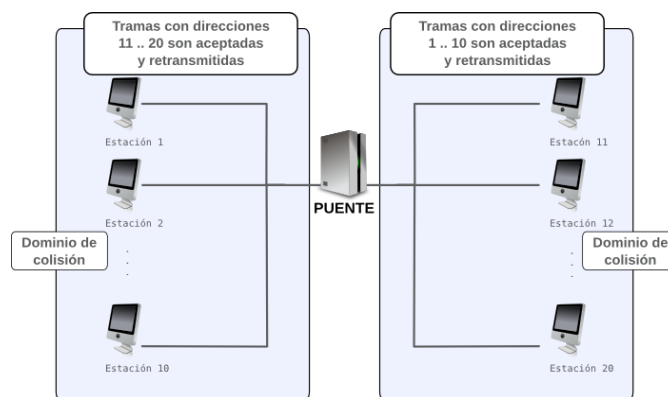
WUOLAH

Dispositivos de interconexión

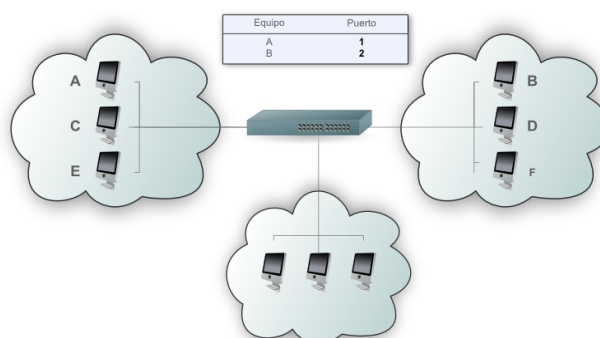
Puentes:

Los puentes son dispositivos que permiten interconectar varias LANs, originalmente del mismo tipo (nivel físico y de enlace).

Los puentes permiten extender el rango de una red de forma transparente al resto de estaciones de la misma, ya que todas ellas se encuentran en el mismo espacio de direcciones y no les afecta el hecho de existir puentes interconectando segmentos en la red. El uso de puentes tiene una ventaja a la hora de extender una RAL, que radica en la separación de la red en diferentes dominios de colisión. Las redes interconectadas por un puente pueden intercambiar paquetes entre sí, pero el puente no retransmite hacia una red los paquetes destinados a estaciones que él sabe que no están en dicha red. No obstante, un puente no divide dominios de difusión, y ante la recepción de una trama dirigida a broadcast, éste la retransmite por todos sus puertos.



Éstos disponen de una tabla para relacionar direcciones MAC de estaciones con el puerto del puente a través del cual se llega a dicha estación. Cuando reciben una trama la almacenan temporalmente y examinan la dirección destino. Si la dirección destino se encuentra en su tabla de encaminamiento, retransmiten la trama únicamente a la LAN que dicta su tabla de encaminamiento. En caso de que no sepan en qué LAN está la estación destino, la retransmiten por todos sus puertos salvo por el que se recibió la trama. Dicha tabla de encaminamiento se encuentra inicialmente vacía, pero se va rellenando dinámicamente a medida que el puente recibe tramas. El puente utiliza la dirección origen de las tramas que recibe para poder establecer que la dirección MAC origen de una trama se encuentra en el puerto por el cual ha recibido dicha trama. Estas entradas van acompañadas de un temporizador que la elimina pasado cierto tiempo.



Las tramas **se retransmiten tal y como son recibidas, sin modificarlas**, salvo que se interconecten redes de diferente nivel de enlace. Además, generalmente las tramas no tienen como dirección destino la dirección del puente, sólo las tramas de gestión están dirigidas a los puentes. Aunque los puentes almacenen temporalmente las tramas, no disponen de ninguna funcionalidad de control de flujo, y **si en un momento dado se llenan sus buffers de recepción tienen que descartar tramas**.

Spanning Tree Protocol

El mecanismo de aprendizaje de la topología de la red explicado anteriormente no soporta que existan bucles en una red. El mecanismo **Spanning Tree Protocol (STP)** fue creado para **crear un árbol jerárquico en la red (sin bucles)** y de menor coste posible. STP bloquea ciertos puertos en los puentes para eliminar los bucles.

Los puentes intercambian mensajes **Bridge Protocol Data Unit (BPDU)** para construir la topología de la red y el coste de los caminos. A partir de ese momento comienzan las fases del algoritmo:

1. Se elige el puente raíz en la red, que será aquel de dirección MAC inferior entre aquellos con mejor prioridad. Todos sus puertos son marcados como puertos designados.
2. Para cada puente se establece el puerto con menor coste hasta el puente raíz (puerto raíz).
3. Para cada segmento de red se establece, de entre los puentes que están conectados al mismo, cuál tiene el coste menor hasta la raíz. El puerto que conecta dicho puente al segmento de red es marcado como el puerto designado.
4. Finalmente se marcan como puertos bloqueados todos los puertos de los routers que no han sido marcados como puerto raíz ó como puerto designado. A través de un puerto bloqueado no se reciben ni se retransmiten tramas (salvo BPDUs).

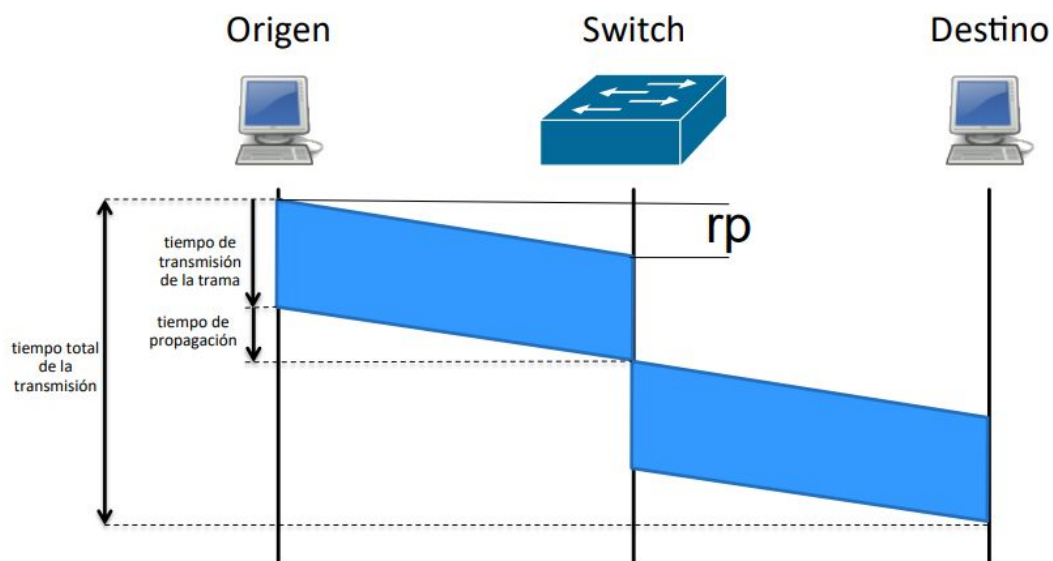
Switches

Los switches son dispositivos de interconexión de red que interconectan múltiples estaciones separando dominios de colisión. Al igual que los puentes, los switches aprenden de las direcciones origen de cada trama para crear su tabla de conmutación, y retransmiten por todos sus puertos una trama cuyo destinatario no aparece en su tabla de conmutación. Los switches utilizan el mismo algoritmo de aprendizaje que los puentes, así como el mecanismo STP para eliminar bucles, y es por ello que los switches pueden verse como **puentes multi-puerto** que, a diferencia de los puentes, **permiten comunicaciones simultáneas** (pueden estar analizando y retransmitiendo más de una trama a la vez).

En una LAN formada únicamente por switches y estaciones **cada conexión es un enlace punto a punto, y corresponde con un dominio de colisión**. Un dispositivo conectado a un switch en una red de 100 Mbps dispone de los 100 Mbps en su conexión con el switch, y no los comparte con los demás elementos de la red. Estos enlaces pueden formar en modo dúplex o semi-dúplex, y **en los dúplex no existen las colisiones**, por lo que no existen limitaciones de distancias debidas al subnivel MAC. En los enlaces **semi-dúplex sí que existen las colisiones** porque se utiliza el mismo par para transmitir y para recibir, por lo que se puede colisionar con la otra estación conectada al mismo cable.

Los switches pueden emplear diversas técnicas de conmutación:

- **Store and forward**: el switch almacena en un buffer la trama completamente antes de retransmitirla, lo que origina un pequeño retraso.



- **Cut-through**: el switch comienza almacenando la trama hasta que dispone de la dirección destino (que se encuentra en la cabecera de la trama). En ese momento se comienza con la transmisión por el puerto correspondiente sin esperar a recibir toda la trama. Esta técnica reduce la latencia aunque puede retransmitir tramas erróneas al no haber analizado el campo CRC que se encuentra en el final de la trama. Una opción intermedia es utilizar fragment free, que espera a tener los primeros 64 octetos por si hay colisiones, y entonces comienza a transmitir, aunque sin verificar SVT. No aporta nada en redes completamente conmutadas (sin colisiones). No se puede realizar cut-through hacia puertos más rápidos que el de recepción.

5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...

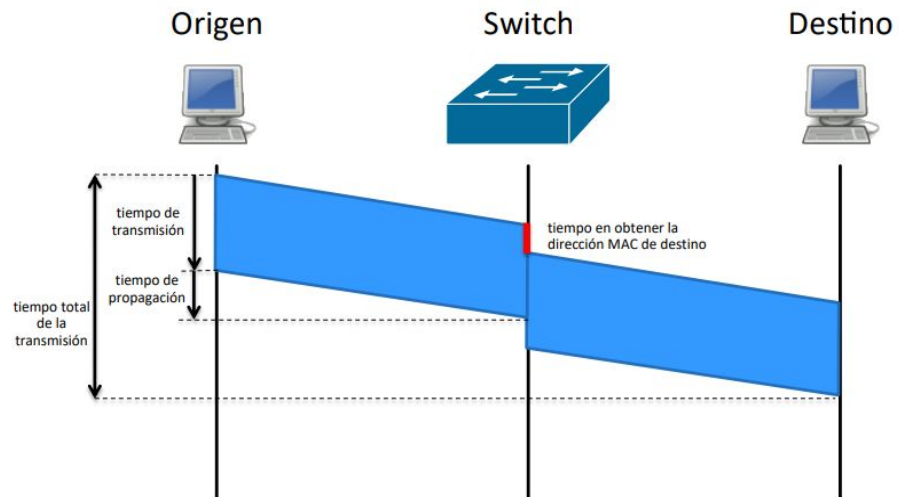


Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

CONTROL
Feel make Feel

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel



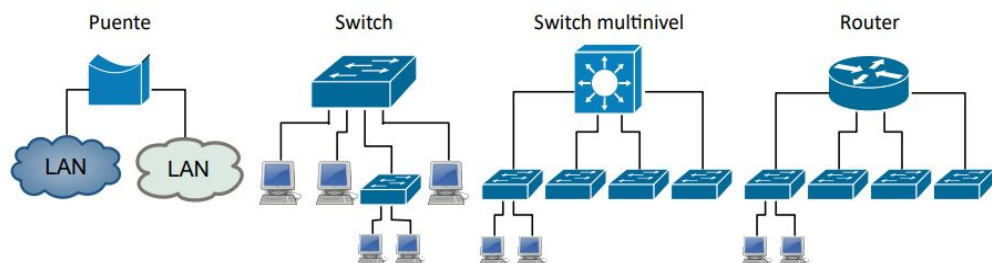
Un switch puede interconectar redes de diferente velocidad, aunque para funcionar en modo cut-through la red de destino de una trama ha de ser de la misma velocidad o menor que la de recepción.

Los switches, sin embargo, no limitan el tráfico de broadcast, por lo que no separan dominios de broadcast como hacen los routers. Un switch tampoco limita el tráfico de multicast.

Routers

Los routers son dispositivos que operan a nivel 3 y permiten la interconexión de redes encaminando tramas en función de la dirección IP de destino. Además de los routers, también existen switches multinivel que no se limitan a operar a nivel 2, sino que lo pueden hacer a nivel 3, encaminando entre diferentes VLANs o a nivel 4, analizando los puertos TCP/UDP.

Switch multinivel (Apartado 2, Redes de área local virtuales)



Bilbao BBK Live
Bilbao

Festival de les Arts

CABO DE PLATA

WUOLAH

Redes de área local conmutadas

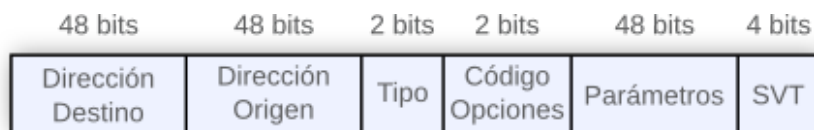
Debido a la masiva implantación de switches como elementos de interconexión, prácticamente todas las redes de área local son redes conmutadas, por lo que no tiene sentido actualmente hablar de colisiones en redes Ethernet.

Control de flujo

El control de flujo se realiza mediante una trama de control denominada **PAUSE**. Esta trama permite a una estación solicitar a una estación vecina que deje de enviarle tramas (salvo tramas de control). Esta trama sólo puede enviarse entre estaciones que utilizan comunicación full-duplex.

La dirección destino está prefijada a la dirección multicast 01:80:C2:00:00:01, de forma que una estación no tenga que tener constancia de aquellas con las que esté conectada y envíe los mensajes PAUSE a esta dirección multicast. El TIPO de la trama es “control”, lo que se traduce en el valor 0x88-0x08, y el campo CÓDIGO OPCIONES toma el valor 0x00-0x01 que indica PAUSE. Finalmente se añade un campo PARÁMETROS que contiene el tiempo durante el cual el terminal que recibe la trama PAUSE ha de esperar para transmitir más tramas de datos.

A continuación se muestra el formato de las tramas de control:



Autonegociación

En redes de dispositivos heterogéneos es posible que no todos ellos soporten las mismas opciones (transmisión dúplex, control de flujo, velocidad de transferencia).

La autonegociación es un proceso que permite a los dos extremos de una conexión física negociar los parámetros a utilizar en la comunicación en base a sus capacidades.

La autonegociación minimiza los errores humanos que pudieran producirse en la configuración de una red y simplifica la migración de equipos de dicha red.

Tramas Jumbo

Las tramas “baby giant” ó “baby jumbo” son aquellas cuya longitud máxima es ligeramente superior a las tramas normales.

Frente al tamaño máximo de trama de 1526 (con preámbulo y SVT) octetos (1500 octetos del campo de datos) se propuso la creación de una trama de tamaño mucho mayor, que permitiera transportar **9000 bytes de datos**, lo que podría mejorar la eficiencia de la red en determinadas circunstancias y reduciría el número de tramas a procesar. Una trama de dicho tamaño podría alojar bloques de datos de aplicación de 8 KB con sus correspondientes cabeceras.

2.- Redes de área local virtuales:

En una red de área local, si se envía una trama MAC con dirección broadcast (todos los bits a 1) llega a todos los elementos de la red, puesto que todos los elementos de una red formada por switches pertenecen al mismo dominio de difusión. Este tipo de tramas, generalmente de gestión, inundan toda la red cuando a veces se quiere llegar sólo a las máquinas de un departamento o una sección, desaprovechando ancho de banda. La solución pasa por **dividir la red en varios dominios de difusión**.

Los routers permiten dividir una red en dominios de difusión, y pueden servir para estos fines. Sin embargo, los dominios de difusión creados se corresponden físicamente con las máquinas conectadas a cada una de las interfaces del router, una aproximación que no es flexible.

La solución pasa por crear **RALs virtuales (VLANs)**, que son grupos lógicos de estaciones que actúan como una RAL, independientemente de su localización dentro de la RAL física desplegada. Estas estaciones se comunican entre sí a nivel de enlace como si tuvieran una RAL entre ellos, y por ello necesitan hacer uso de un router para comunicarse con otras VLANs. Por tanto **los switches de VLAN operan también a nivel de red**.

Formas de identificar la pertenencia de un equipo a una VLAN:

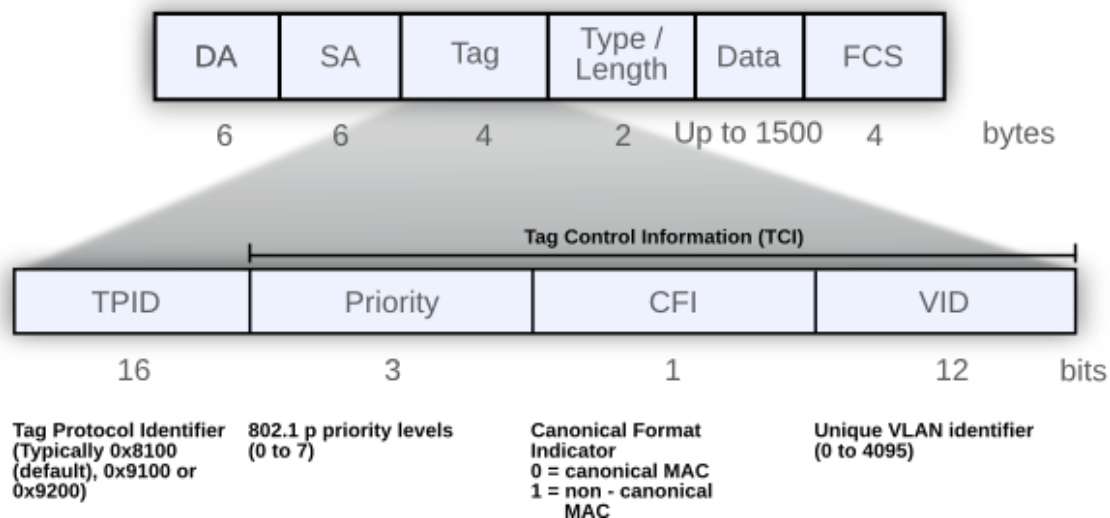
- **Por puerto:** Es una forma muy sencilla de configurar, aunque es poco flexible porque no permite migración de equipos en la organización.
- **Por dirección MAC:** Se establece una tabla que relaciona direcciones MAC con el identificador (numérico) de VLAN al que pertenecen.
- **Por dirección IP:** Se define la pertenencia a una VLAN en función de la dirección IP de una máquina, o incluso puede hacerse basándose en protocolos superiores (transporte, aplicación). Es un mecanismo muy flexible pero requiere que los switches accedan a cabeceras más allá de la cabecera MAC, lo que puede penalizar el rendimiento.
- **Por etiqueta:** Etiqueta 802.1Q que se inserta cuando un switch retransmite la trama a través de su puerto uplink hacia otros switches, pero que generalmente no llega a las estaciones finales.

Los switches que forman estas redes tendrán que ser configurados para actuar siguiendo uno o varios de los mecanismos para identificar la pertenencia a una VLAN. Generalmente se realiza de forma estática por puerto en switches gestionados por su simplicidad.

Las estaciones de una VLAN pueden estar en diferentes segmentos de la red, conectados por tanto a diferentes switches. Para que estas estaciones se comuniquen los switches necesitan un mecanismo para intercambiarse información de pertenencia a una VLAN.

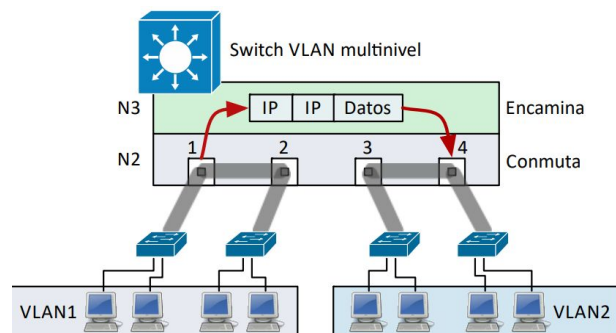
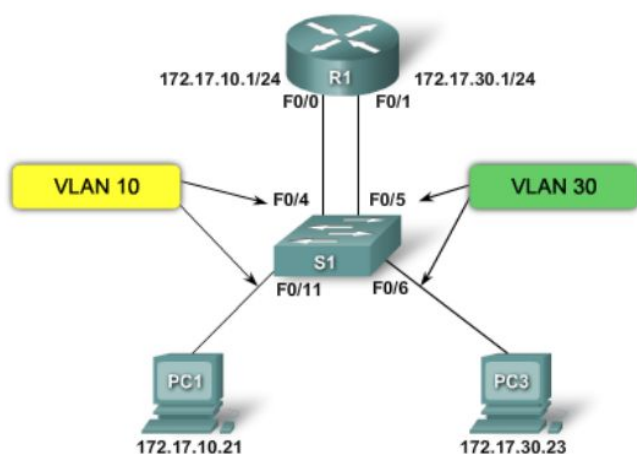
Para comunicarse entre sí la información de pertenencia a una VLAN, los switches incluyen una cabecera denominada Tag Control Information (TCI). Esta cabecera la incluyen cuando retransmiten la trama a través de su puerto uplink (dedicado a conectarse con otros switches), pero no cuando se retransmite a sistemas finales.

El nuevo formato de la trama, al incluir la etiqueta, es el siguiente:



La etiqueta dispone de 12 bits para identificar VLANs, permitiendo identificar por tanto 4096 diferentes VLANs.

La comunicación entre diferentes VLANs se realiza a nivel 3 (router o switch multinivel), por lo que un switch normal no puede realizarlo. Las VLANs que se comunican tienen diferentes direcciones de red, como si de una interconexión de varias LANs normales se tratase.



5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...

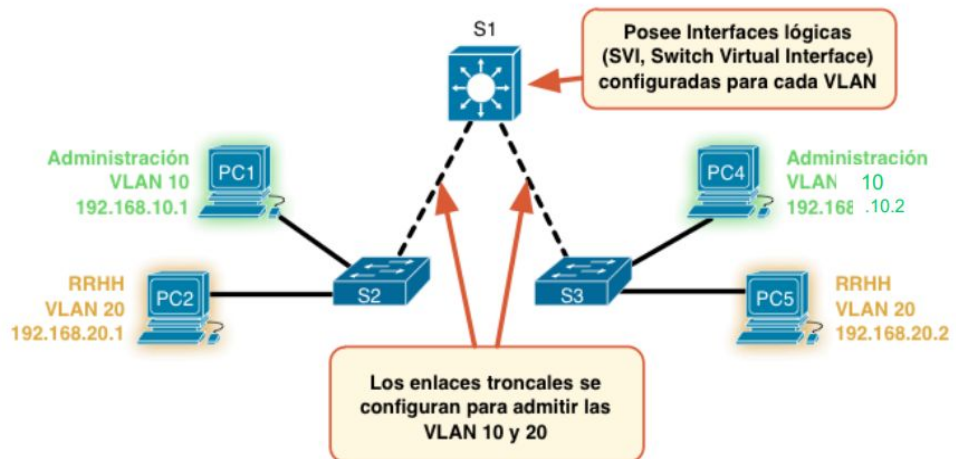


Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

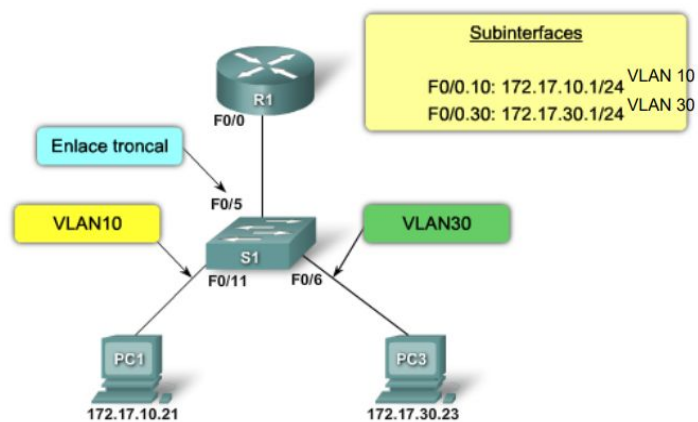
CONTROL
Feel make Feel

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel



Uso de un router con enlace troncal



Las subinterfaces son interfaces virtuales asignadas a una interfaz física. Cada subinterfaz se configura con su propia dirección IP, máscara de subred y asignación de VLAN única,

Bilbao BBk Live
Bilbao

Festival de les Arts

CABO DE PLATA

WUOLAH

3.- Redes de Área Local con Inalámbricas

CSMA/CA

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance) es un mecanismo de control de acceso al medio basado en contienda que está orientado a medios de transmisión inalámbricos. En transmisiones inalámbricas una estación no puede detectar colisiones mientras está transmitiendo, por lo que no se puede saber que se está produciendo una colisión y dejar de transmitir (como en CSMA/CD), sino que las detecciones se deducen al no recibir una trama de confirmación ACK.

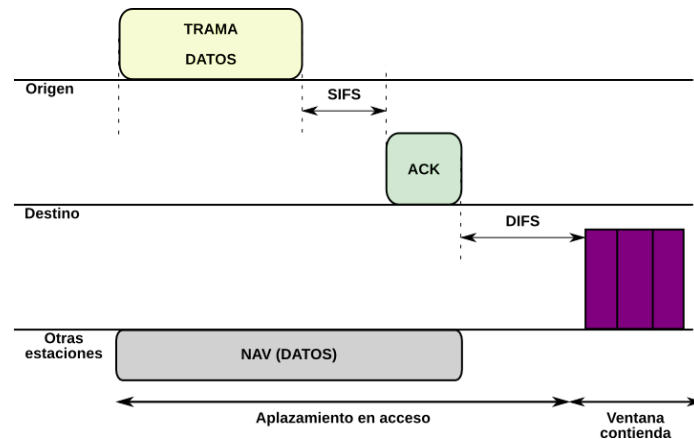
El mecanismo básico de transmisión en CSMA/CA consiste en escuchar el medio antes de transmitir. Si el medio se encuentra libre se espera un intervalo de tiempo conocido como **IFS** (Interframe Space) antes de transmitir la trama de datos. Si por el contrario se detecta una transmisión en el medio, se espera a que dicha transmisión finalice. Se espera también un intervalo IFS así como un tiempo de espera aleatorio y, si todavía no se detecta transmisión, la estación transmite su trama.

La estación receptora transmite una trama de confirmación ACK tras un corto intervalo de tiempo conocido como SIFS (Short Interframe Space). Las tramas **ACK indican que la trama se ha recibido correctamente y no se han producido colisiones**, porque la estación emisora no podría haber detectado una colisión mientras transmitía la trama.

La detección del medio libre u ocupado se realiza a dos niveles: **detección de portadora física y detección de portadora virtual.**

- **La detección de portadora física** la proporciona el nivel físico, de la misma forma que en redes de cable.
- **La detección de portadora virtual** la proporciona el nivel MAC mediante un mecanismo basado en vectores de reserva. Cuando una estación comienza a transmitir se incluye en la transmisión información para calcular cuánto tiempo va a mantener ocupado el medio físico. Las estaciones que lo escuchan establecen un **vector de reserva (NAV, Network Allocation Vector)** a partir de dicha duración. El NAV puede verse como una cuenta regresiva, cuando llega a cero la portadora virtual indica que el medio está libre, y mientras es distinto de cero el medio permanece ocupado.

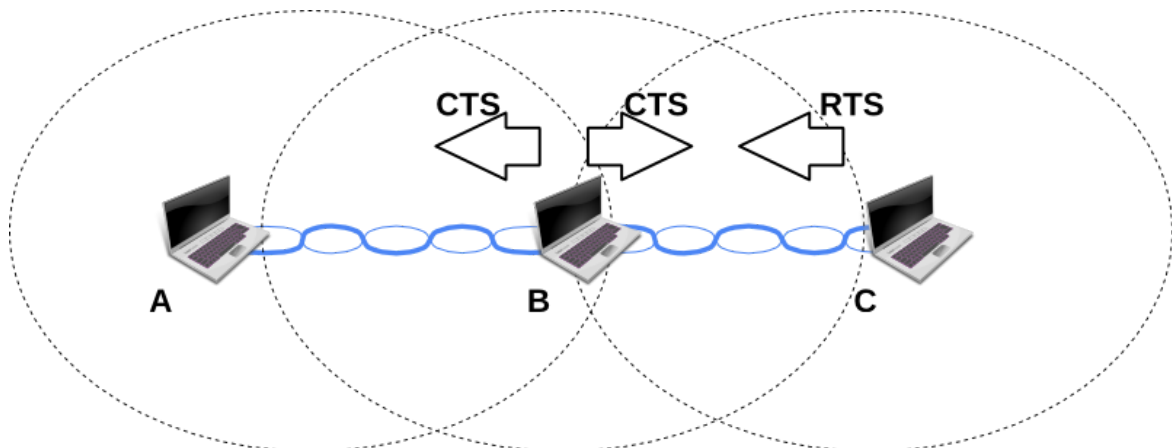
El mecanismo de espera aleatoria establece un número aleatorio de slots de tiempo que una estación espera antes de comenzar a transmitir. De esta forma se evita riesgo de colisiones al estar varias estaciones esperando a que finalice la misma transmisión para transmitir. Si durante este tiempo se detecta una transmisión en el medio, se vuelve a esperar a que termine, se espera un nuevo IFS y otra espera aleatoria. Al igual que en CSMA/CD, **cada vez que se produce un nuevo intento de transmitir el rango para elegir aleatoriamente el número de slots que se espera se incrementa.**



En la transmisión por medios inalámbricos se puede presentar un problema conocido como **el terminal oculto**. Una estación A que se encuentra en el rango de otra estación B, pero no en el de una estación C no puede detectar cuando C está transmitiendo a B. En este caso se pueden producir colisiones al realizar A y C transmisiones simultáneas.

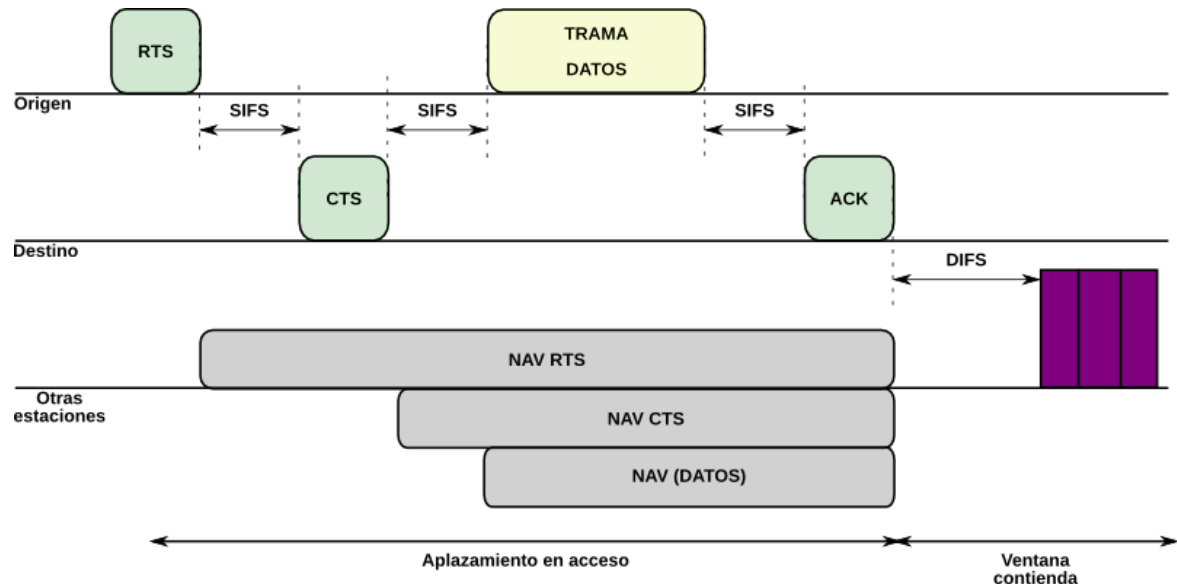
RTS/CTS

Para solucionar el problema del terminal oculto se utiliza un mecanismo de solicitud de transmisión que introduce **dos nuevas tramas de control: RTS** (Request to send) y **CTS** (Clear to send). La estación que desea transmitir comienza enviando un paquete RTS al receptor, el cual contesta con un CTS alertando a sus estaciones vecinas de la transmisión que se va a llevar a cabo. Cuando el emisor recibe el mensaje CTS, y tras un tiempo de espera SIFS, transmite la trama de datos y espera la recepción de la confirmación ACK.



Las tramas RTS y CTS establecen en las estaciones que las escuchan nuevos vectores de reserva NAV, cada uno con una duración diferente que permiten a cualquier estación (esté en el rango del emisor o del receptor) conocer el instante en el que la transmisión va a finalizar.

En el mecanismo RTS/CTS se pueden producir colisiones en las tramas RTS, no así en las tramas de datos puesto que todas las estaciones aceptadas deberán considerar el medio ocupado todo el tiempo que vaya a durar la transmisión (indicado tanto en la trama RTS, CTS y en la trama de datos).



NAV: Network Allocation Vector

DIFS: Distributed Coordination Function Interframe Space

SIFS: Short Interframe Space

Este mecanismo opcional es especialmente útil para evitar retransmisiones muy largas. En redes inalámbricas se define un tamaño de trama, denominado **umbral RTS**, a partir del cual las tramas han de enviarse utilizando RTS/CTS. Este umbral se negocia al inicio de la comunicación como un parámetro más.

Wi-Fi

WiFi es la marca comercial propiedad de una alianza de empresas que promueven el uso y desarrollo de redes inalámbricas basadas en los estándares IEEE 802.11, siendo estos un conjunto de estándares que definen servicios y opciones del nivel físico y acceso para crear redes de área local inalámbricas.

La gran diferencia con las redes Ethernet es el medio de transmisión, que prescinde de la necesidad de instalar redes de cable o fibra óptica, con la consiguiente reducción de costes. Otros problemas derivados de la dependencia de una red física desplegada como son las dificultades para realojar equipos o personal también se solucionan con las redes inalámbricas. Sin embargo, éstas no han acabado reemplazando a las redes Ethernet en la creación de LANs sino complementándolas. Otros usos muy extendidos de las redes inalámbricas son la interconexión punto a punto de edificios o la creación de redes ad-hoc (sin infraestructura).

5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...



Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

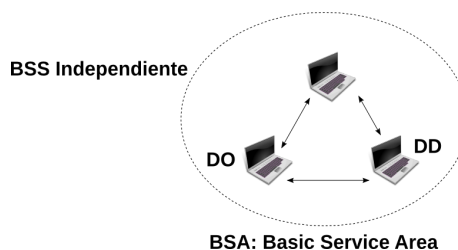
CONTROL
Feel make Feel

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel

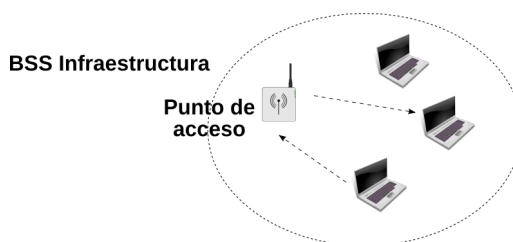
Tipos de redes:

El elemento básico es el Conjunto Básico de Servicios, **BSS** (Basic Service Set). Se define un BSS como un conjunto de estaciones inalámbricas que coordinan el acceso al medio compartido mediante un procedimiento dado. El **área de cobertura geográfica** de un BSS se conoce como Área de Servicios Básicos, **BSA** (Basic Service Area), y es similar a una celda en una red de comunicaciones celular. Este área puede tener una dimensión de varias decenas de metros. Conceptualmente todas las estaciones de una BSS pueden comunicarse directamente entre sí, y en la misma zona pueden coexistir diferentes BSS independientes.



Se puede usar un solo BSS para formar una red ad-hoc. Este tipo de redes consiste en un grupo de estaciones dentro de un **área común de cobertura**, y con naturaleza normalmente **temporal**. La red se puede constituir como tal de forma espontánea en cualquier lugar y se puede deshacer tras un periodo de tiempo dado. En este modo de operación las estaciones **se comunican directamente entre sí utilizando una Función de Coordinación Distribuida, DCF** (Distributed Coordination Function).

Una red de infraestructura (**BSSI ó BSS de Infraestructura**) es una extensión de las redes ad-hoc, que proporciona a los usuarios inalámbricos una extensión del servicio, normalmente proporcionando el acceso a una red fija. Las redes de infraestructura se constituyen utilizando **Puntos de Acceso, AP (Access Point)**. El AP actúa como un puente permitiendo a las estaciones inalámbricas conectarse con equipos de, por ejemplo, una red Ethernet. Para ello el AP incorpora las funciones de un portal, que es una entidad lógica que extiende el rango de la red (puente) y realiza las traducciones entre los diferentes formatos de trama.



Bilbao
BBK Live

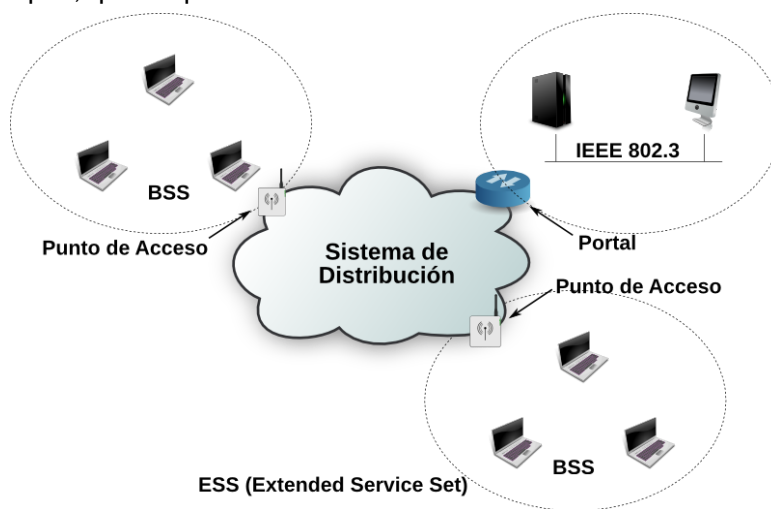
Festival de les Arts

CABO DE PLATA

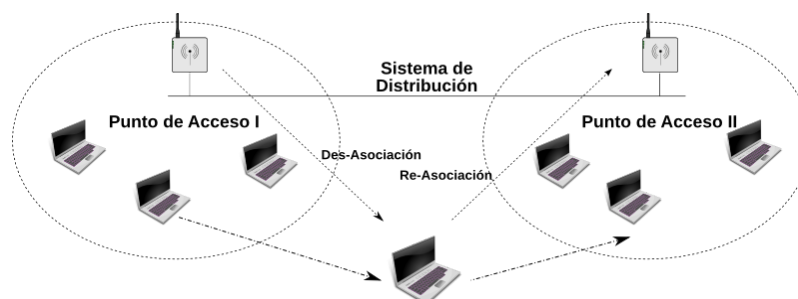
WUOLAH

En una red de infraestructura **las estaciones han de asociarse con el AP**. El proceso de asociación permite que el AP sea consciente de las estaciones que tiene conectadas en un determinado momento. La asociación puede estar acompañada de servicios de seguridad como la autenticación del usuario. De la misma forma existe un proceso de desasociación para indicar a un AP que la estación va a abandonar el BSS. La desasociación se debería llevar a cabo al desconectar, apagar el equipo o desplazarse fuera de la BSA, aunque el subnivel MAC está preparado para funcionar correctamente aunque no reciba los mensajes de desasociación.

Por medio de puntos de acceso se puede extender el ámbito de funcionamiento de una BSA **interconectando varias BSS a través de un Sistema de Distribución, DS** (Distributed System) ofreciendo lo que se conoce como **Conjunto de Servicios Ampliados, ESS** (Extended Service Set). El DS es cualquier red, generalmente de cable, que interconecta diferentes BSS a través de sus APs y sirve como backbone para transportar paquetes entre diferentes BSSs. A través de un ESS se puede proporcionar cobertura inalámbrica a un edificio o un campus, que no podrían ser cubiertas mediante un único AP.



Las estaciones pueden desplazarse (roaming) dentro del área cubierta por un ESS. Cuando las condiciones de cobertura lo requieran, pueden cambiar de un BSS a otro a través del proceso conocido como re-asociación. Cuando una estación se aleja del AP al que se encuentra asociada y dispone de otro AP con una señal de mayor intensidad, ésta se desasocia del primer AP y se re-asocia al segundo AP.

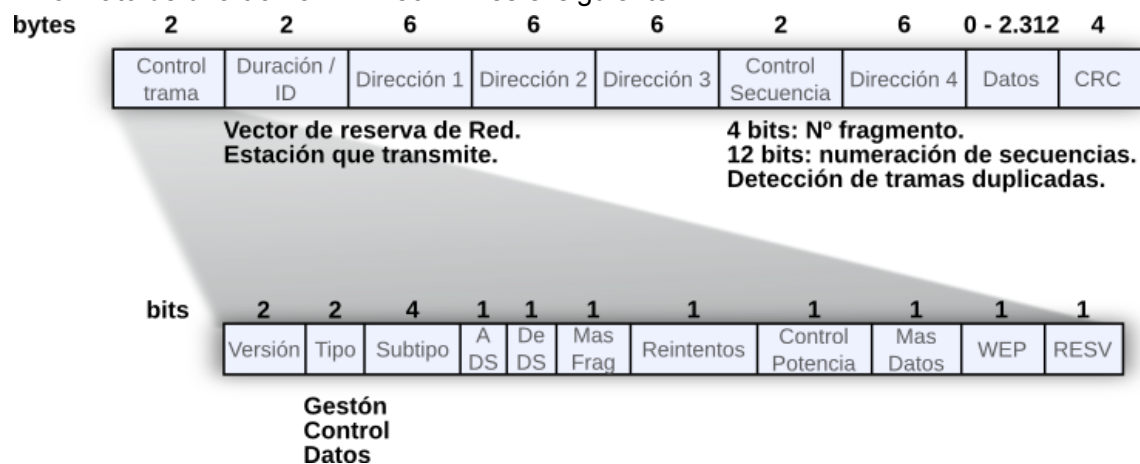


Formato de trama

El estándar IEEE 802.11 describe tres tipos diferentes de tramas:

- **Control:** son las tramas que se utilizan para llevar a cabo el control de acceso al medio. Existen tres tramas de control, **ACK, RTS y CTS**. **ACK** es la trama de confirmación que se envía tras una recepción correcta, y que suple la detección de colisiones mediante confirmaciones de la recepción. Las tramas **RTS y CTS** son las que se utilizan para reservar un periodo de tiempo para transmitir y para concederlo, según el funcionamiento de CSMA/CA.
- **Gestión:** se utilizan para implementar los procesos de asociación y desasociación de las estaciones inalámbricas frente al AP, para sincronismo, autenticación y planificación en el acceso al medio.
- **Datos:** son las tramas que transportan los datos recibidos del nivel superior.

El formato de una trama IEEE 802.11 es el siguiente:



La trama contiene una cabecera de 30 octetos, seguida del campo de datos y de una suma de redundancia cíclica de 4 octetos calculada sobre la cabecera y los datos. El campo de datos tiene una longitud variable desde 0 hasta 2312 octetos, por lo que el tamaño máximo de una trama WiFi es de 2346 octetos.

Los 2 primeros octetos de la cabecera corresponden al campo de control, el cual está compuesto por diferentes apartados:

- La versión del protocolo
- El tipo de la trama, si es de gestión (00), de control (01) o de datos (10).
- El subtipo de la trama para las tramas de gestión.
- Los campos que indican si la trama se dirige hacia el DS o viene desde el DS, que sirven para decidir el significado de los 4 campos de dirección de la cabecera.
- Un flag que indica si la trama actual viene seguida de más fragmentos de la misma unidad de datos LLC.
- El campo reintentos que indica si la trama es una retransmisión de una trama previa, lo que ayuda al receptor en la gestión de las tramas.
- El campo que indica el modo de control de potencia.

- El campo más datos para indicar a una estación que se encuentra en modo de bajo consumo que el AP tiene más unidades de datos para ella.
- El flag de utilización del sistema de cifrado WEP.
- Un bit reservado para opciones futuras

A continuación se encuentra un campo de 16 bits que tiene dos utilizaciones diferentes: generalmente contiene el valor del tiempo que se reserva el medio físico; en tramas de subtipo sondeo indica la estación que transmite la trama. La trama contiene también 4 campos para indicar direcciones MAC, un campo de control de secuencia que identifica la secuencia (12 bits) y el fragmento (4) que se está enviando, y un campo de control de redundancia cíclica.

El **subnivel MAC** de IEEE 802.11 define 4 campos distintos para representar direcciones cuyo significado depende del tipo de transmisión que se esté realizando, ya sea una trama que se transmite dentro de un BSS o a través de un DS. Las dos primeras direcciones corresponden a la dirección MAC del receptor y transmisor (respectivamente) de la trama a través de la interfaz aire, mientras que las siguientes direcciones, si son necesarias, representan la dirección de las estaciones destino y origen cuando se conectan a través de un DS. De esta forma se pueden diferenciar 4 tipos de tramas diferentes:

A DS	De DS	Dir. 1	Dir. 2	Dir. 3	Dir. 4	Significado
0	0	Estación destino	Estación origen	BSSID	-	Trama de datos entre dos estaciones del mismo BSS
0	1	Estación destino	BSSID origen	Estación origen	-	Trama de datos proveniente de una estación externa a través del DS
1	0	BSSID destino	Estación origen	Estación destino	-	Trama de datos dirigida a una estación externa a través del DS
1	1	BSSID destino	BSSID origen	Estación destino	Estación origen	Trama de datos entre dos estaciones externas

Cuando en las direcciones se expresan identificadores de BSS se utiliza el identificador conocido como BSSID, que se corresponde con la dirección MAC del AP de dicho BSS. Además de dicho identificador también existe un identificador alfanumérico que describe el DSS conocido como SSID.

Estas direcciones son evidentemente las que se utilizan en la interfaz aire de las transmisiones (entre estaciones inalámbricas). Los portales de los APs se encargan de realizar las traducciones oportunas para interconectar con el DS, generalmente Ethernet donde se utilizan también direcciones de 48 octetos.

5x1=5, 5x2=10, 5x3=15
la tabla del cinco te la
sabes gracias a la
musiquita porque...



Si quieres ganar entradas dobles
para los mejores festivales

Síguenos

CONTROL
Feel make Feel

CONTROL
Feel make Feel

Mecanismo de acceso CSMA/CA

A diferencia de las redes de cable, cuando el medio físico de transmisión es inalámbrico no se pueden detectar colisiones mientras se transmite, por lo que no es adecuado utilizar CSMA/CD como mecanismo de control de acceso al medio.

En su lugar se utiliza **CSMA/CA**, sustituyéndose la detección de colisiones por confirmaciones de recepción correcta. Una trama de información es respondida con una trama de confirmación **ACK** que indica que no ha habido problemas en su recepción (por ejemplo, colisiones), siendo indivisible el envío y recepción de dichas tramas. También se puede utilizar el mecanismo de reserva del medio RTS/CTS.

Los errores de transmisión pueden recuperarse a niveles superiores, pero esto tendría mucho retardo y una penalización excesiva debido a la alta probabilidad de fallo. Es por ello que en **el subnivel MAC** se incluye un mecanismo de intercambio de tramas basado en confirmaciones **ACK**, siendo el nivel MAC de la estación transmisora el encargado de realizar las retransmisiones de las tramas de las que no reciba confirmación.

Existen dos modos de funcionamiento complementarios para el nivel MAC:

El mecanismo básico de acceso se rige por una **Función de Coordinación Distribuida** (DCF, Distributed Coordination Function), mientras que existe la posibilidad de realizar una coordinación del acceso controlada por una estación, lo que se conoce como **Función de Coordinación Centralizada** (PCF, Point Coordination Function).

Función de Coordinación Distribuida

La Función de Coordinación Distribuida (DCF) está basada en el mecanismo de control de acceso CSMA/CA, utilizando dos tiempos diferentes de espera:

- **SIFS**: Short IFS, es un tiempo de espera corto que un receptor espera entre la recepción de un mensaje y el envío de su correspondiente confirmación.
- **DIFS**: (distributed coordination function IFS), intervalo de tiempo superior a SIFS que se espera como retardo mínimo para enviar tramas asíncronas por estaciones que compiten por el medio.

La función de coordinación distribuida implementa de forma opcional el mecanismo RTS/CTS, con el que soluciona el problema de la estación oculta y se mejora el rendimiento en situaciones de muchas colisiones. El mecanismo RTS/CTS implica la utilización de dos tramas de control RTS y CTS

Función de Coordinación Centralizada

La función de coordinación centralizada (PCF) es un mecanismo de acceso alternativo basado en polling (o sondeos) que está implementado sobre DCF, y que permite garantizar un determinado volumen de tráfico para ciertas estaciones. PCF consiste en peticiones que realiza la estación coordinadora a las diferentes estaciones para ver si tienen datos que transmitir (respuestas).

PCF hace uso de un intervalo de tiempo denominado **PIFS** (point coordination function IPS) que es inferior a DIFS, por lo que tendría preferencia sobre una transmisión asíncrona.

Bilbao
BBK Live

Festival de les Arts

CABO DE PLATA

WUOLAH

La estación central realiza sondeos a las diferentes estaciones que son contestados con tramas de confirmación acompañadas o no de datos. Para no monopolizar el medio e impedir transmisiones asíncronas se definen periodos de larga duración en los que se realizan los sondeos y, una vez terminados los sondeos, se pueden producir transmisiones asíncronas hasta la finalización de dicho periodo.

DCF y PCF funcionan utilizando tres intervalos (IFS) de diferente longitud:

- **SIFS** es el intervalo más corto y es el que se espera entre la recepción de una trama y la transmisión de la confirmación correspondiente, de forma que otra trama no se intente transmitir antes de dicha confirmación.
- **PIFS** es el intervalo inmediatamente superior, pero es menor que DIFS de forma que la función de coordinación centralizada pueda tomar el control en situaciones de congestión.
- **DIFS** es el intervalo de mayor duración, y se corresponde con el menor tiempo que ha de esperar una estación tras detectar el medio libre para realizar una transmisión asíncrona. Hay que indicar que se ha de esperar, además, el tiempo especificado por el algoritmo de espera aleatorio.

Encapsulación de TCP/IP en 802.11

El subnivel MAC IEEE 802.11 de las redes inalámbricas depende del subnivel LLC para la identificación del service Access point de nivel superior, por lo que el campo de datos de la cabecera IEEE 802.11 contiene la PDU de LLC.

IEEE 802.11 sigue la filosofía de IEEE de independizar al nivel MAC de la identificación de los SAPs y de indicar la longitud de la trama, por lo que la su cabecera carece de campos en los que reflejar dichas informaciones.

bytes	2	2	6	6	6	2	6	0 - 2.312	4
	Control trama	Duración / ID	Dirección 1	Dirección 2	Dirección 3	Control Secuencia	Dirección 4	Datos	CRC

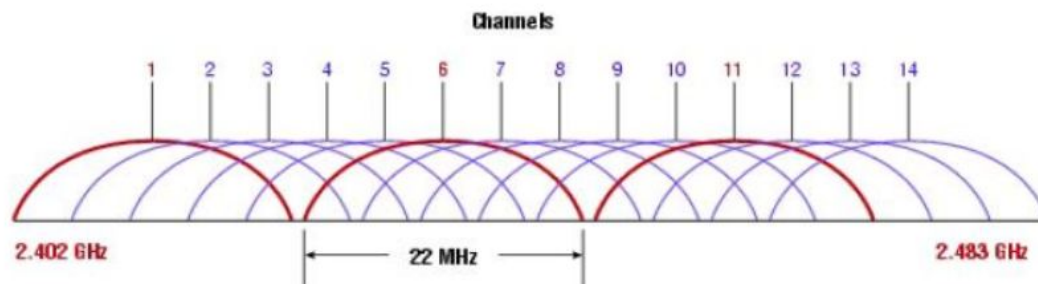
Para poder hacer uso de protocolos de nivel de red como ARP es imprescindible utilizar, además, la cabecera SNAP, resultando la trama enviada de la siguiente forma:

bytes	2	2	6	6	6	2	6	1	1	1	3	2	0 - 2.312
	Control trama	Duración / ID	Dirección 1	Dirección 2	Dirección 3	Control Secuencia	Dirección 4	DSAP	SSAP	Control	OUI	Prot.	Datos

El campo para indicar el protocolo en la cabecera SNAP se utiliza según los identificadores de protocolo de Ethernet (ethertype). Asimismo, en la práctica el campo de datos nunca tiene esa dimensión, pues la tarea que tendría que realizar un puente entre 802.11 y Ethernet para interconectar una red WiFi con una Ethernet sería muy complicado. En su lugar **el campo de datos se utiliza con una longitud máxima de 1500 octetos**, de forma que la traducción de tramas WiFi a Ethernet sólo consiste en el establecimiento de las direcciones correspondientes y el cálculo del CRC.

Canales DSS (Banda de 2.4 GHz)

- IEEE 802.11 divide el espectro en 14 canales disponibles de 22 MHz. Si bien están superpuestos, por lo que interfieren entre sí, excepto el 1, 6 y 11.
- Aunque no todos los canales están disponibles en todos los países. En Europa se pueden usar 13 canales (en España 10-11, en Francia 10-13, etc.); en América 11 y en Japón 14.



Medios y técnicas de transmisión:

■ Infrarrojos

- Distancias cortas, omnidireccional, misma habitación. 1 ó 2 Mbits

■ FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*)

- Se transmite durante un cierto tiempo en una frecuencia y después se salta a otra frecuencia siguiendo una secuencia pseudo-aleatoria (1-2 Mbits)

■ DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*)

- Utiliza una secuencia pseudo-aleatoria de 11 chips para expandir el flujo de datos a transmitir.

■ HR-DSSS (*High Rate Direct Sequence Spread Spectrum*)

- Uso de nuevo esquema de modulación CCK (*Complementary Code Keying*) agrupando 8 bits por símbolo para alcanzar transmisiones de hasta 11 Mbps

■ OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

- Se divide la banda en un gran número de portadoras con un ancho de banda reducido en cada una de ellas

Utilizan tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output)

Varios flujos simultáneos usando varias antenas.

Solape de canales en banda de 2,4 GHz

- 13 Canales separados 5 MHz
 - 2,412 GHz – 2,472 GHz
- DSSS usa 22 MHz por canal
- OFDM usa 16,25 ó 33,75 MHz por canal
- Uso de canales configurado en el PA

