

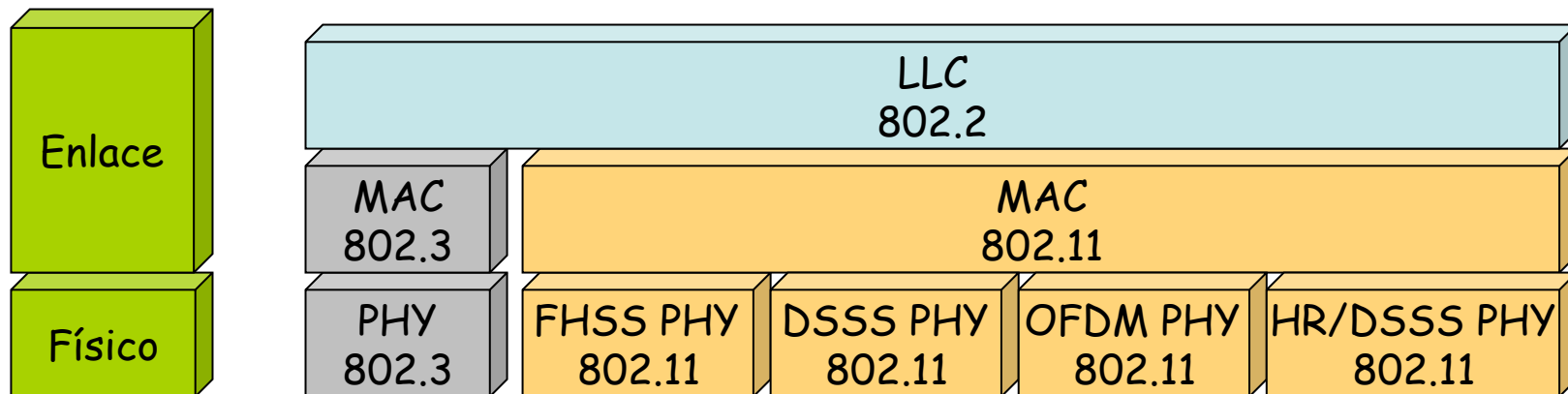
Tecnologías Wi-Fi (1)

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes de Banda Ancha
5º Ingeniería de Telecomunicación

Estándar Wireless LANs

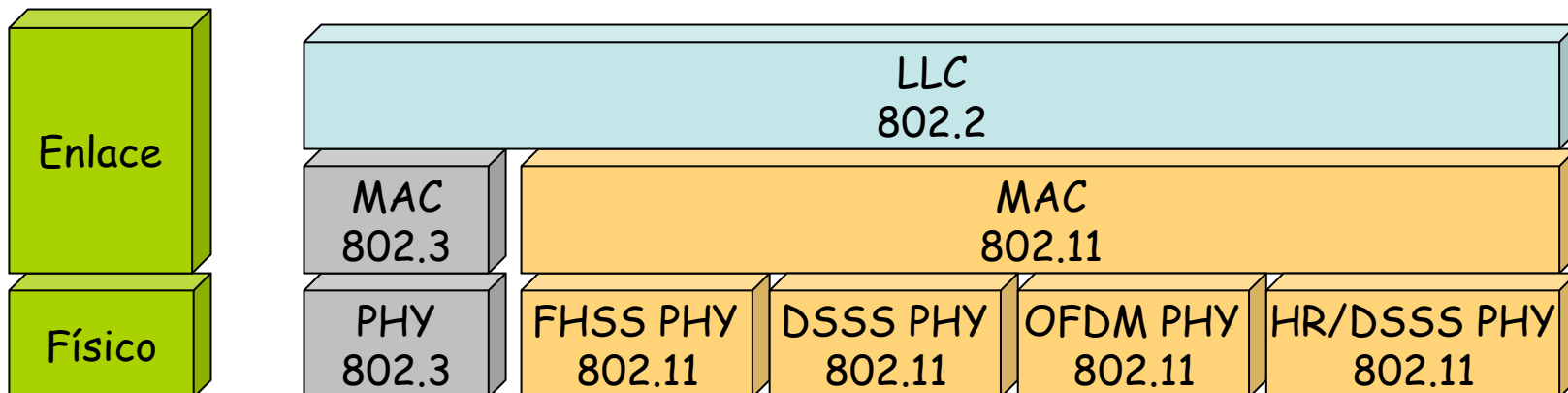
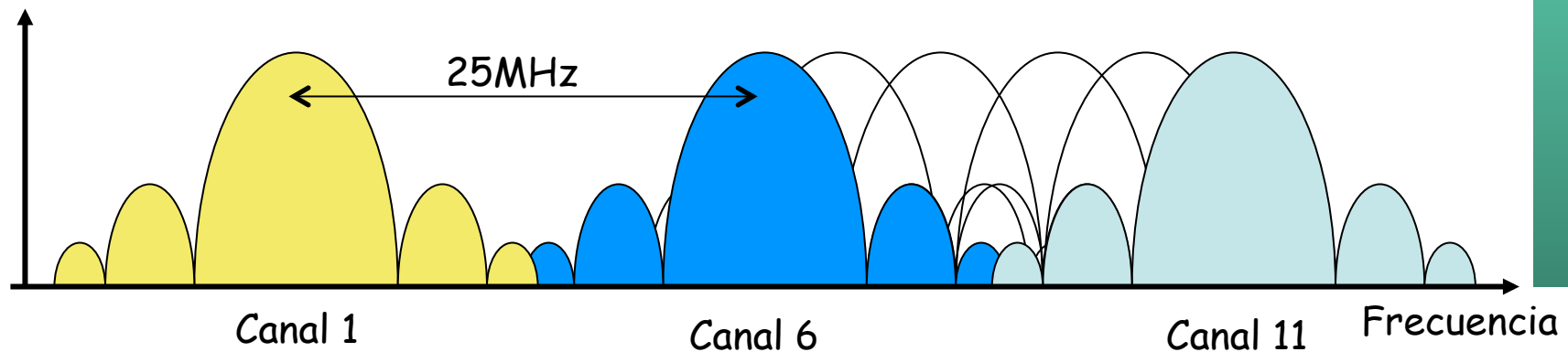
- IEEE 802.11 (1999)
- LAN basada en medio inalámbrico
- Certificación de la Wi-Fi Alliance (<http://www.wi-fi.org/>)
- Hay diferentes niveles físicos posibles
- MAC 802.11 es común a todos ellos
- MAC intenta ofrecer un acceso justo al medio
- El nivel físico está dividido en dos subniveles:
 - PLCP: Physical Layer Convergence Procedure
 - PMD: Physical Medium Dependent



Nivel físico

802.11b

- HR/DSSS = *High Rate Direct-Sequence Spread Spectrum* (hasta 11Mbps)
- En EEUU 11 canales (14 en Japón, 12 en Europa-ETSI)
- BW aprox. de un canal menor de 25MHz (atenuación mayor de 30dB)
- Separación entre canales de 5MHz
- Canales 1-6-11 tienen ya escasa interferencia



Nivel físico

802.11a

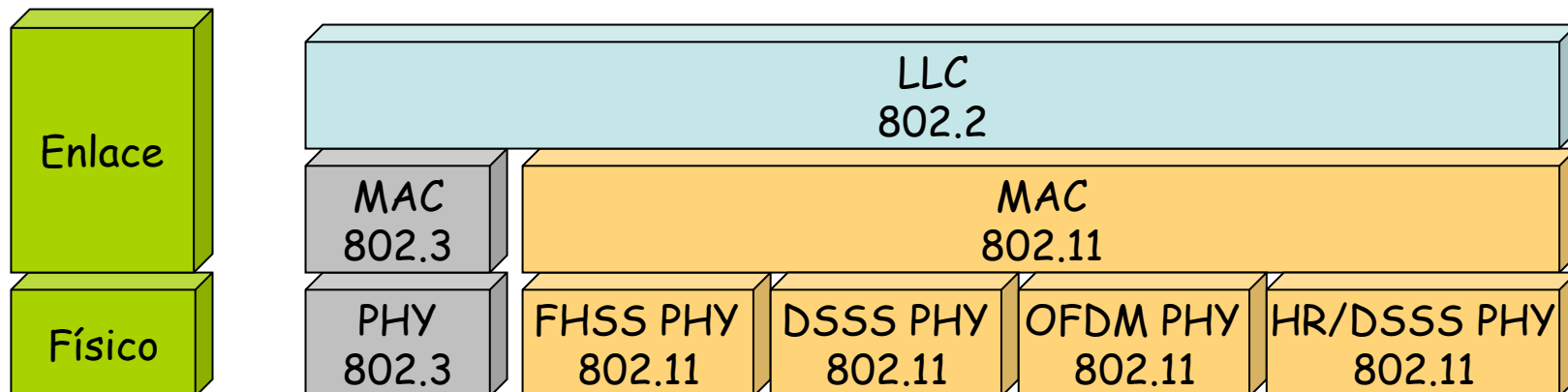
- OFDM = *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- En torno a 23 canales (unos 12 que no se solapan)

802.11g

- OFDM = *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- Compatible con 802.11b

802.11n (aprobado 11 de Septiembre de 2009)

- MIMO = *Multiple Input Multiple Output*
- Canales de diferente BW (20MHz, 40 MHz)
- En 2.4GHz hasta 3 canales que no se solapan (1 a 40MHz), a 5GHz hasta 21 (unos 9 si son de 40MHz)



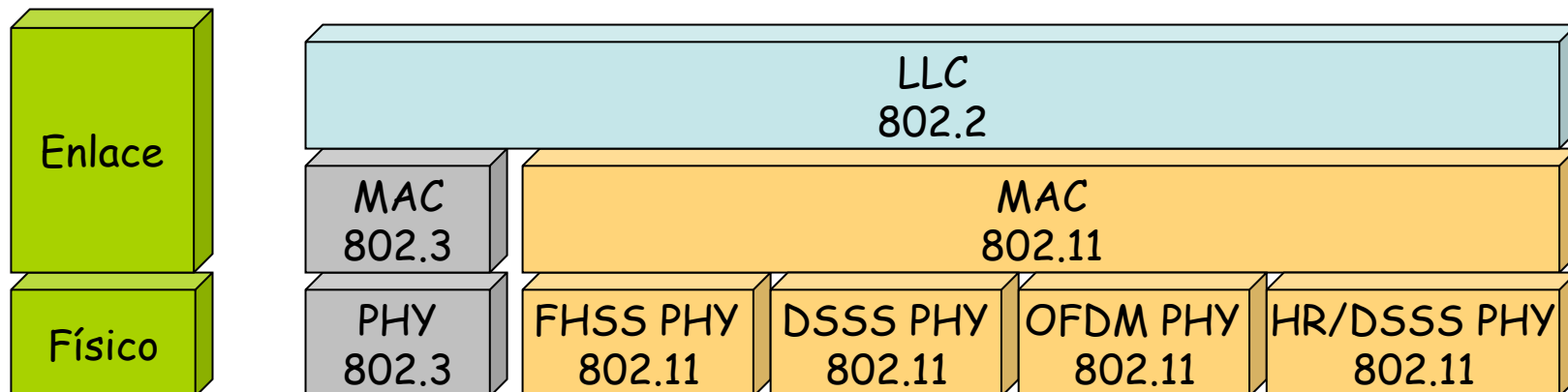
Futuro

802.11ac

- Very High Throughput <6GHz

802.11ad

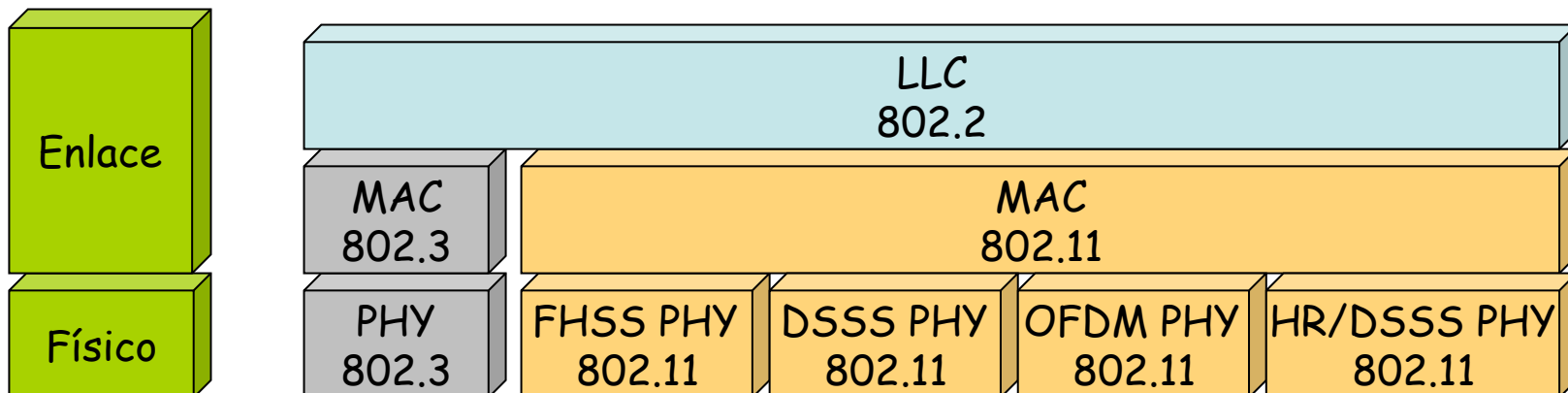
- Very High Throughput in 60GHz
- *“To define standardized modifications to both the 802.11 physical layers (PHY) and the 802.11 Medium Access Control Layer (MAC) to enable operation in the 60 GHz frequency band (typically 57-66 GHz) capable of very high throughput.”*
- Muy reciente



Nivel físico

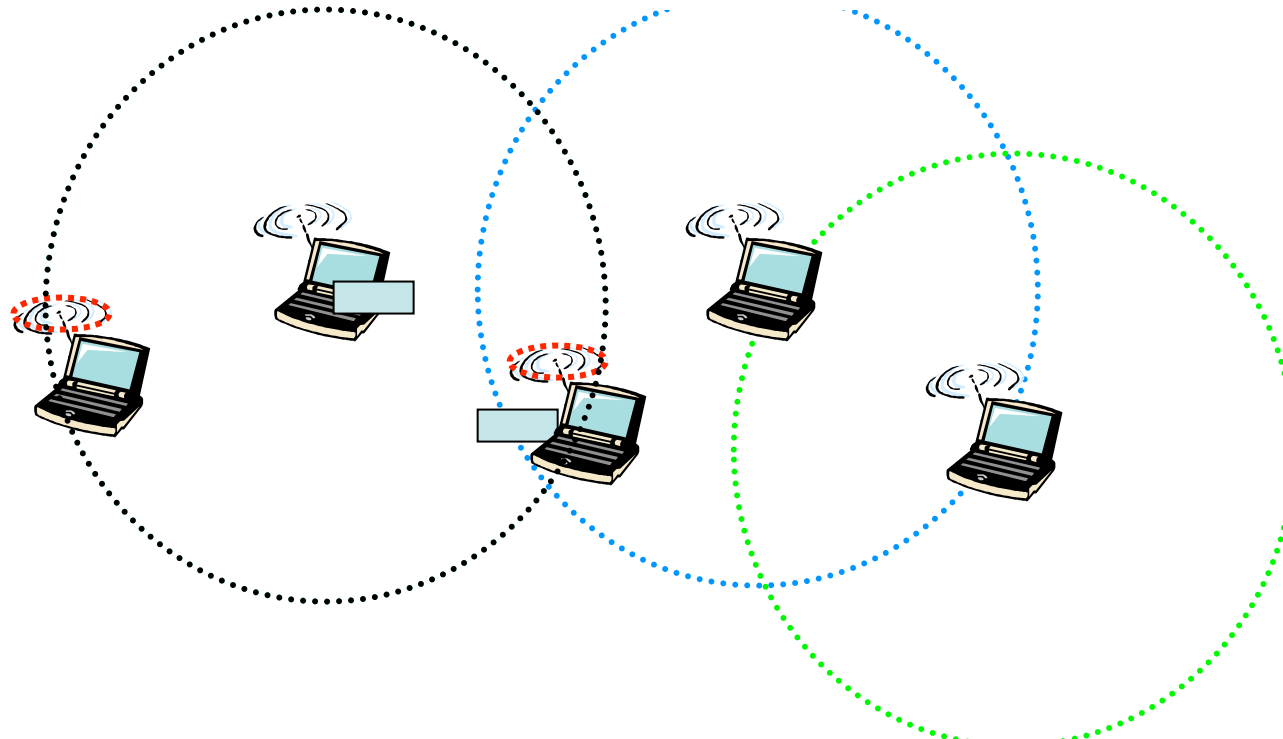
- Emplean bandas que no requieren licencia
 - 2.4 - 2.5 GHz es la *C-Band Industrial, Scientific and Medical* (ISM) (Por ejemplo los hornos microondas, algunos teléfonos inalámbricos, etc)
 - *Unlicensed National Information Infrastructure bands* (en torno a 5GHz)

Estándar	Velocidad Máx	Frecuencia
802.11	2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	54 Mbps	5 GHz
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	300 Mbps (x2)	2.4 y/o 5 GHz



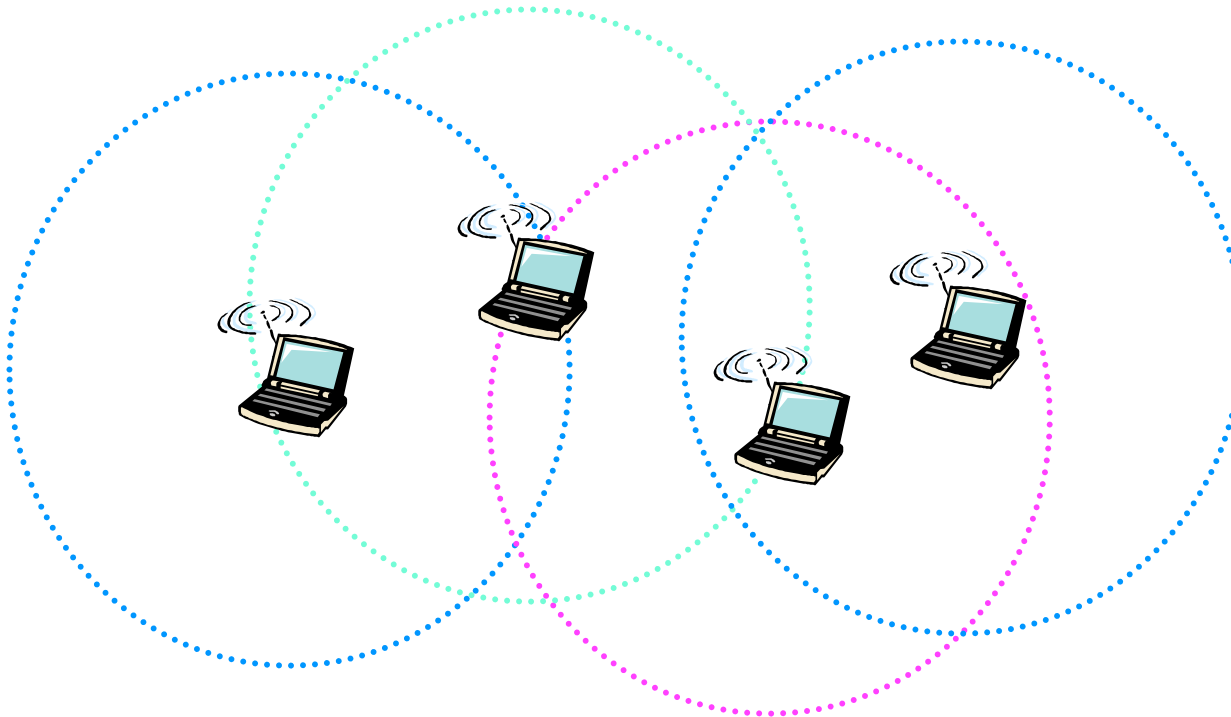
Wireless LANs

- Para el usuario una WLAN funciona como una Ethernet compartida
- MAC 802.11 intenta ofrecer un acceso justo al medio
- Las estaciones no poseen la capacidad de detectar colisiones (no CSMA/CD)
- Los dispositivos hacen broadcast de la señal de radio (...)
- Un receptor puede estar en el alcance de varios transmisores (...)
- El transmisor antepone a su transmisión un *Service Set Identifier (SSID* ó *BSSID*)
- El receptor usa el SSID para filtrar las señales que desea recibir



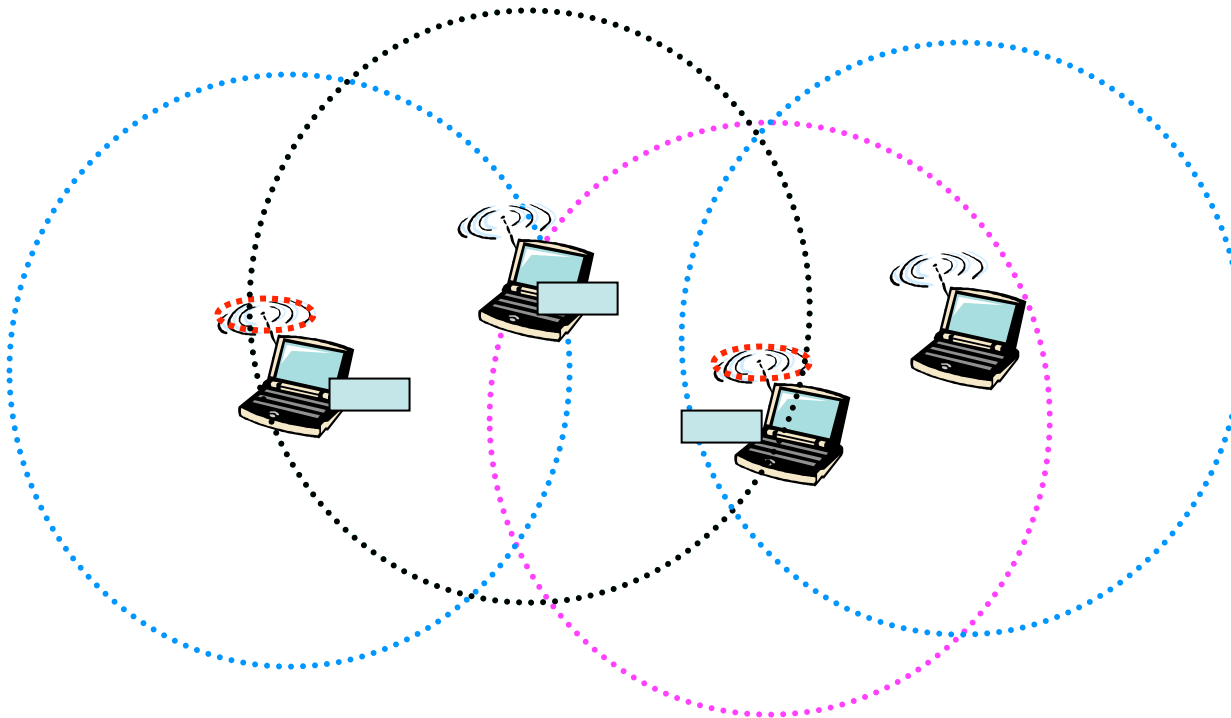
Topologías

- Topologías:
 - *Independent Basic Service Sets (IBSSs) o Ad Hoc BSS*
 - *Basic Service Sets (BSSs) o Infraestructure BSS*
 - *Extended Service Sets (ESSs)*
- Un *Service Set* es una agrupación lógica de dispositivos



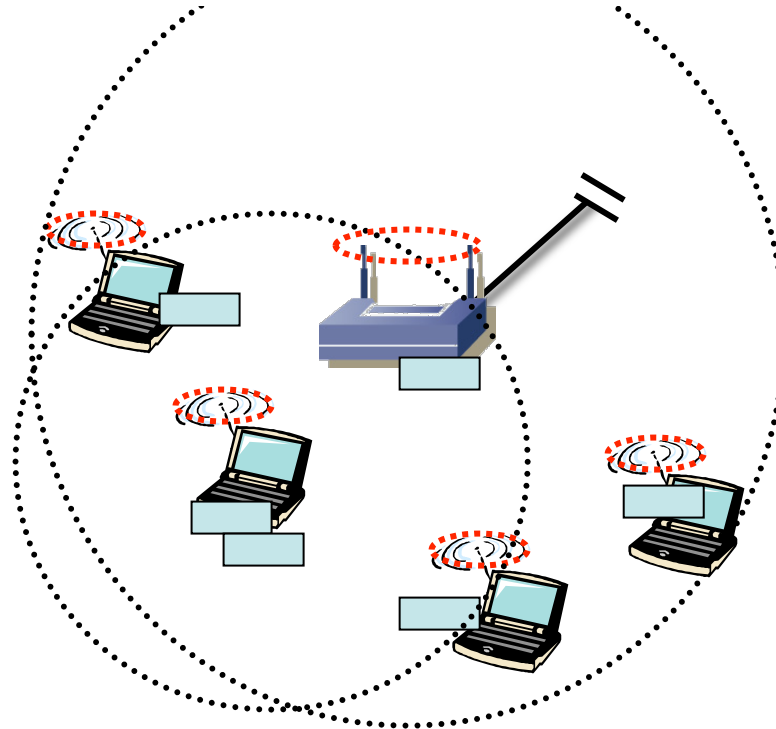
IBSS

- *Independent Basic Service Set* ó *Ad-hoc network*
- Grupo de estaciones 802.11 comunicándose directamente entre ellas
- Es una WLAN *peer-to-peer* (...)
- Generalmente pequeñas y duran poco tiempo
- No hay límite al número de miembros
- En ocasiones algunos miembros no pueden comunicarse con todos los demás
- BSSID es elegido al azar (número de 48bits empezando por 10)



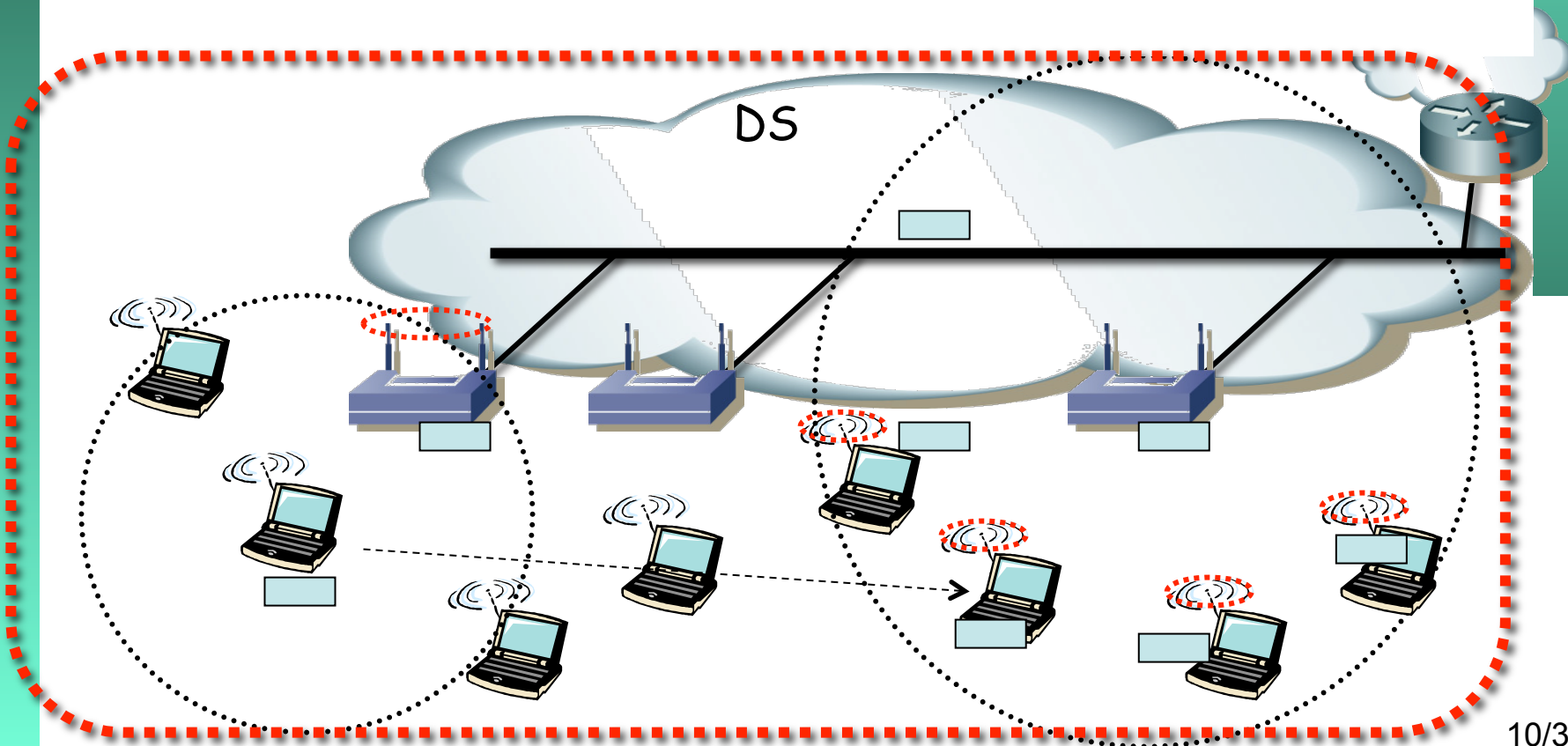
BSS

- *Basic Service Set* o *Infrastructure BSS*
- Incluye una estación especializada: *Access Point (AP)* (Punto de acceso)
- Los clientes no se comunican directamente sino a través del AP (...)
- El AP puede incluir un *uplink* que conecta a red cableada
- BSSID es la MAC Wi-Fi del AP



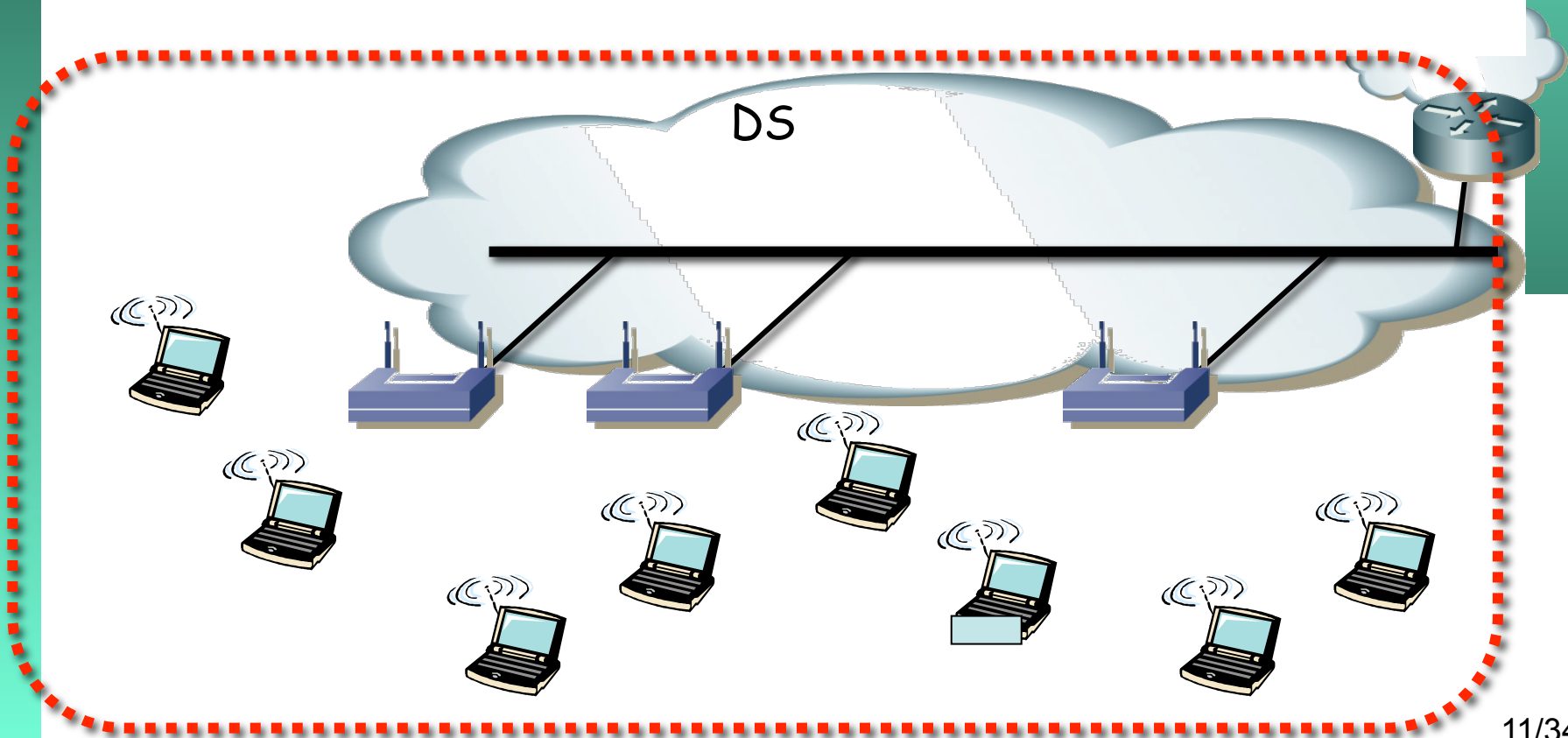
ESS

- *Extended Service Set*
- Varias BSS conectadas por sus interfaces de *uplink*
- Todas empleando el mismo ESSID
- Se intercomunican a través del *Distribution System (DS)* (... ..)



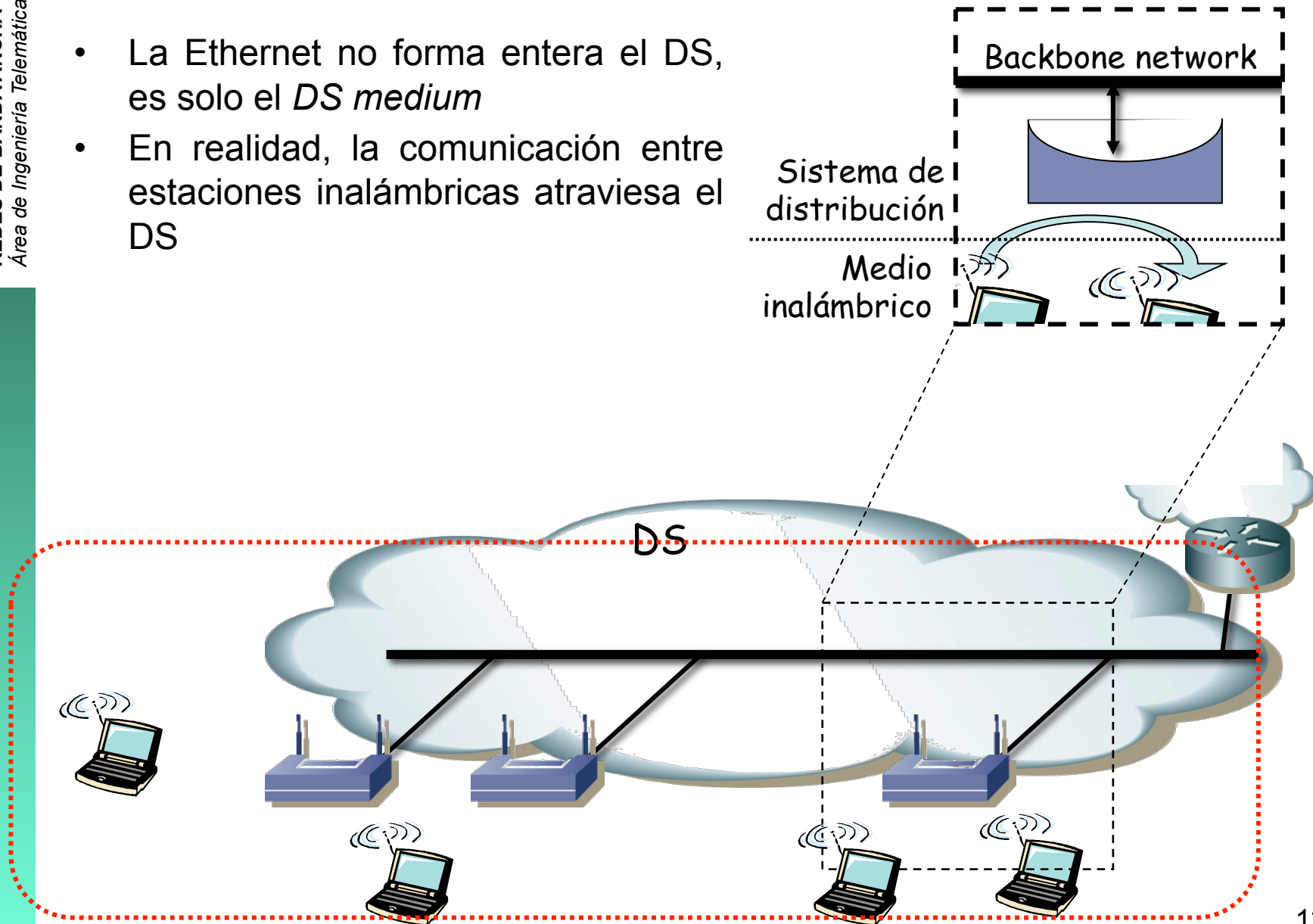
ESS

- El DS normalmente está creado en base a una Ethernet
- Podría emplearse un DS inalámbrico (*WDS = Wireless Distribution System*)
- En cualquier caso debe ser una LAN (nivel 2)
- El AP actúa como un puente



ESS

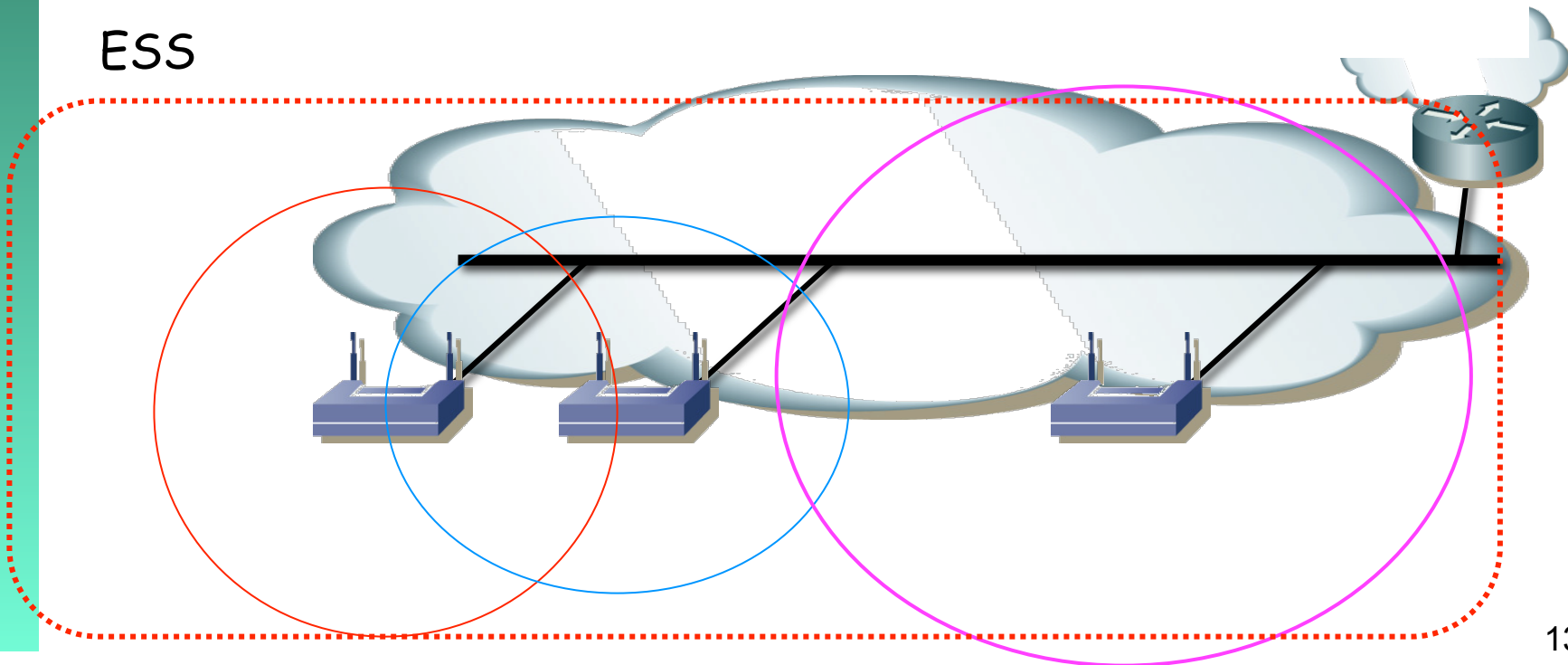
- La Ethernet no forma entera el DS, es solo el *DS medium*
- En realidad, la comunicación entre estaciones inalámbricas atraviesa el DS



Movilidad

- 802.11 ofrece movilidad en el nivel de enlace
- Transparente para los niveles superiores
- Todo el contenido de un ESS es la misma LAN
- El ESS sabe hacer llegar una trama a donde esté el destino

ESS

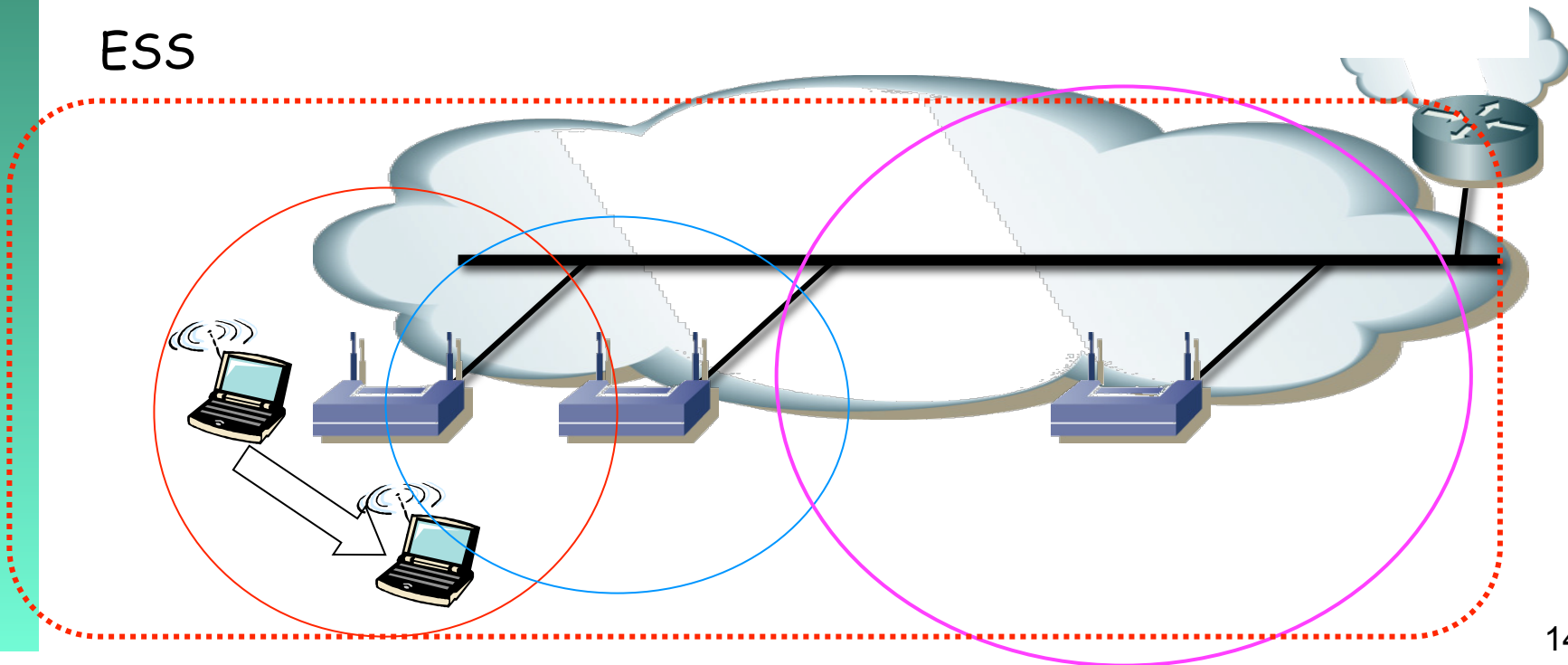


Movilidad

Sin transición

- Estaciones se mueven dentro del área de cobertura de un mismo AP

ESS

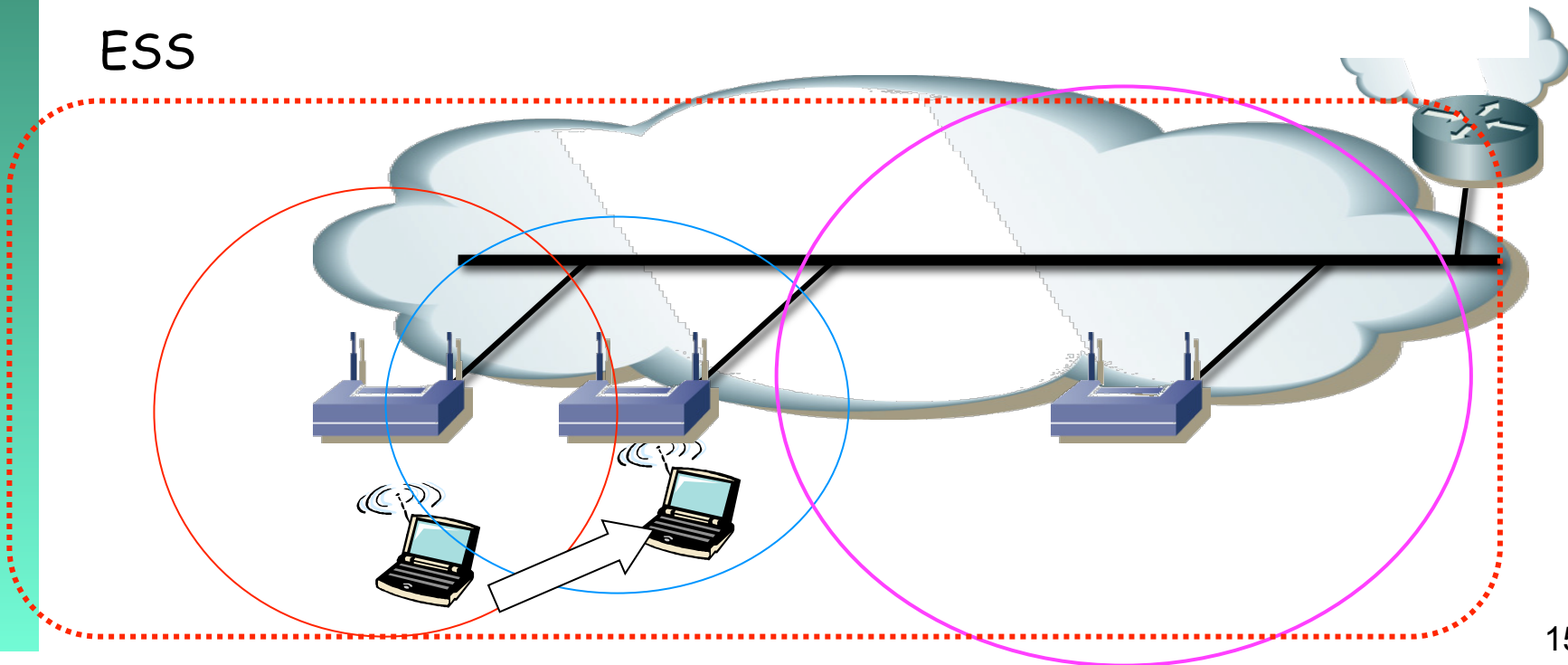


Movilidad

Transición BSS

- Estaciones se mueven dentro de un mismo ESS cambiando de AP
- Reasociación, normalmente al detectar otro AP con más potencia
- Requiere cooperación entre los APs para conocer a cuál se encuentra asociado el usuario
- Durante bastante tiempo esa cooperación no estuvo estandarizada (802.11F pero retirado en 2006)

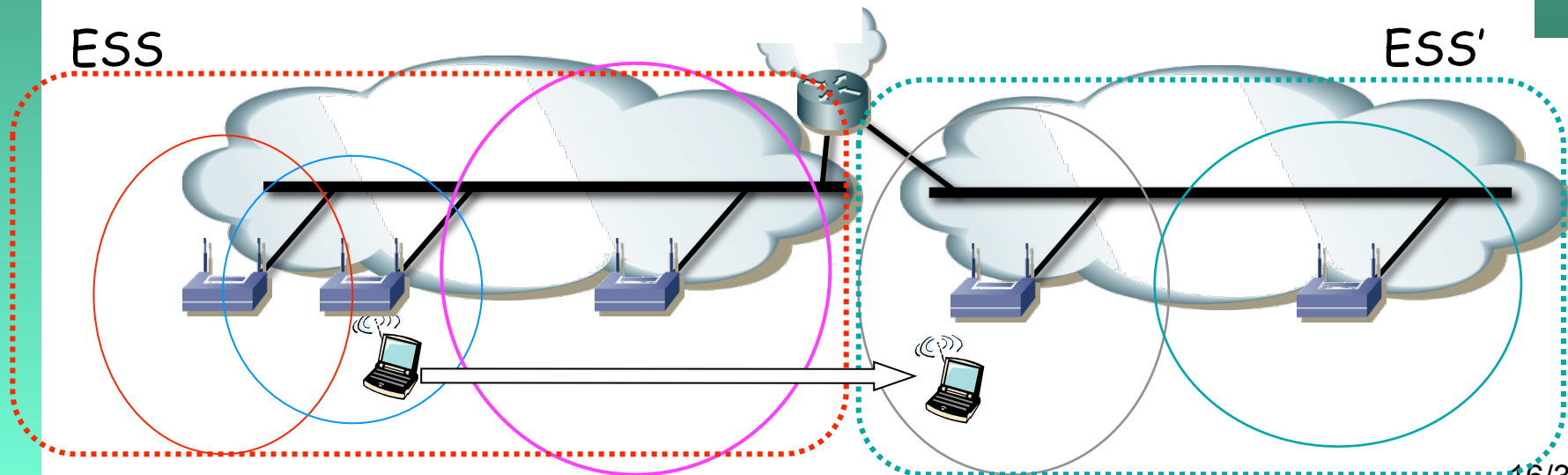
ESS



Movilidad

Transición ESS

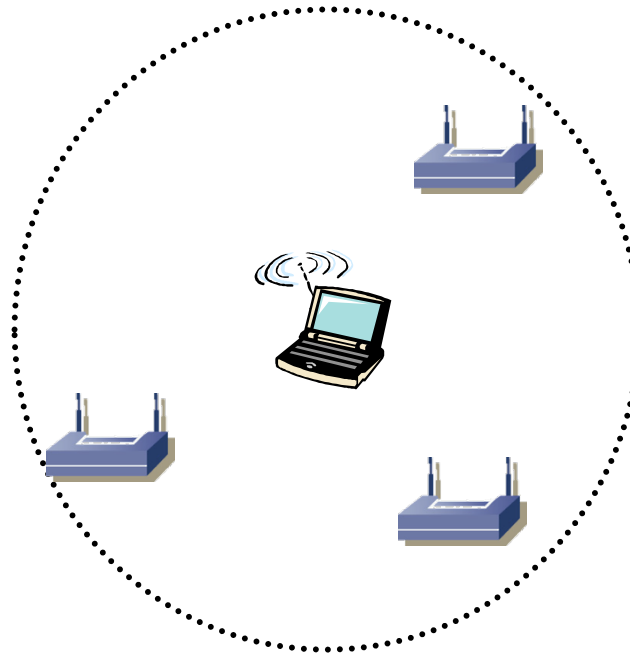
- De un ESS a otro distinto
- No soportado por 802.11
- Comunicación de capas superiores se ve interrumpida
- Se creará una nueva asociación y nueva configuración de red
- Para TCP/IP existe la posibilidad de *Mobile IP*



Unirse a un BSS

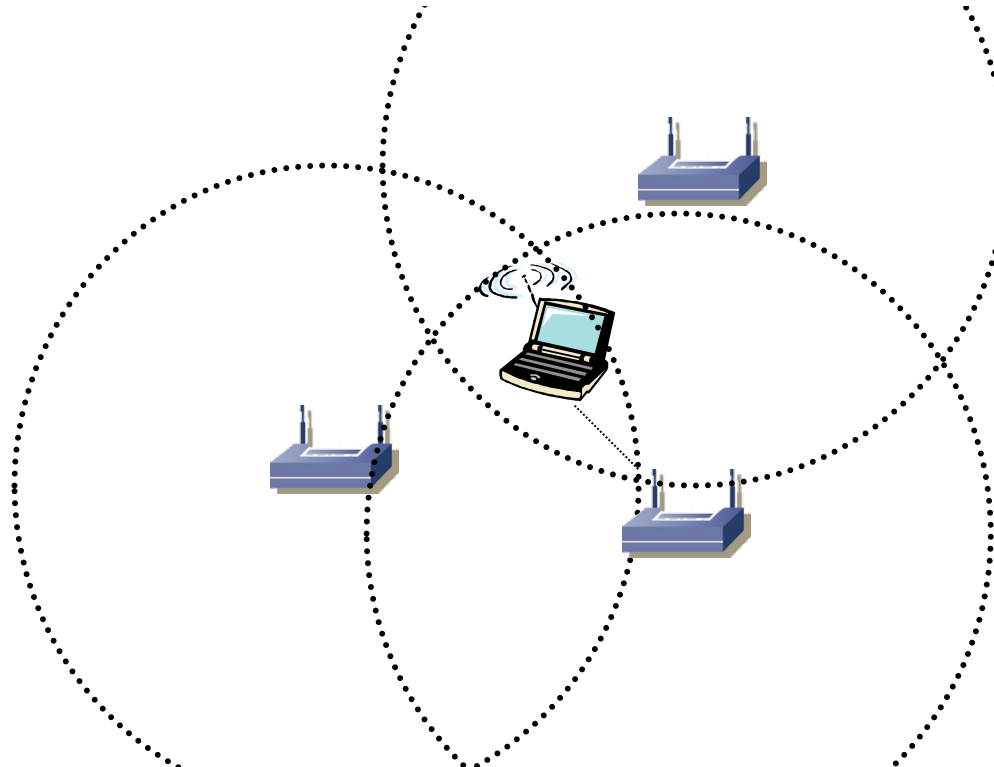
Proceso de sondeo

- Usuario envía una trama de sondeo (*probe*) (...)
- Normalmente en todos los canales que soporta
- A la menor velocidad soportada (1Mbps)
- Incluye información sobre las velocidades que soporta y el SSID al que pertenece



Unirse a un BSS

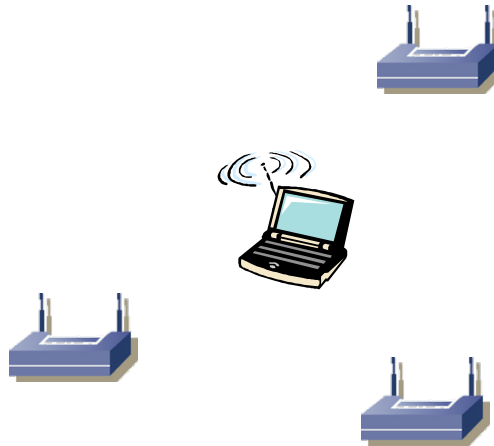
- APs responden (*probe response*) (...)
- El cliente averigua:
 - Potencia de señal con cada uno
 - SSID de cada uno
 - Velocidades soportadas
- Cliente selecciona a cuál asociarse



Unirse a un BSS

Proceso de autenticación

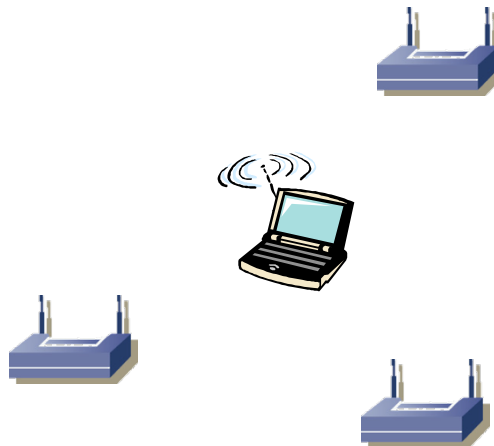
- *[En la clase siguiente]*



Unirse a un BSS

Proceso de asociación

- Cliente envía una trama de solicitud de asociación (*association request*)
- El AP responde (*association response*) con un aceptación o rechazo
- AP asigna un *puerto lógico* al cliente (*AID*, *Association Identifier*)



802.11 Asociación

existe una red llamada **wifinet**
y usa autenticación SKA
(shared key auth)

Peticion autenticación
challenge cifrado

Peticion asociación

A partir de aquí puedo
enviar a los demas hosts
y al router

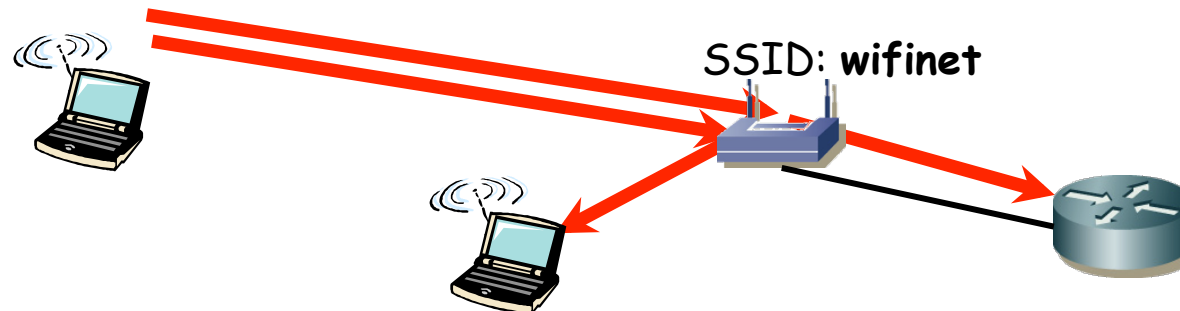
BEACON SSID: **wifinet**

BEACON SSID: **wifinet**

challenge

auth ok

Asociación ok



Servicios ofrecidos por 802.11

Asociación

- Estación móvil se registra en un AP

Autenticación

- Puede darse varias veces pero al menos antes de la asociación

Distribución

- Una trama aceptada por el AP emplea este servicio para entregarla al destino
- Determina dónde está el destino
- Toda comunicación a través del AP emplea el servicio de distribución (incluido entre estaciones asociadas al mismo AP)

MSDU delivery

- *MAC Service Data Unit* delivery
- Hacer llegar los datos al destino

Servicios ofrecidos por 802.11

Reasociación

- Movilidad entre BSS de un ESS

Desasociación

- Abandonar la red

Desautenticación

- Termina la autenticación y con ello la asociación

Confidencialidad

- Encriptación de las tramas

Integración

- Permite conectar el DS a una red no 802.11

Servicios ofrecidos por 802.11

TPC

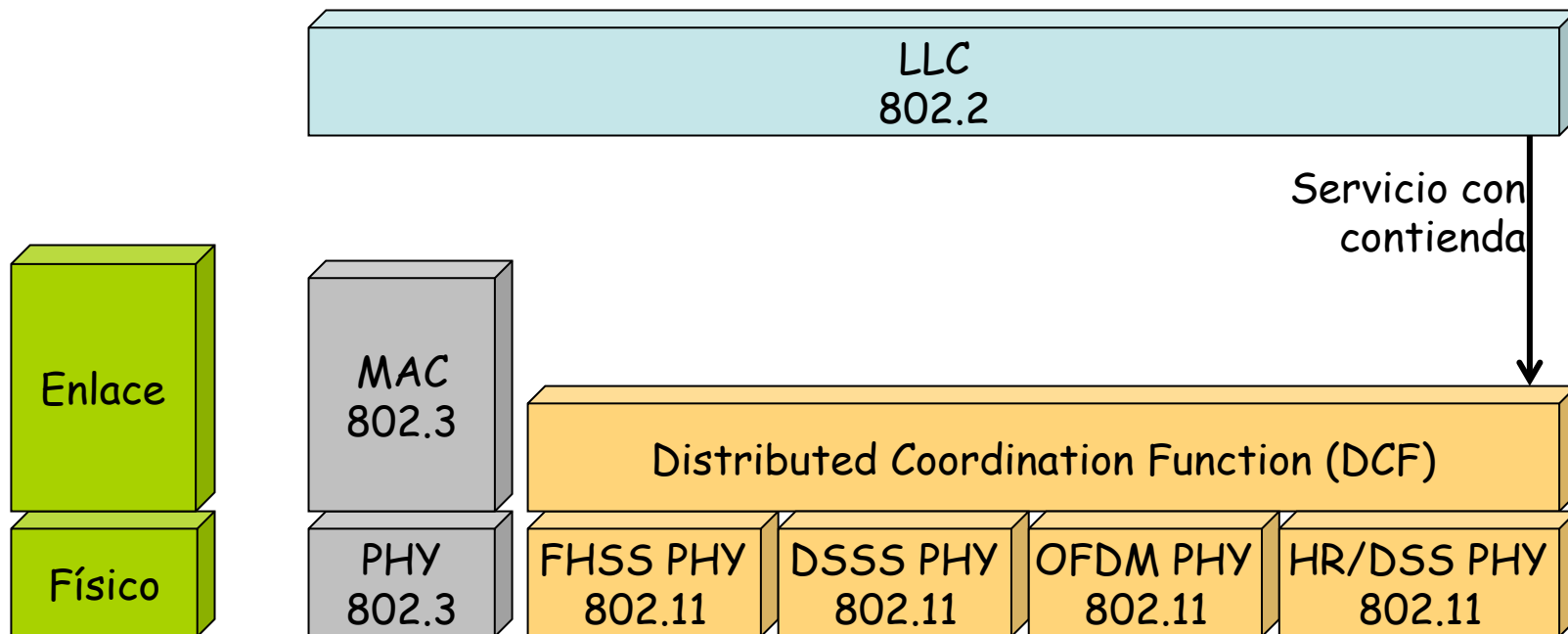
- *Transmit Power Control*
- 802.11h, para reducir interferencias en 802.11a

DFS

- *Dynamic Frequency Slection*
- Evitar radares en 5GHz

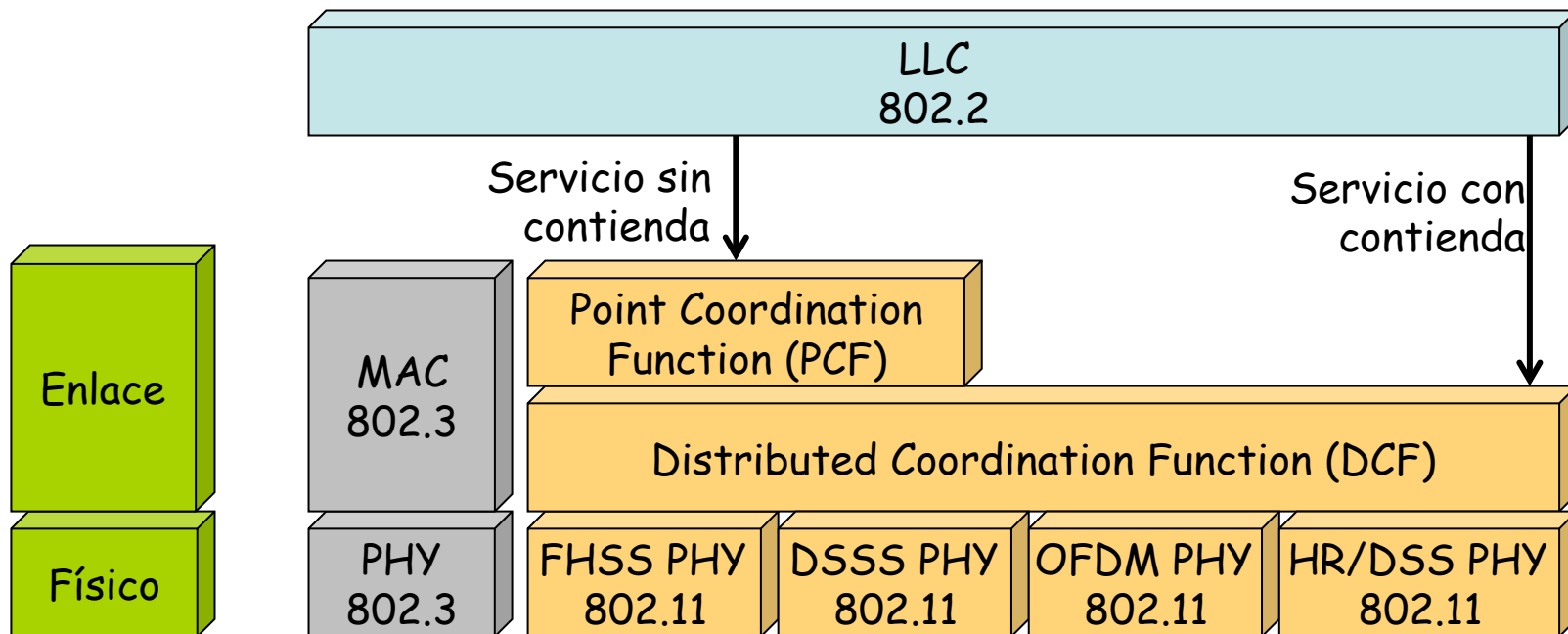
Subnivel MAC

- IEEE 802.3 (Ethernet) usa CSMA/CD
- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - DCF = *Distributed Coordination Function*
 - CSMA/CA = *Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*
 - *Mandatory*
 - Modo infraestructura o *ad-hoc*



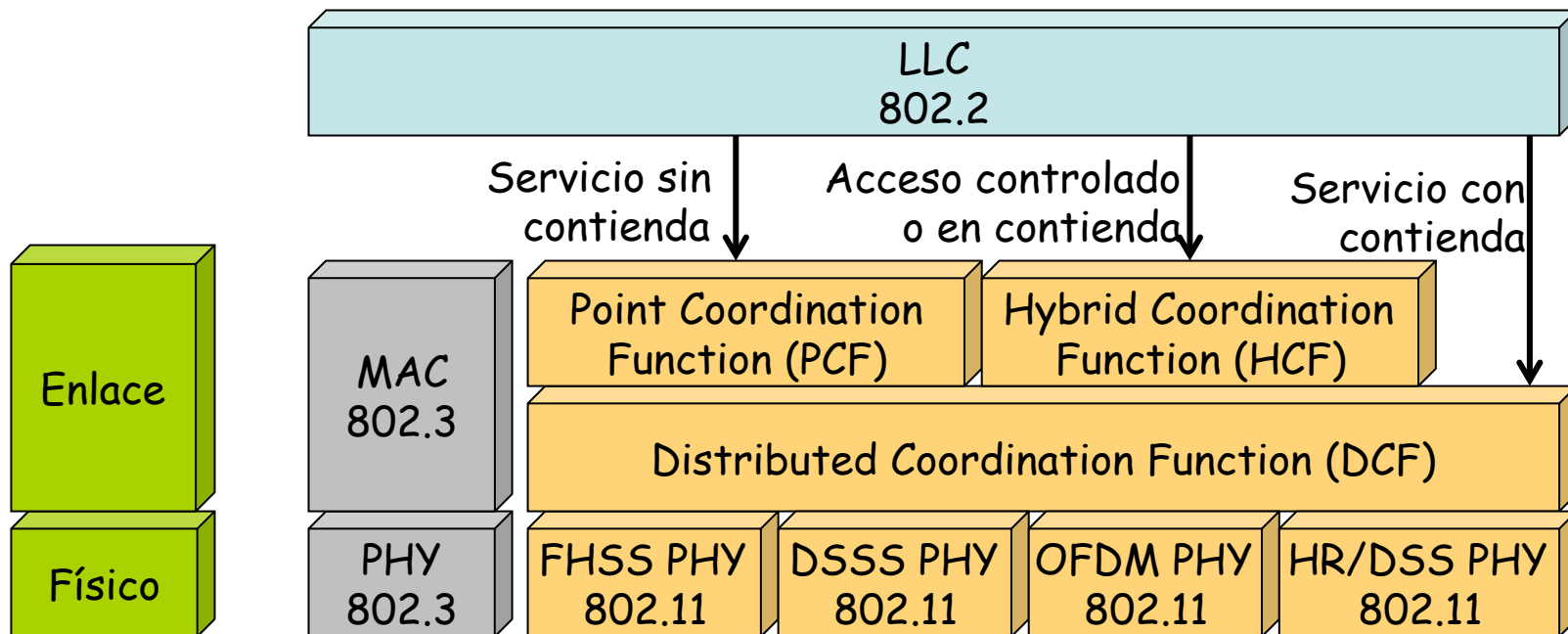
Subnivel MAC

- IEEE 802.3 (Ethernet) usa CSMA/CD
- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - PCF = *Point Coordination Function*
 - Solo para modo infraestructura
 - Sin contienda (hay un coordinador)
 - Poco implementada



Subnivel MAC

- IEEE 802.3 (Ethernet) usa CSMA/CD
- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - HCF = *Hybrid Coordination Function*
 - Permite QoS sin los requisitos rigurosos de PCF
 - 802.11e



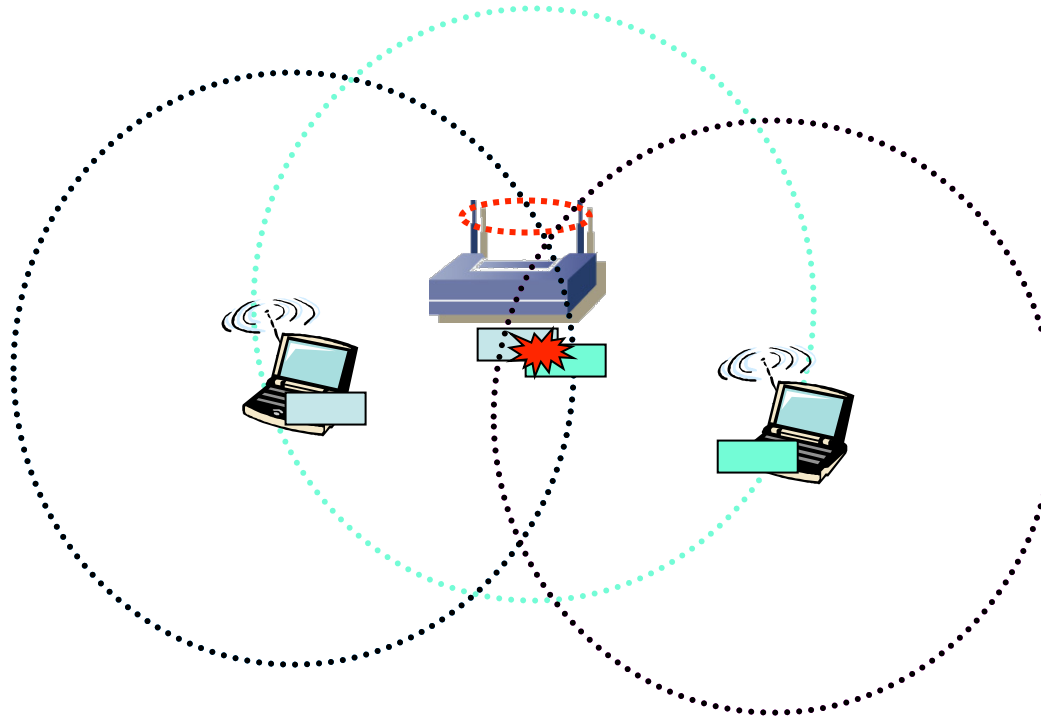
Subnivel MAC

Conveniente un cierto conocimiento en detalle:

- Para comprender las diferentes soluciones para hacer la red segura
- Para solucionar problemas de red (*packet sniffing*)
- Para poder optimizar parámetros de la misma
- Para ajustar parámetros de los drivers
- Para comprender las mejoras que se van ofreciendo en nuevos productos y estándares

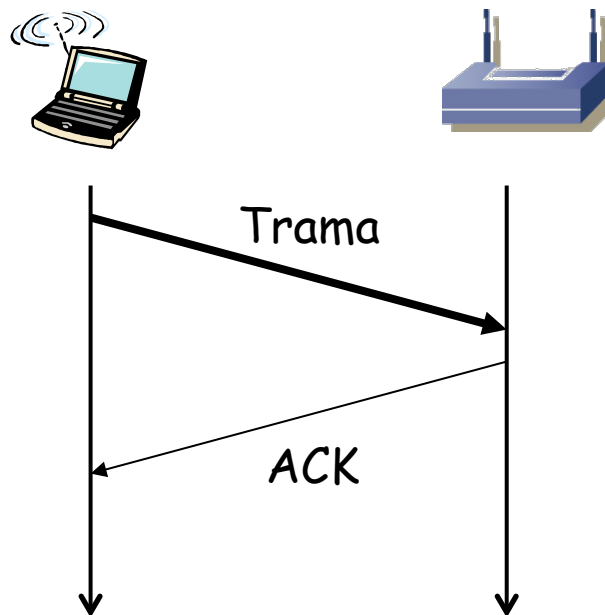
MAC

- Emplea un método CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*)
- ¿Detección de colisiones?
 - Puede que la trama que provoca la colisión en el receptor no lo haga en el emisor (...)
 - Las estaciones no tienen la capacidad de detectar colisiones



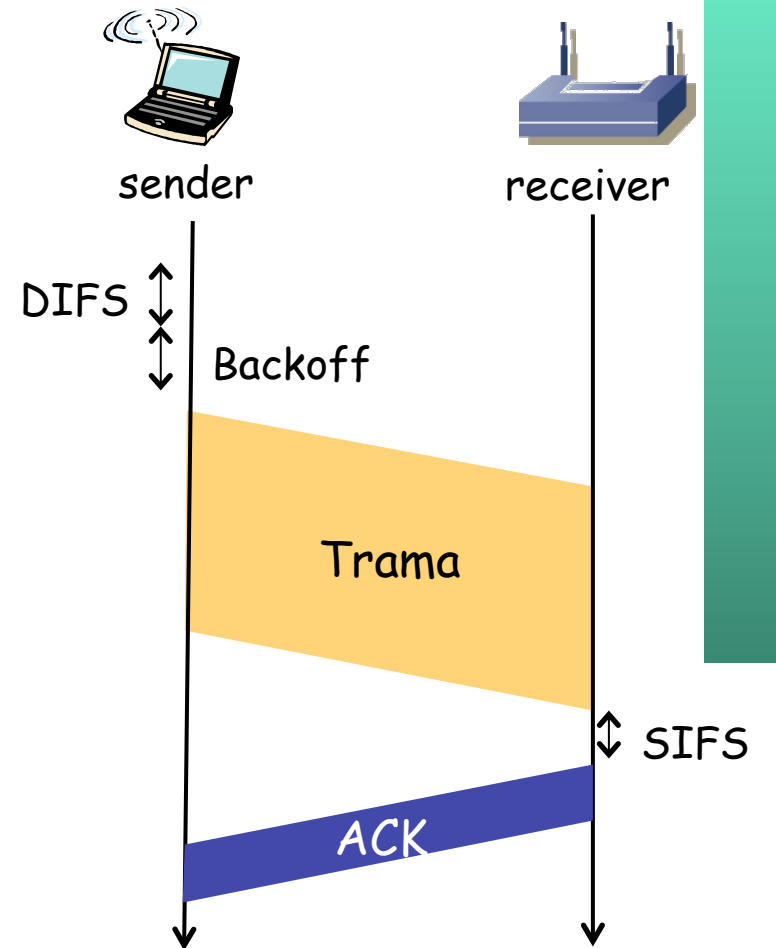
MAC

- El ruido es difícil de controlar (bandas libres)
- 802.11 emplea confirmaciones positivas
- La secuencia de trama+ack es una operación atómica (todo o nada)
- Tramas a la MAC de broadcast no son confirmadas (ni multicast)



CSMA/CA

- **Carrier Sense:** Si se detecta el medio inactivo durante el tiempo suficiente (DIFS) la estación puede enviar una trama
- **Random Backoff:** Genera un valor al azar de tiempo que espera (entre CW_{min} y CW)
- Si el medio sigue libre envía la trama
- Destinatario espera un tiempo (SIFS, con $SIFS < DIFS$) y envía una confirmación
- Si no recibe ACK duplica CW , genera un nuevo backoff aleatorio, espera y retransmite

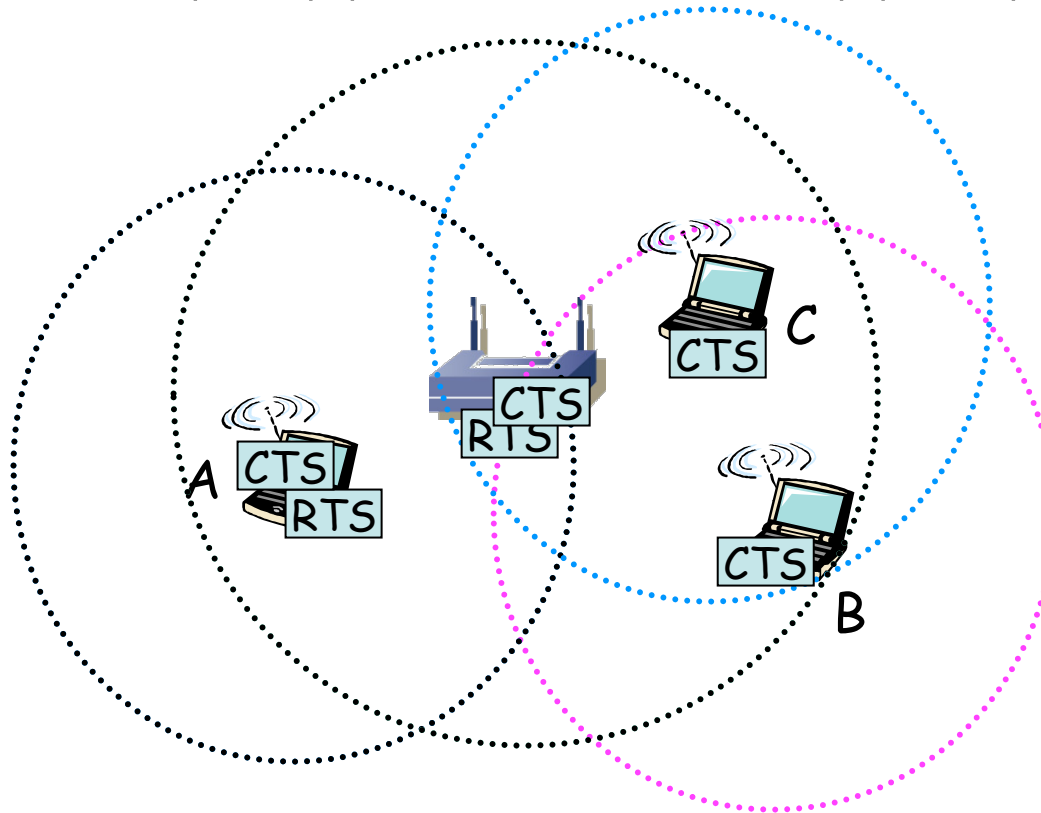


DIFS = DCF Interframe Space
SIFS = Short Interframe Space

Terminal oculto

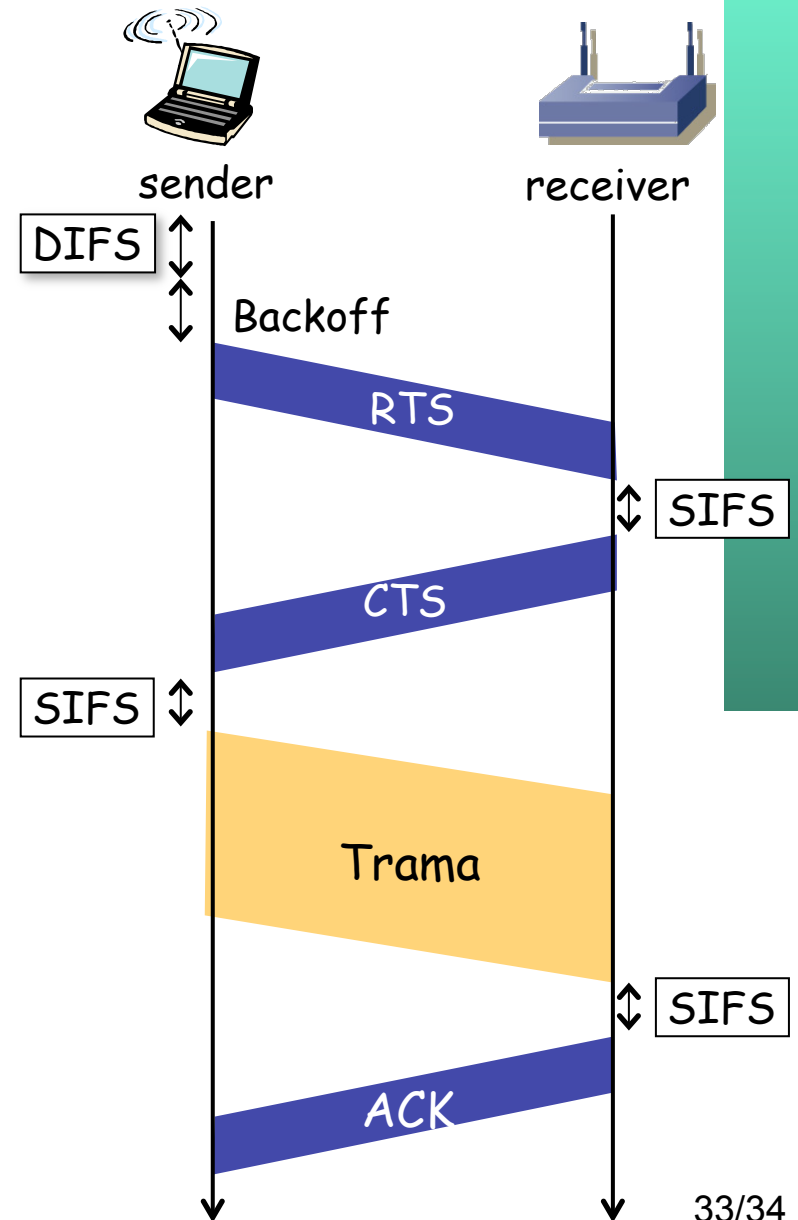
Collision Avoidance

- Reservar previamente el canal con una trama corta (menor probabilidad de colisión)
- *Request-To-Send* (RTS) (puede colisionar) (...)
- *Clear-To-Send* (CTS) (nadie más transmite) (... ..)



CSMA/CA

- $DIFS > SIFS$
- RTS/CTS consume capacidad
- Utilizado en entornos con frecuente contienda
- Generalmente solo para tramas grandes
- Throughput obtenible limitado
- Unos 4-6Mbps en 802.11b a 11Mbps
- Unos 30Mbps en 802.11g y 802.11a a 54Mbps



Tiempos entre tramas

- SIFS = Short InterFrame Space
 - Tramas de la máxima prioridad
 - Al transcurrir SIFS μ s puede empezar transmisión con lo que el medio pasa a estar ocupado
- PIFS = PCF InterFrame Space
- DIFS = DCF InterFrame Space
- EIFS = Extended InterFrame Space
 - No es un valor fijo
 - Empleado tras un error en la transmisión

