

Tecnologías Wi-Fi

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

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Temario

1. Introducción

2. Tecnologías LAN

- Tecnologías Ethernet
- Conmutación Ethernet
- VLANs
- Spanning Tree Protocol
- Otros mecanismos en LANs Ethernet
- **WiFi**
- Diseño de redes campus

3. Tecnologías WAN

4. Redes de acceso

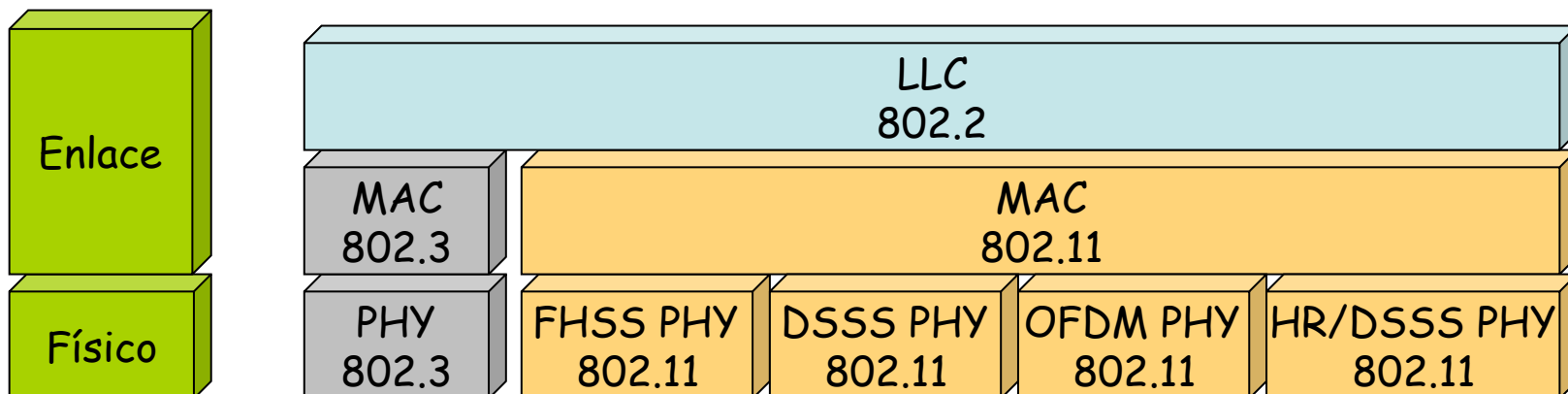
Objetivos

- Repasar lo presentado sobre WiFi en ARSS
- Conocer extensiones a WiFi
- Ver características de equipos

Estándar Wireless LANs



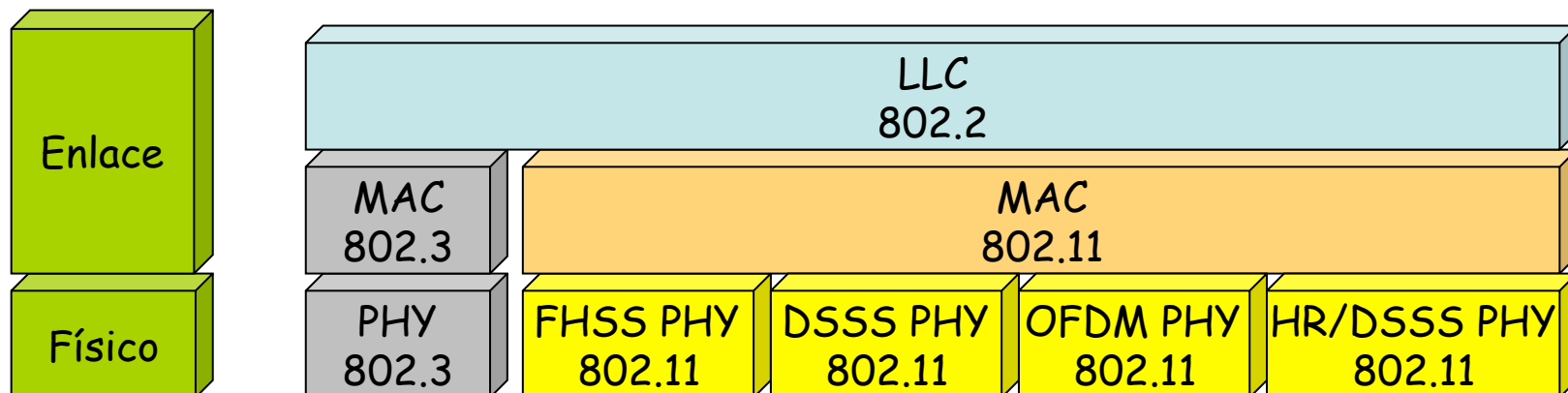
- IEEE 802.11 (1999)
- LAN basada en medio inalámbrico
- Certificación de la Wi-Fi Alliance
 - <http://www.wi-fi.org/>
 - Fundada en 1999 por 3com, Intersil, Lucent Tech, Nokia y Symbol Tech
 - Hoy más de 350 compañías miembro
- Hay diferentes niveles físicos posibles
- MAC 802.11 es común a todos ellos
- 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

- 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)
- Velocidades alcanzables depende de distancia, en interiores aprox.:
 - (802.11g)
 - (según fabricante)
 - 100m a 1Mbps
 - 50m a 11Mbps
 - 30m a 36Mbps
 - 20m a 54Mbps

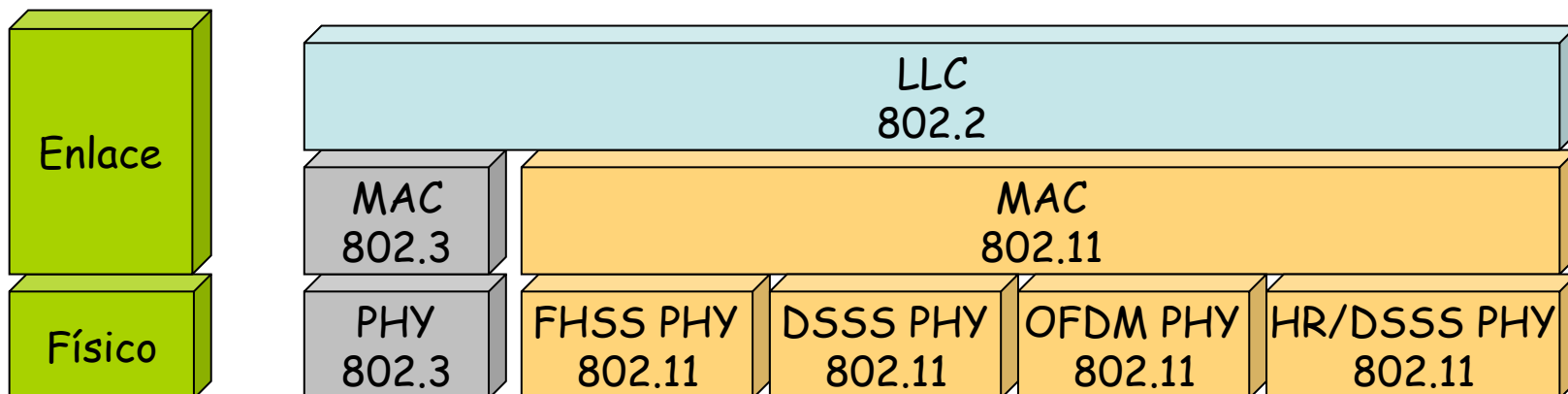
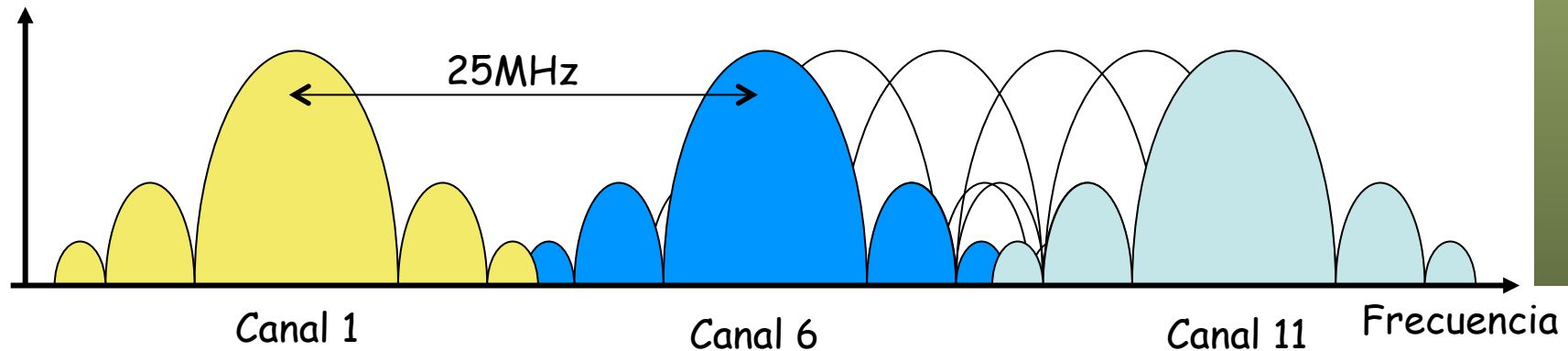
Estándar	Velocidad Máx	Frecuencia
802.11	2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	54 Mbps	5 GHz
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	300-600 Mbps	2.4 y/o 5 GHz



Nivel físico

802.11b

- HR/DSSS = *High Rate Direct-Sequence Spread Spectrum* (hasta 11Mbps)
- En EEUU 11 canales (14 en Japón, 13 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

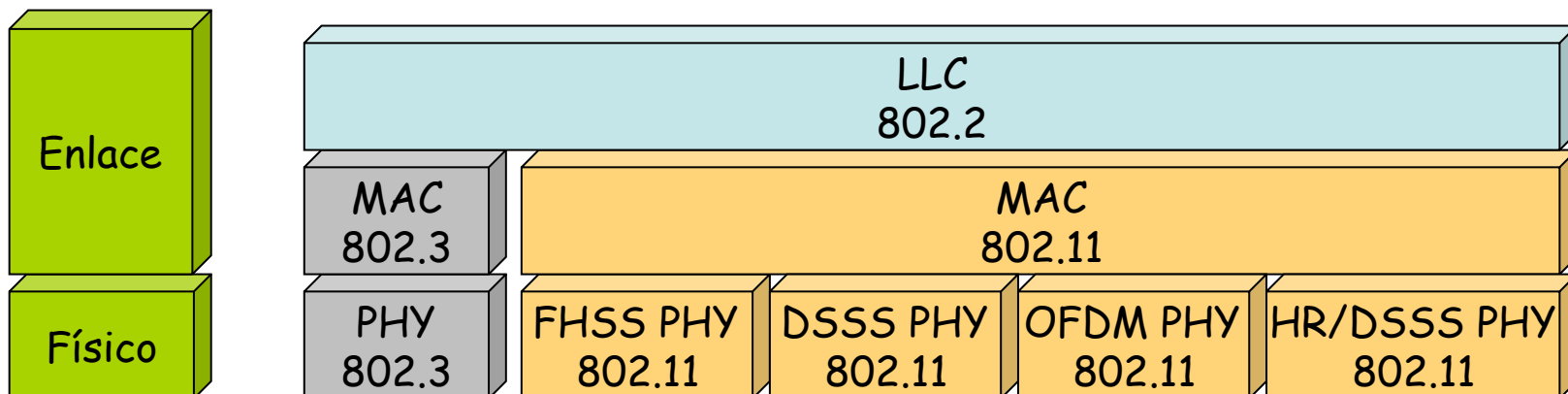
- OFDM = *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- En torno a 23 canales (unos 12 que no se solapan)
- Añade a las velocidades de 802.11b: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps

802.11g

- Añade OFDM pero compatible con 802.11b, mismos canales
- Añade a 802.11b velocidades de 802.11a

802.11n (aprobado 11 de Septiembre de 2009)

- MIMO = *Multiple Input Multiple Output*
- Canales de diferente BW (20MHz, 40 MHz). Compatible con 802.11a/b/g
- En 2.4GHz hasta 3 canales que no se solapan (solo uno de 40MHz), a 5GHz hasta 21 (unos 9 si son de 40MHz)



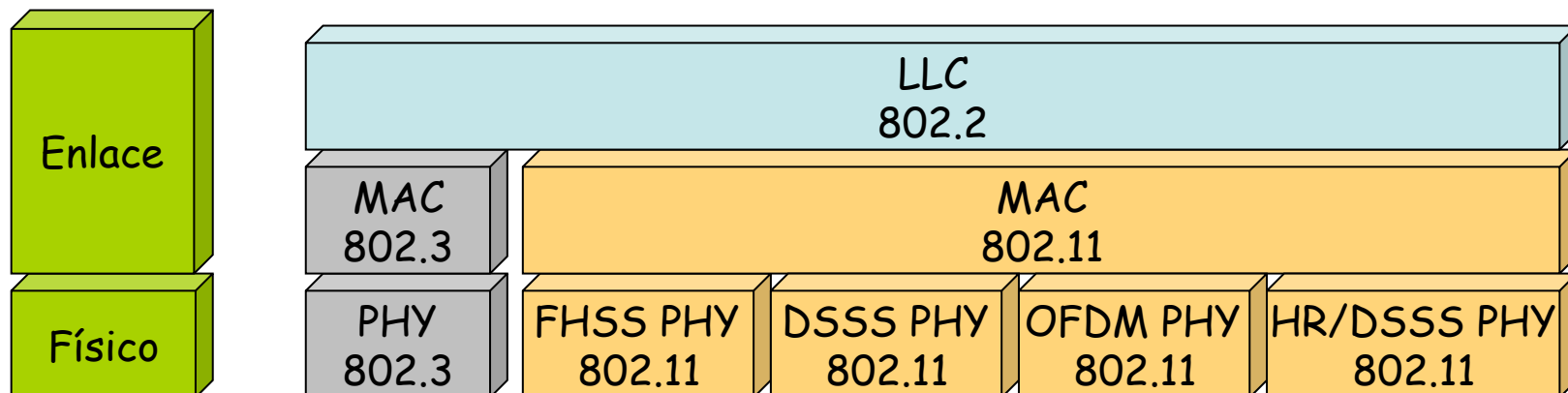
Futuro

802.11ac

- Very High Throughput <6GHz
- Hasta 500Mbps a una estación, hasta 1.3Gbps compartidos
- En 5 GHz, 2 canales 80MHz
- Puede enviar a varios receptores simultáneamente (MultiUser-MIMO)
- Compatible con 802.11a/n
- Aún trabajando en drafts (Agosto 2012 en D3.00) pero ya primeros equipos

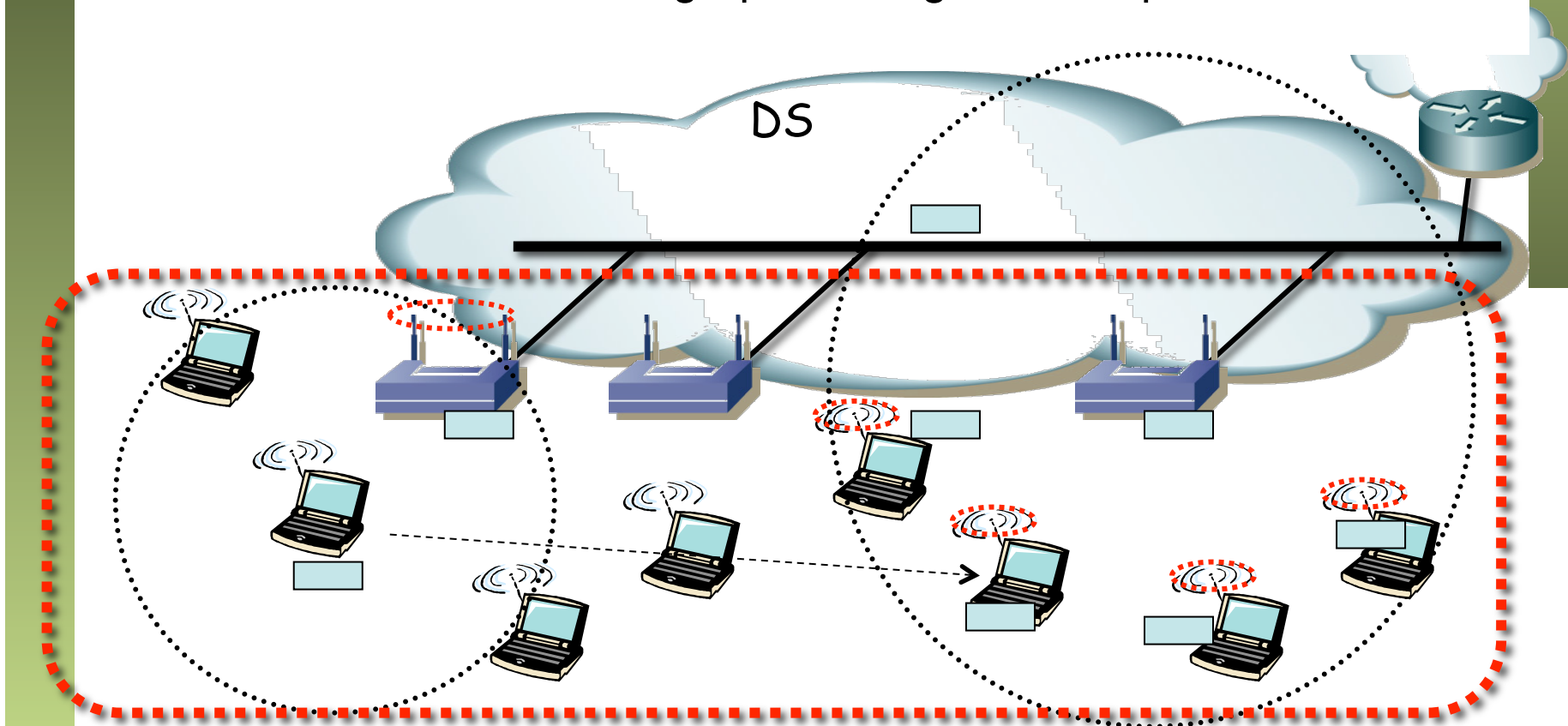
802.11ad

- 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.”*



Topologías

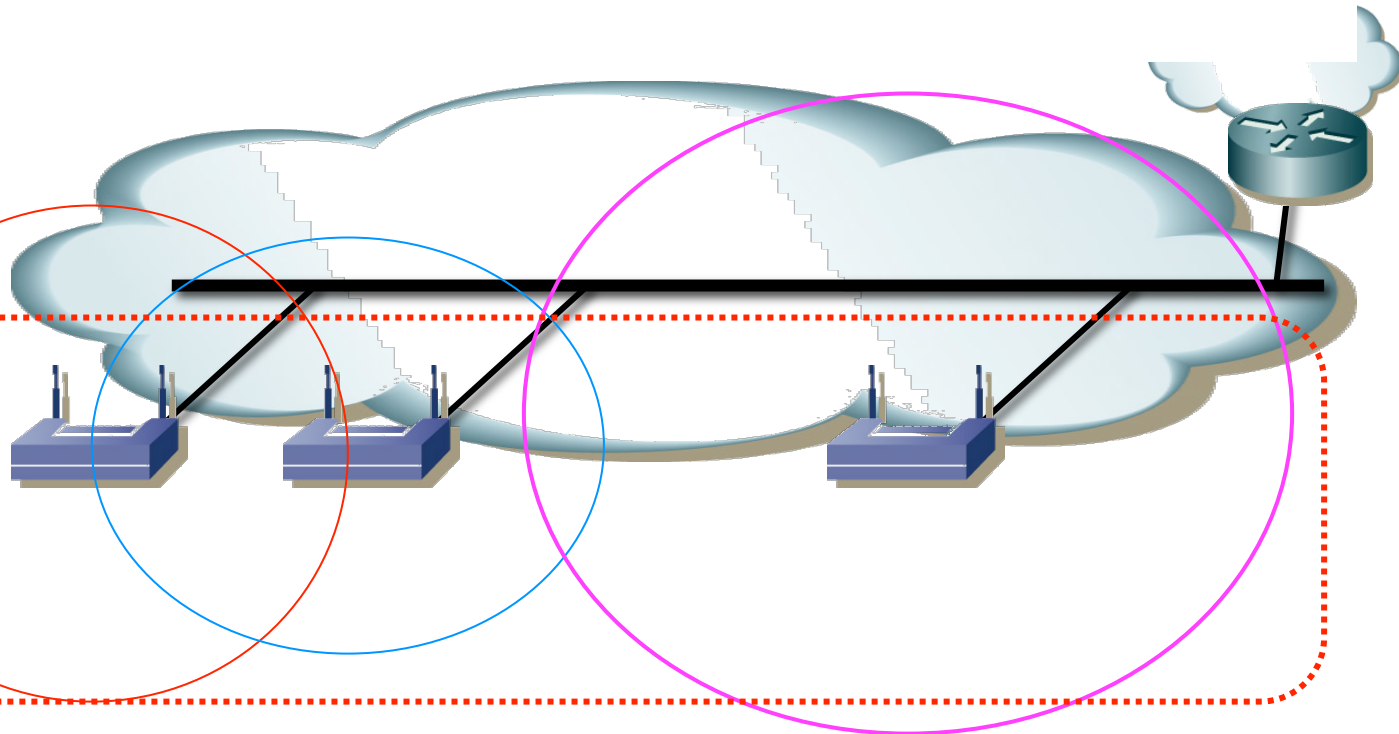
- Topologías:
 - *Independent Basic Service Sets (IBSSs) o Ad Hoc BSS*
 - *Basic Service Sets (BSSs) o Infraestructure BSS*
 - *Extended Service Sets (ESSs)*
- Un *Service Set* es una agrupación lógica de dispositivos



Movilidad

- 802.11 ofrece movilidad en el subnivel MAC
- Transparente para los niveles superiores (para LLC parece una LAN cableada)
- Todo el contenido de un ESS es la misma LAN
- El ESS sabe hacer llegar una trama a donde esté el destino

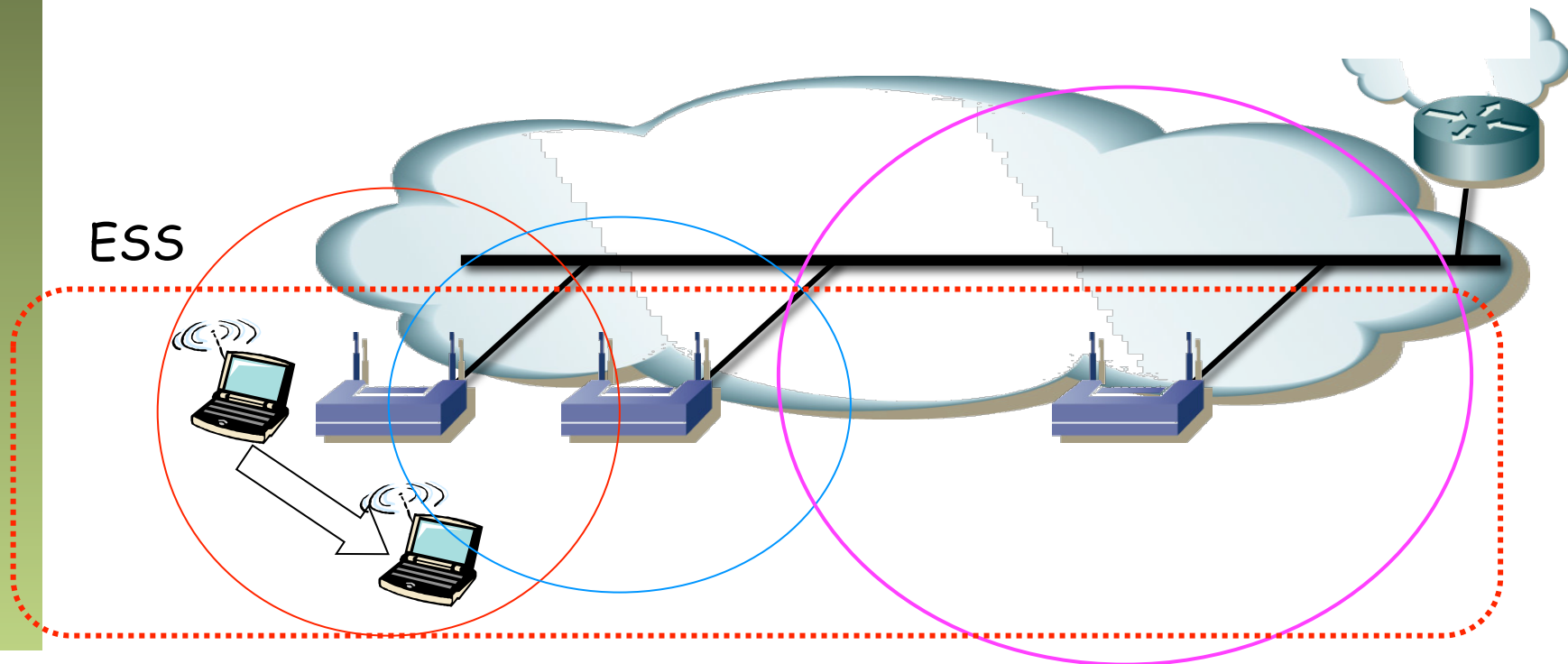
ESS



Movilidad

Sin transición

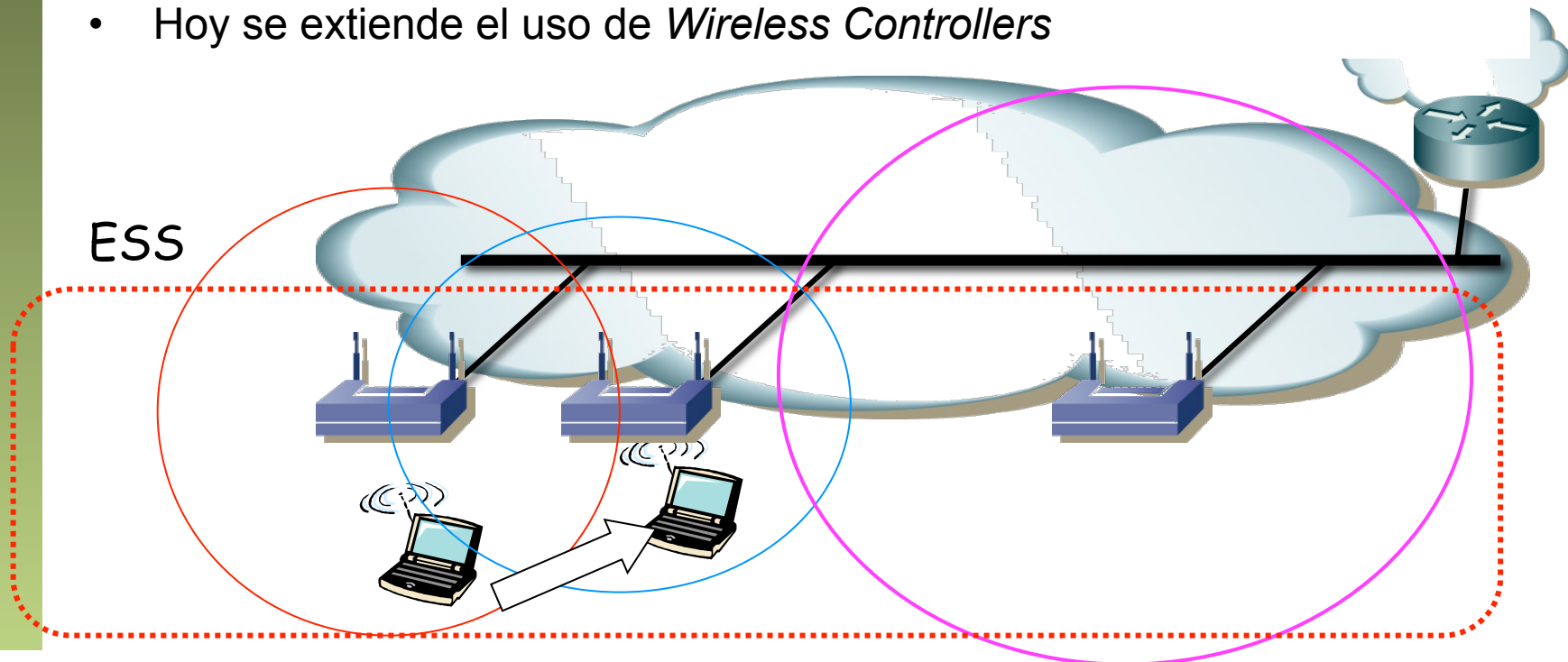
- Estaciones se mueven dentro del área de cobertura de un mismo AP



Movilidad

Transición BSS

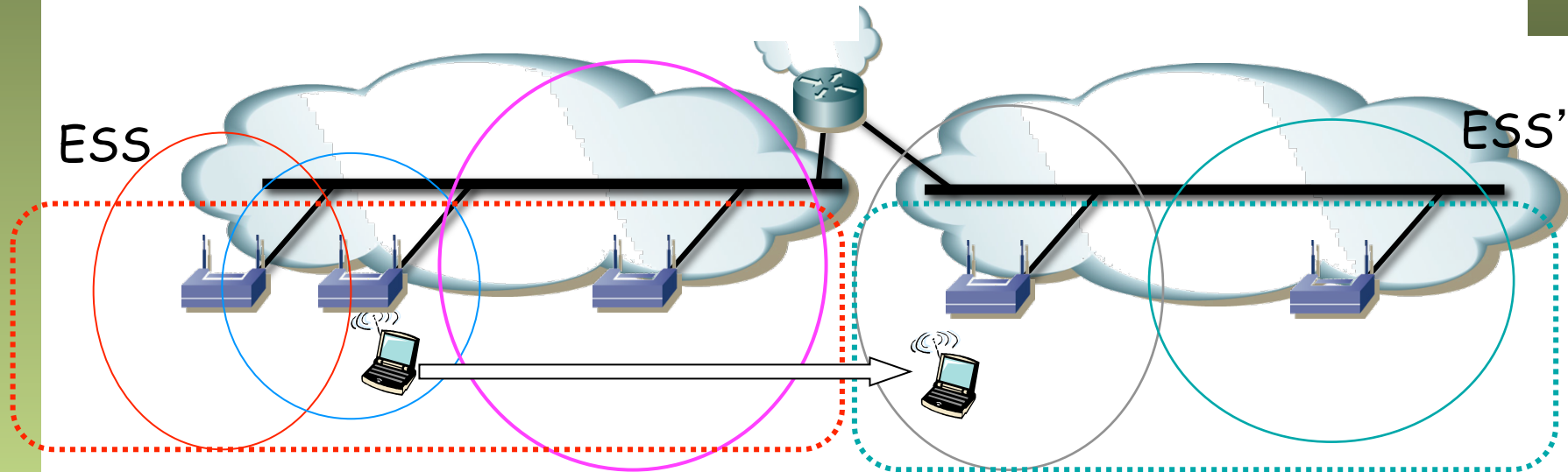
- Estaciones se mueven dentro de un mismo ESS cambiando de AP
- Reasociación, normalmente al detectar otro AP con más potencia
- Requiere cooperación entre los APs para conocer a cuál se encuentra asociado el usuario
- Durante bastante tiempo esa cooperación no estuvo estandarizada (802.11F pero retirado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



Movilidad

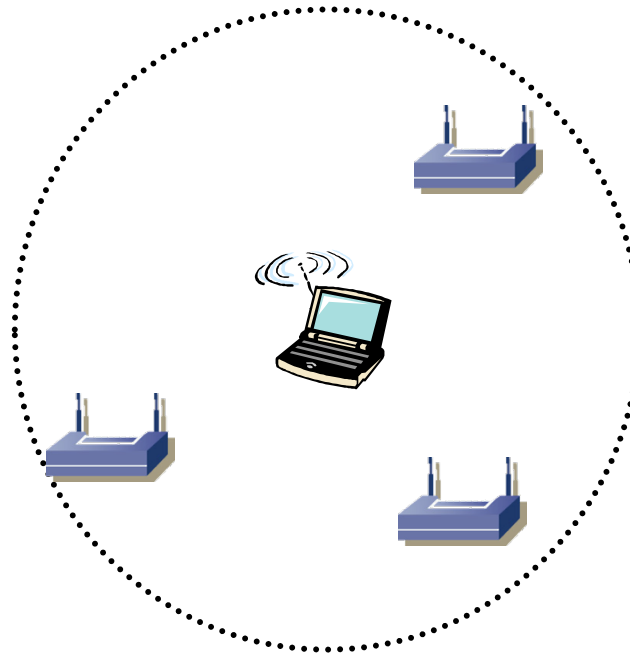
Transición ESS

- 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
- Autenticación (asignatura “Seguridad en Redes y Servicios”)
- Asociación



Access Point



DWL-G700AP

SPECIFICATIONS

Standards

- IEEE 802.11b
- IEEE 802.11g
- IEEE 802.3
- IEEE 802.3u

Device Management

- Web-based — Internet Explorer v6 or later; Netscape Navigator v6 or later; or other Java-enabled browsers.

Data Rate¹

For 802.11g:

- 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, and 6Mbps

For 802.11b:

- 11, 5.5, 2, and 1Mbps

Security

- 64/128-bit WEP
- WPA (Wi-Fi Protected Access)
- MAC address filtering
- SSID Broadcast Disable function

Wireless Frequency Range

- 2.412GHz to 2.462GHz

Wireless Operating Range²

- Indoors: Up to 328ft (100 meters)
- Outdoors: Up to 1312ft (400 meters)

Modulation Technology

- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
- Complementary Code Keying (CCK)
- BPSK
- QPSK

IEEE 802.11b

- -82dBm @ PER8% in 11M CCK
- -85dBm @ PER8% in 5.5M CCK
- -87dBm @ PER8% in 2M QBSK
- -87dBm @ PER8% in 1M BPSK

Wireless Transmit Power

- 15dBm (32mW)±2dB

External Antenna Type

- Detachable dual antennas with 2dB gain

LEDs

- Power
- WLAN
- LAN (10/100)

Power

- External Power Supply: DC 5V/2A
- AC Adapter: 100V~120V

Temperature

- Operating: 32°F to 131°F (0°C to 55°C)
- Storing: -4°F to 149°F (-20°C to 65°C)

Humidity

- 5%~95% non-condensing

Certifications

- FCC part 15 class B & C
- Wi-Fi

Dimensions

- L = 5.59 inches (142mm)
- W = 4.29 inches (109mm)
- H = 1.22 inches (31mm)



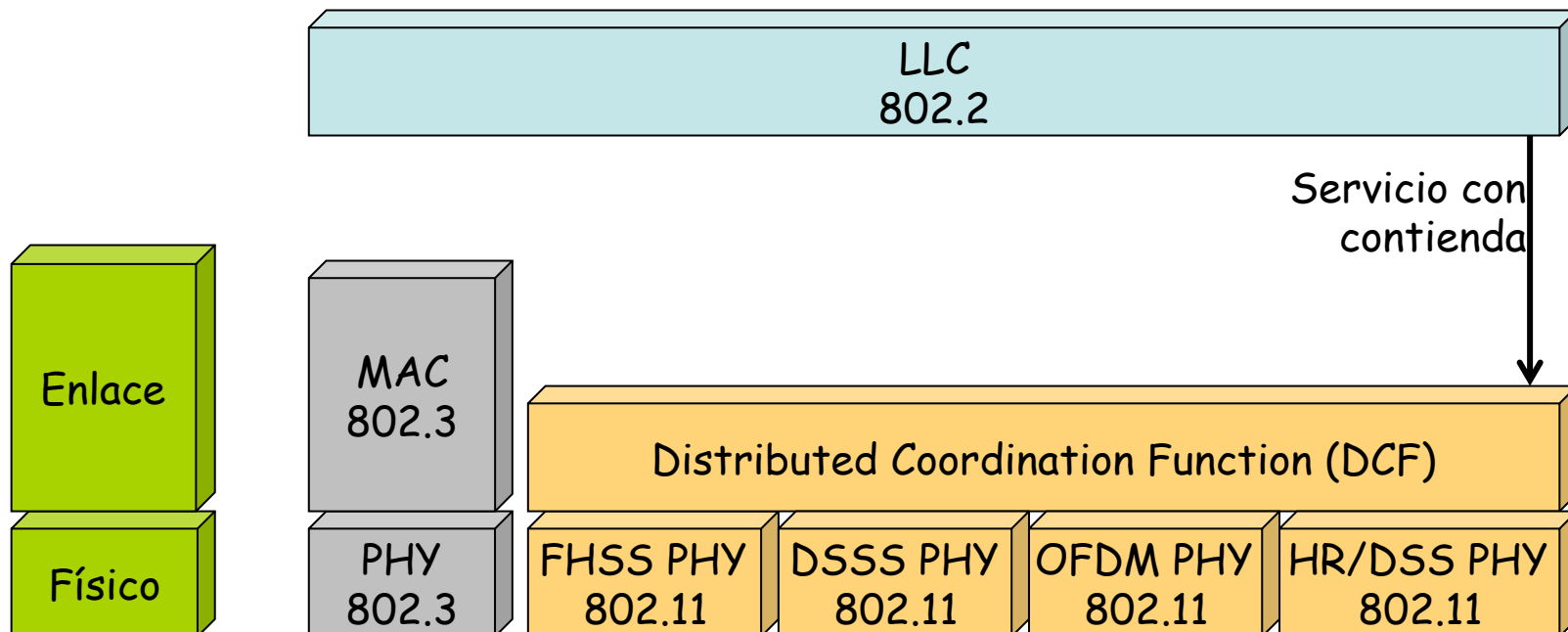
Subnivel MAC

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

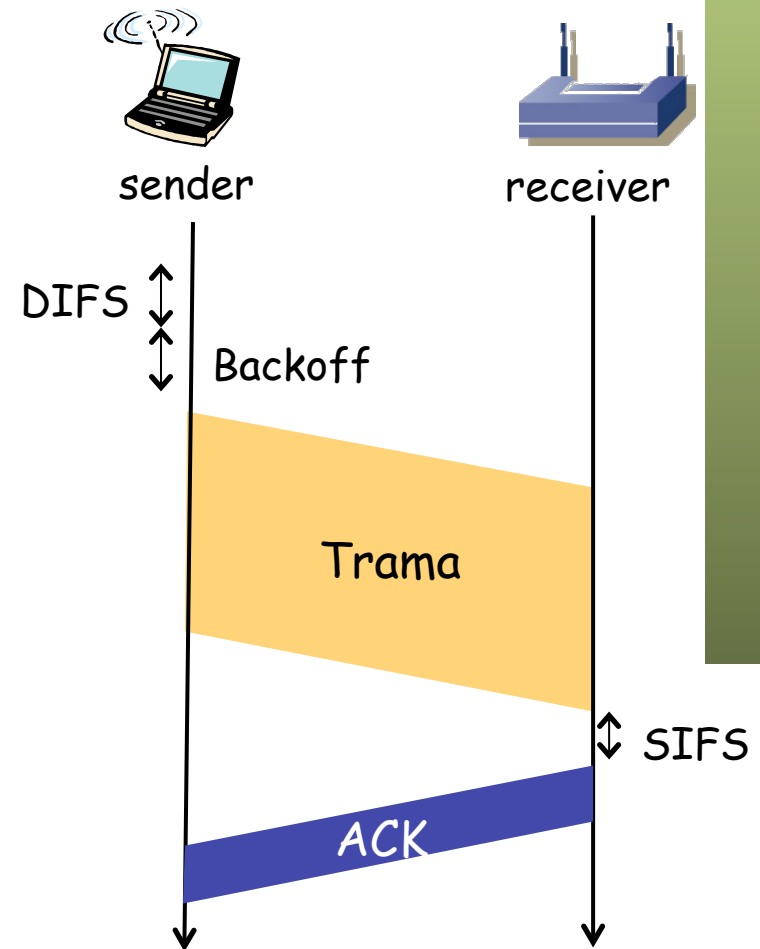
Subnivel MAC

- 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*
 - Emplea confirmaciones positivas (ACKs)



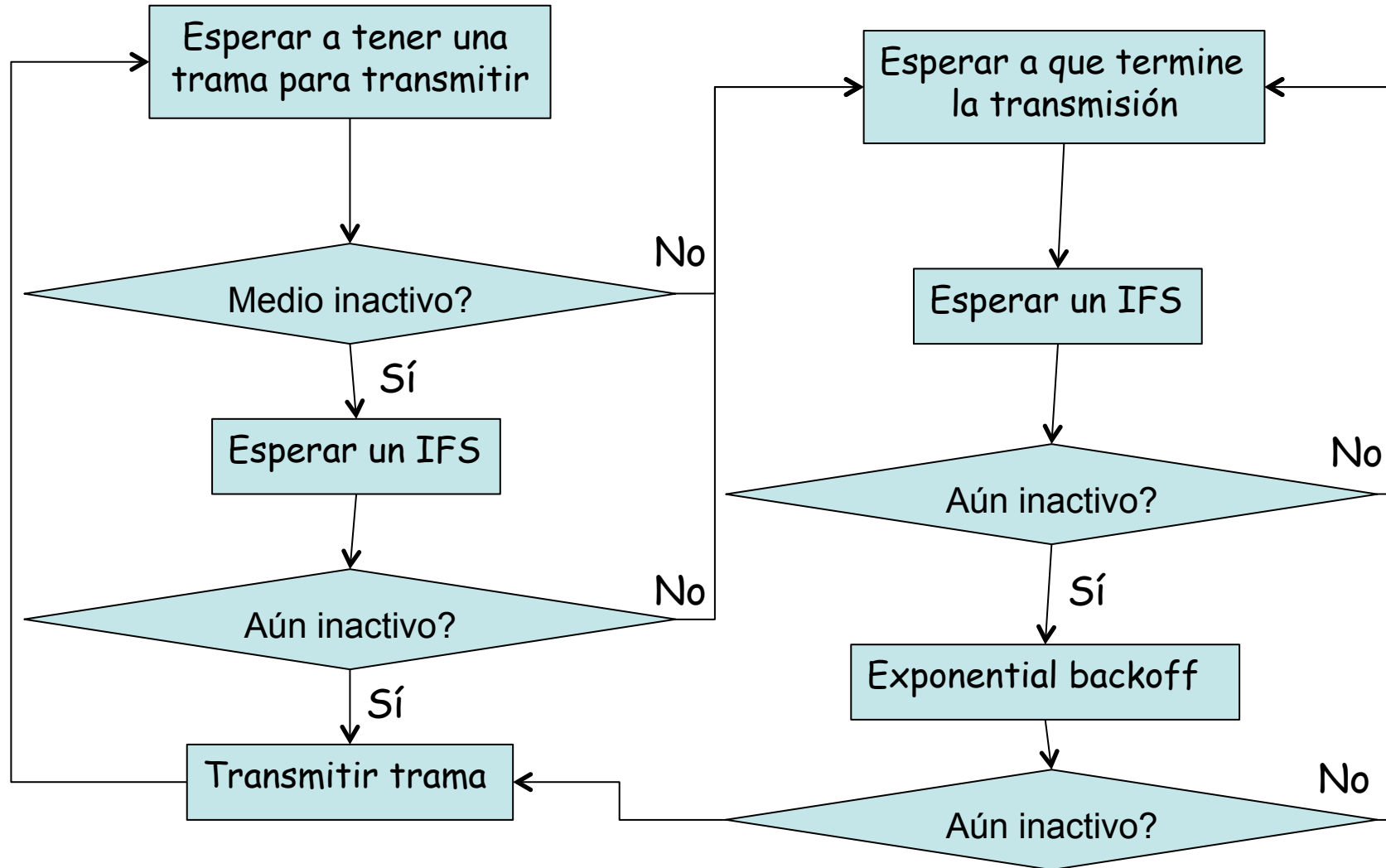
CSMA/CA

- **Carrier Sense:** Si se detecta el medio inactivo durante el tiempo suficiente (DIFS) la estación puede enviar una trama
- **Random Backoff:** Si durante el DIFS el medio está activo, espera a que esté libre, espera un DIFS y genera un valor al azar de tiempo que espera (entre CW_{min} y CW) (*collision avoidance*)
- 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

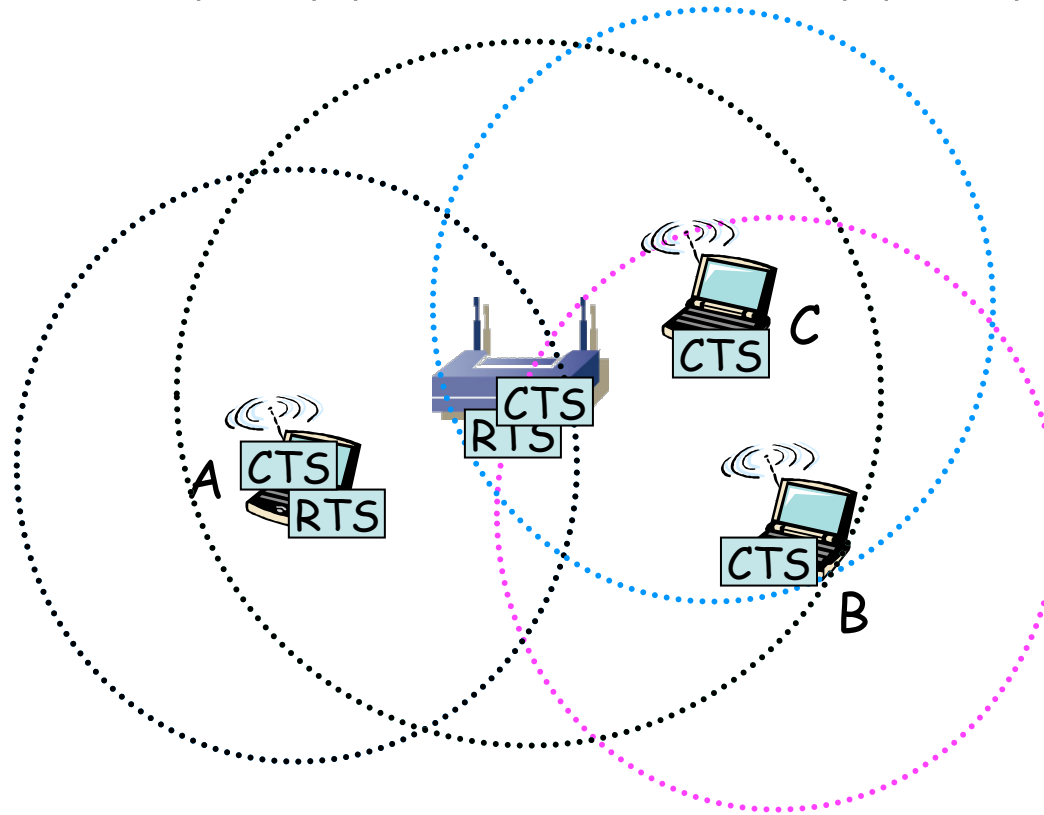
CSMA/CA



Terminal oculto

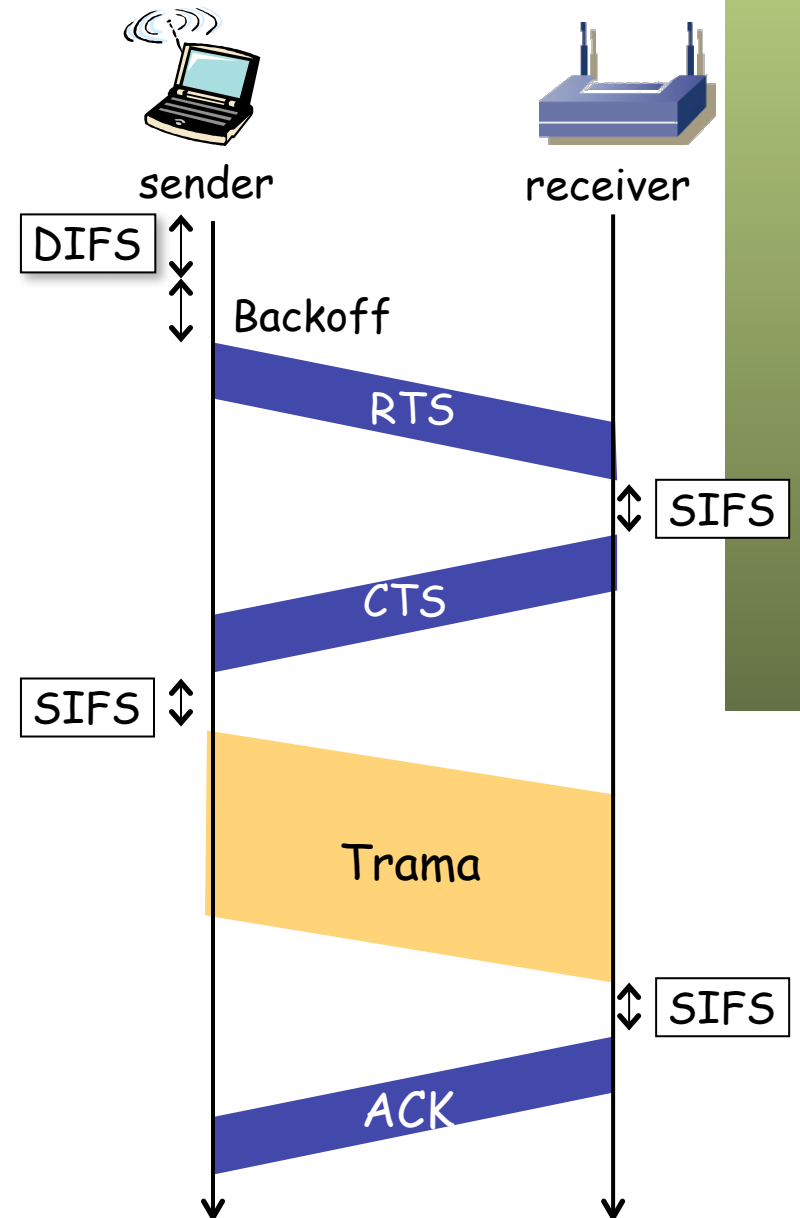
Queremos evitar las colisiones

- 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) (... ..)



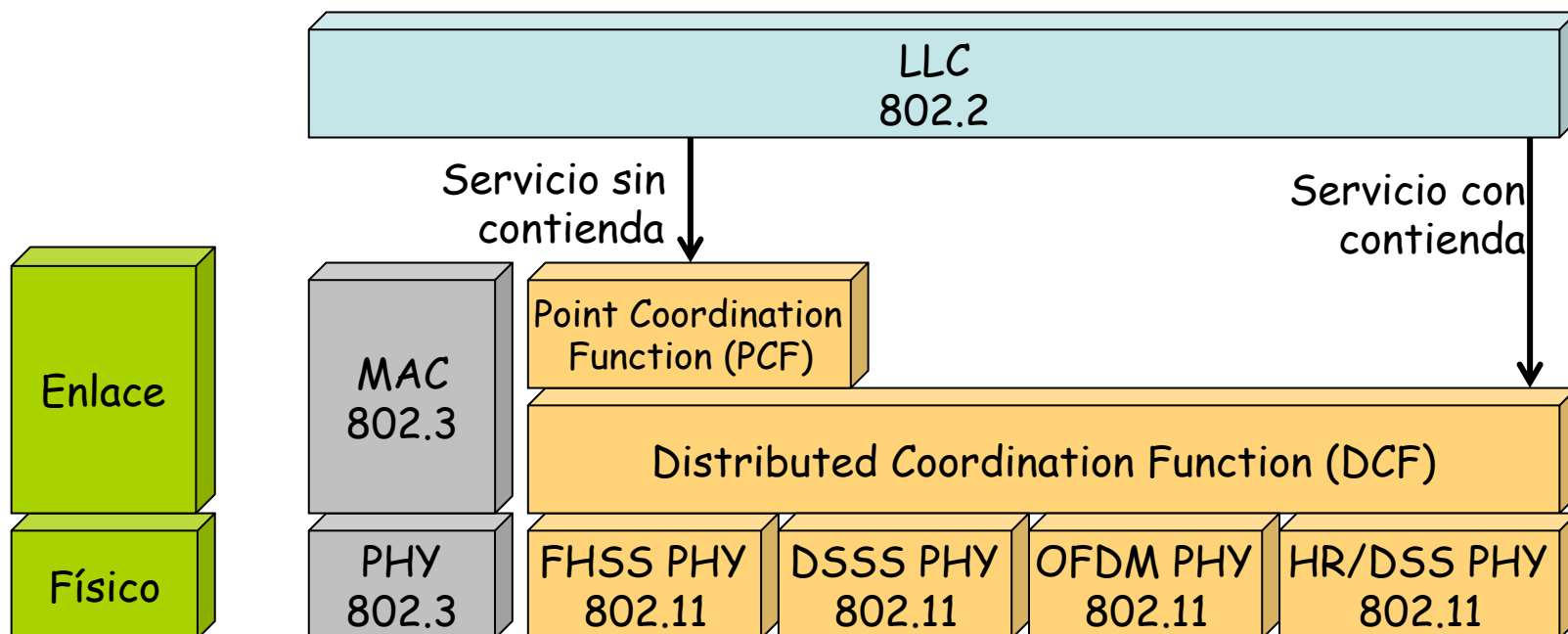
CSMA/CA

- $DIFS > SIFS$
- 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



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



PCF

- *Point Coordination Function*
- Opcional
- Ofrece entrega de tramas sin contienda
- Solo para caso infraestructura (BSS)
- No implementada por la mayoría de los productos
- Funcionamiento:
 - En ciertos momentos comienza un *Contention Free Period (CFP)*
 - Marca el comienzo del CFP antes que una estación transmita con DCF porque emplea un tiempo menor (PIFS) de espera
 - El AP actuará enviando a las estaciones o solicitando tramas de ellas (*polling*)



Subnivel MAC

- IEEE 802.3 (Ethernet) usa CSMA/CD
- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - HCF = *Hybrid Coordination Function*
 - QoS sin los requisitos rigurosos de PCF
 - Obligatorio para QoS STAs
 - 802.11e (parte de 802.11-2007)

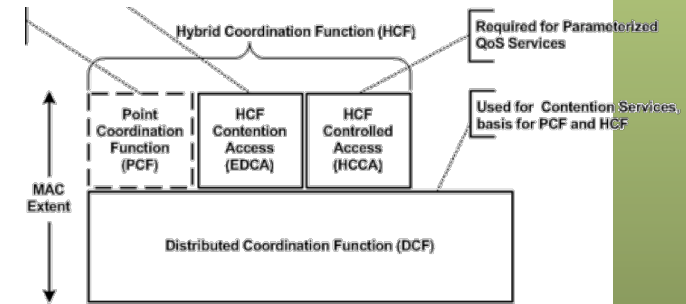
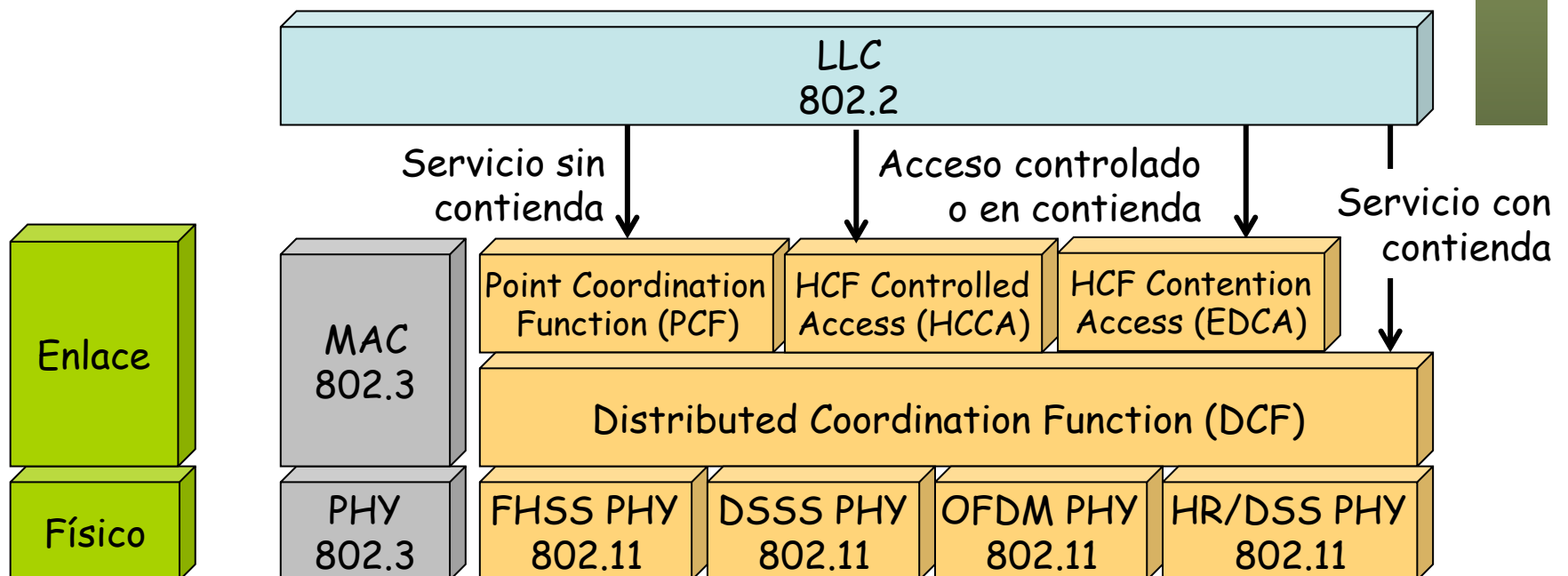


Figure 9-1—MAC architecture
IEEE 802.11-2007

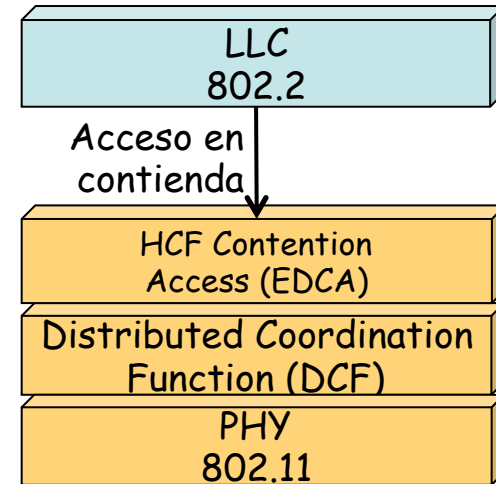


HCF

- Debe ser implementada en todas las QoS STAs
- Dos métodos de acceso posibles:
 - En contienda: *Enhanced Distributed Channel Access (EDCA)*
 - Controlado: *HCF Controlled Channel Access (HCCA)*
- WMM (...)

WMM®

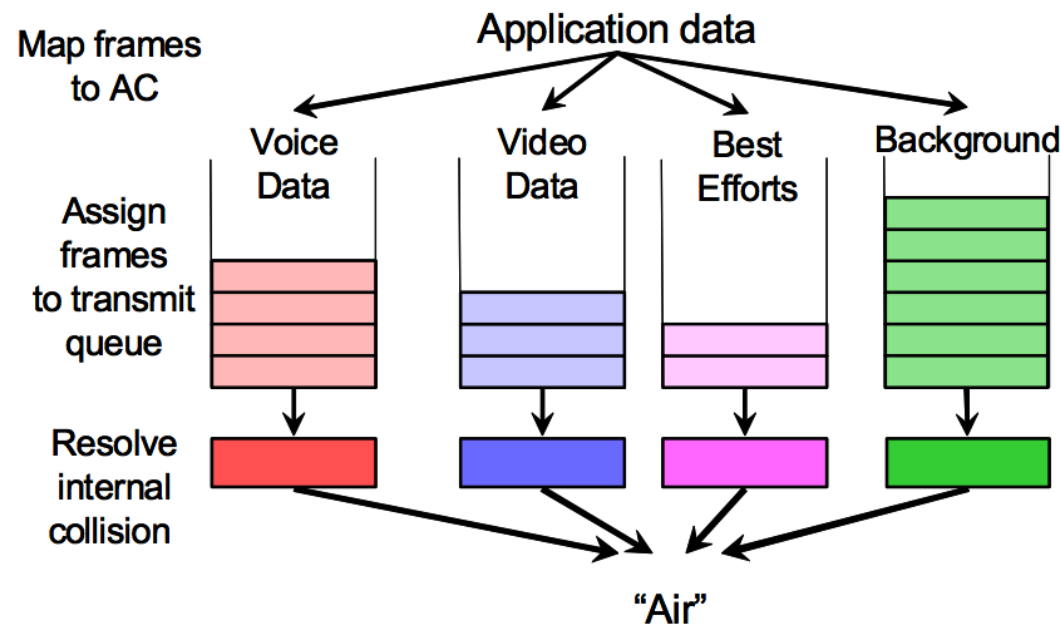
- Wi-Fi Multimedia™ (Wi-Fi Alliance)
- Un subconjunto (*profile*) de 802.11e
- Emplea la EDCA
- 4 *Access Categories* (ACs): voz, vídeo, best effort y background (no necesariamente)



Access Category	Description	802.1d Tags
WMM Voice Priority	Highest priority Allows multiple concurrent VoIP calls, with low latency and toll voice quality	7, 6
WMM Video Priority	Prioritize video traffic above other data traffic One 802.11g or 802.11a channel can support 3-4 SDTV streams or 1 HDTV streams	5, 4
WMM Best Effort Priority	Traffic from legacy devices, or traffic from applications or devices that lack QoS capabilities Traffic less sensitive to latency, but affected by long delays, such as Internet surfing	0, 3
WMM Background Priority	Low priority traffic (file downloads, print jobs) that does not have strict latency and throughput requirements	2, 1

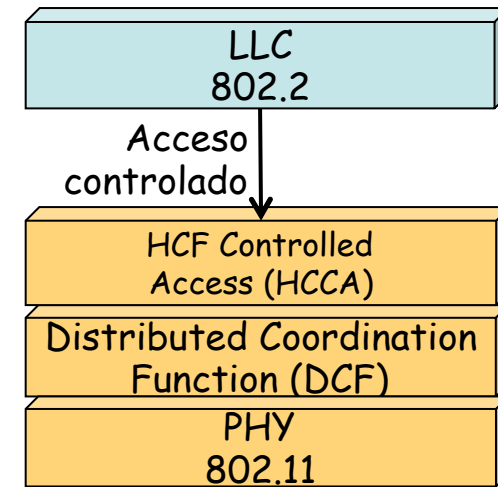
WMM

- Las aplicaciones asignan cada paquete a una AC
- Se añaden a una de las cuatro colas independientes
- El algoritmo para determinar de qué AC se transmite o qué cliente inalámbrico transmite es probabilístico
- Para ello se emplean diferentes valores de IFS y de CW según la AC (menores para mayor prioridad)
- Cuando una AC logra una oportunidad de transmisión, el tiempo que tiene reservado depende de la clase y de la tasa de transmisión física



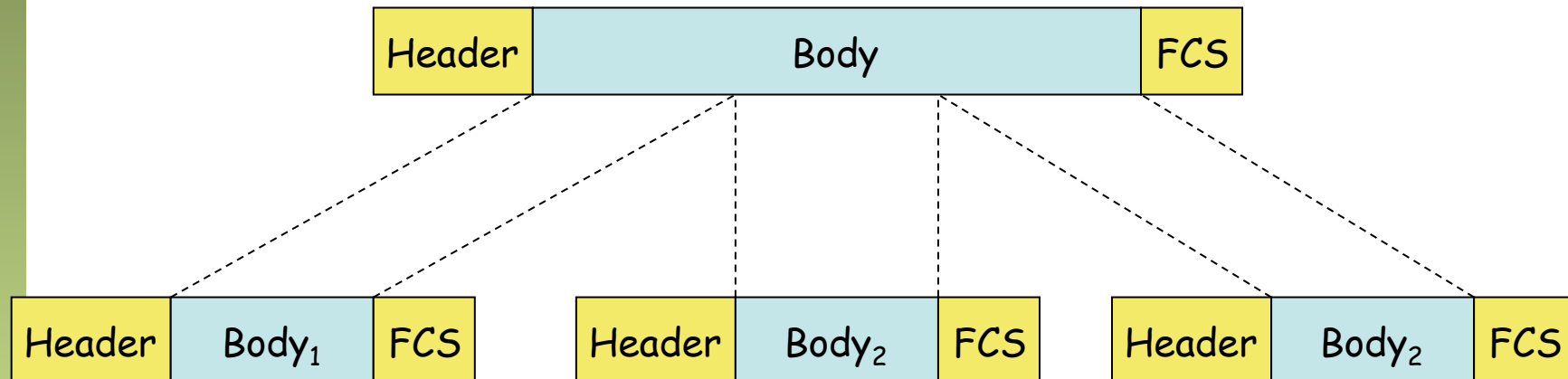
Scheduled Access

- Wi-Fi Scheduled Multimedia (WSM)
- Opcional en la certificación WMM
- Similar a la PCF
- Permite que las aplicaciones reserven recursos en base a las características de su tráfico
- Para ello envían solicitudes al AP
- Se llama el *Hybrid Coordinator (HC)*
- Emplea la HCCA
- Un planificador centralizado haciendo *polling*
- Logra reducir la latencia en la red



Fragmentación

- Servicio ofrecido en el nivel de enlace
- Divide trama grande en más pequeñas
- Cada fragmento es confirmado por separado
- El transmisor no libera el medio hasta enviar todos los fragmentos
- Aumenta la fiabilidad en la transmisión
- Solo se aplica a tramas *unicast*
- Atención a las diferencias con la fragmentación en el nivel de red



Resumen

- 802.11a/b/g/n/ac ...
- 2.4 vs 5 GHz
- Canales
- CSMA/CA
- Wireless Multimedia