

# Tecnologías 802.11

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

Programación de Redes  
Grado en Ingeniería Informática, 3º

# Temas de teoría

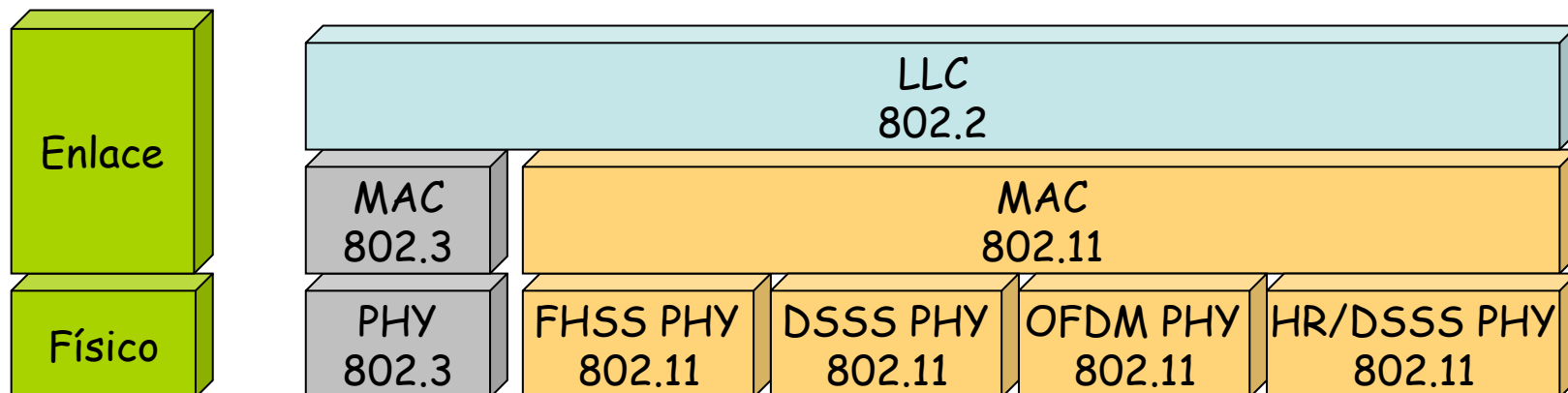
1. Introducción
2. Campus LAN
  - Ethernet conmutada para LANs
  - VLANs
  - Protección en LANs Ethernet
  - **WLANs**
3. Encaminamiento
4. Tecnologías de acceso y WAN

# Objetivos

- Repasar lo presentado sobre WiFi en AR
- Conocer extensiones a WiFi
- Comprender los efectos del control de acceso al medio

# Estándar Wireless LANs

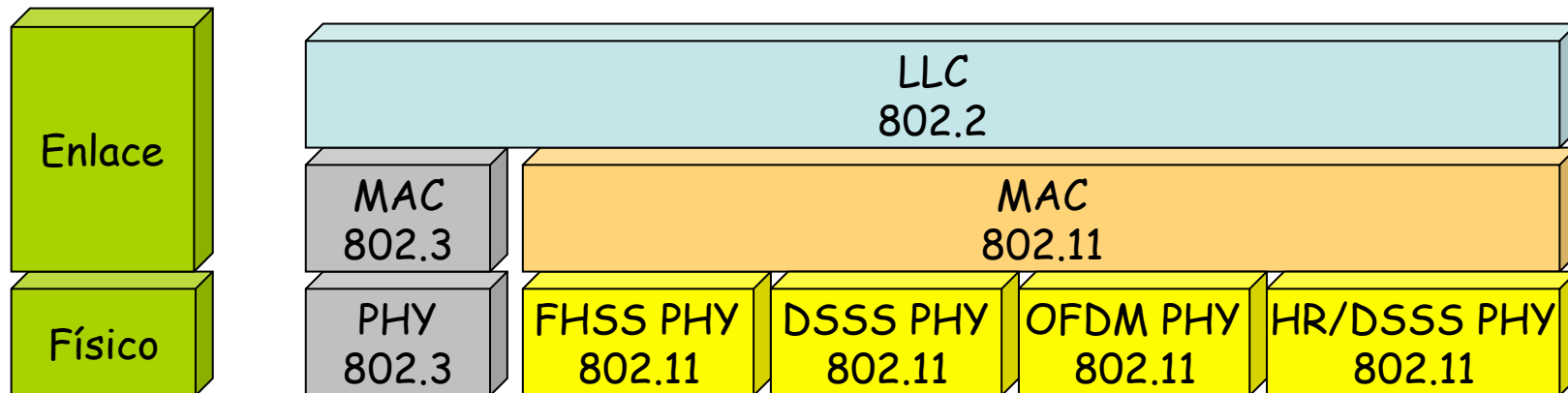
- IEEE 802.11 (1999)
- LAN basada en medio inalámbrico
- Certificación de la Wi-Fi Alliance
  - <http://www.wi-fi.org/>
  - Fundada en 1999 por 3com, Intersil, Lucent Tech, Nokia y Symbol Tech
  - Hoy más de 350 compañías miembro
- Hay diferentes niveles físicos posibles
- MAC 802.11 es común a todos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



# 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

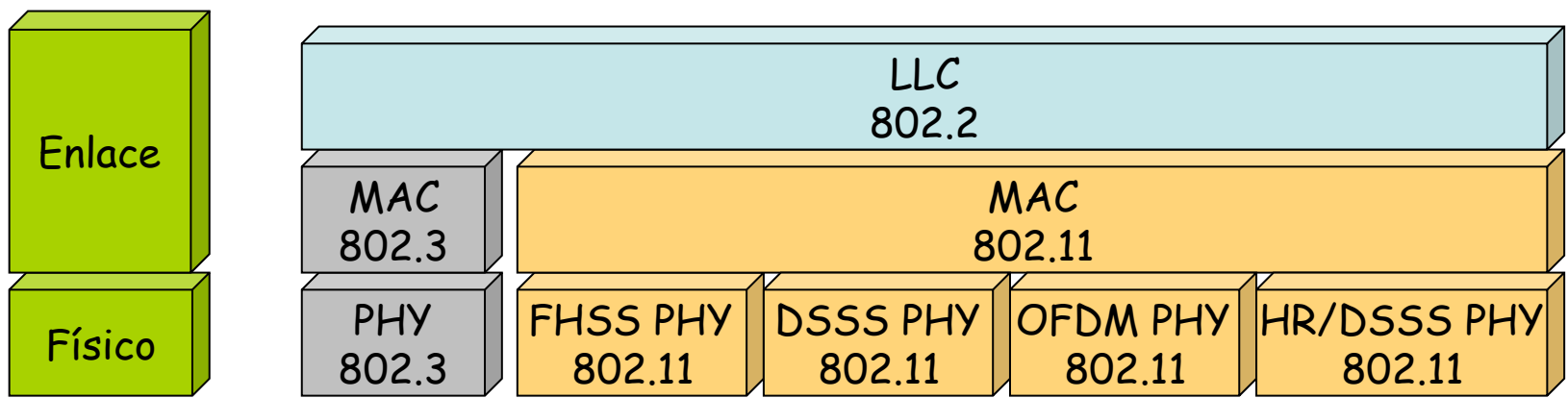
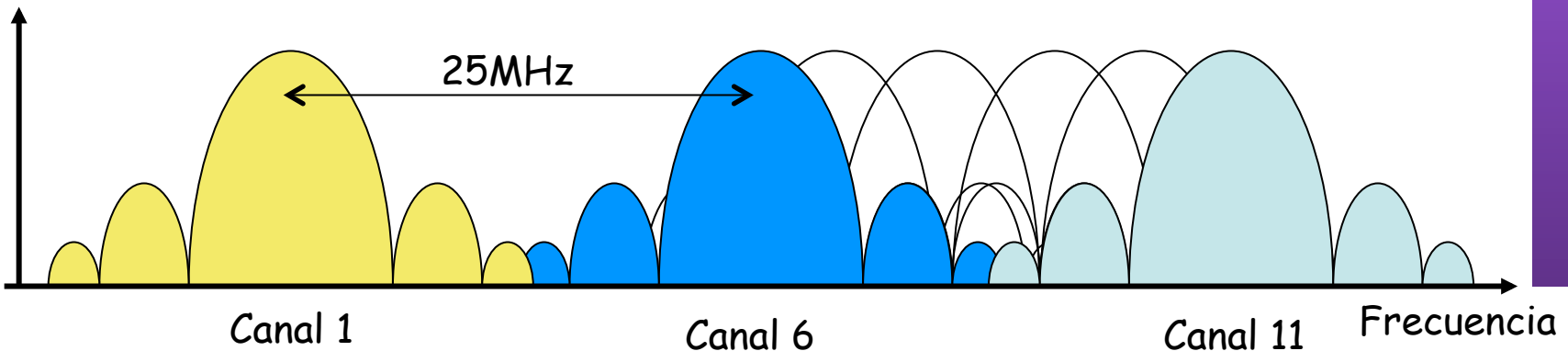


# Nivel físico

PROGRAMACIÓN DE REDES  
 Área de Ingeniería Telemática

## 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

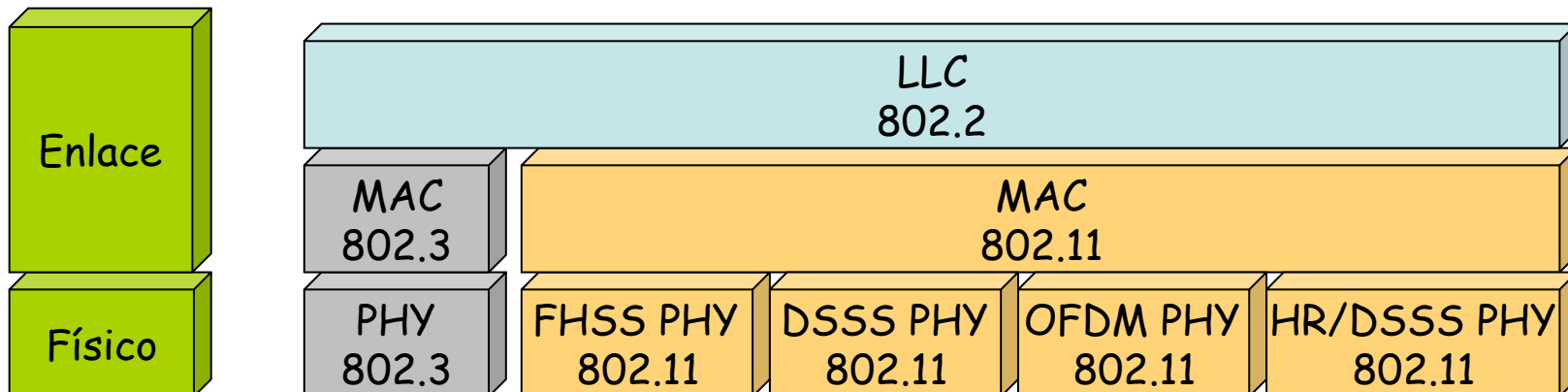
- OFDM = *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- En torno a 23 canales (unos 12 que no se solapan)
- Añade a las velocidades de 802.11b: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps

## 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)



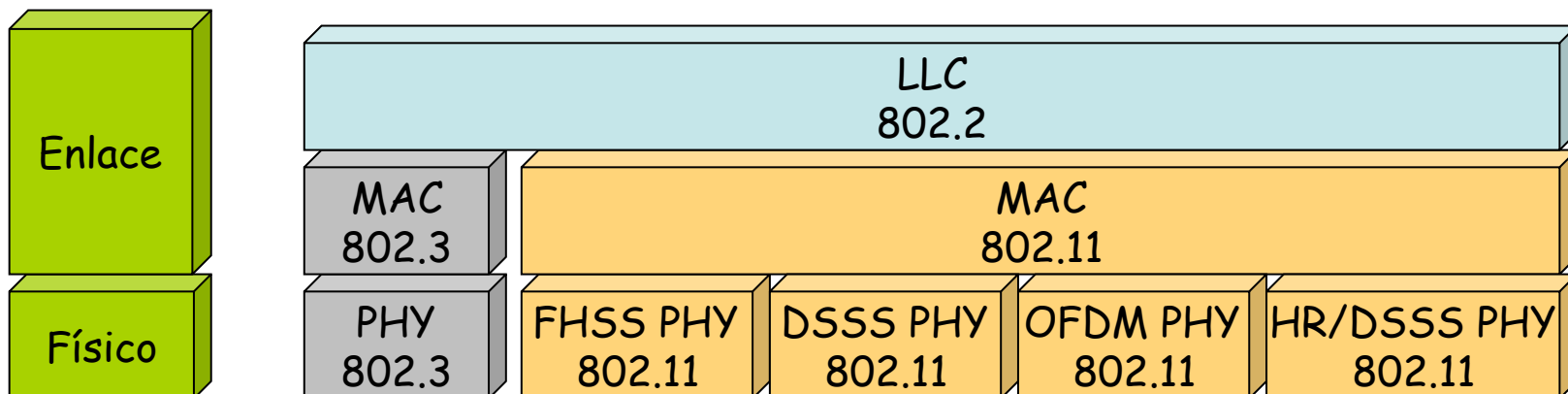
# Futuro

## 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 simultaneamente (MultiUser-MIMO)
- Compatible con 802.11a/n
- Aún trabajando en drafts (Agosto 2012 en D3.00)

## 802.11ad

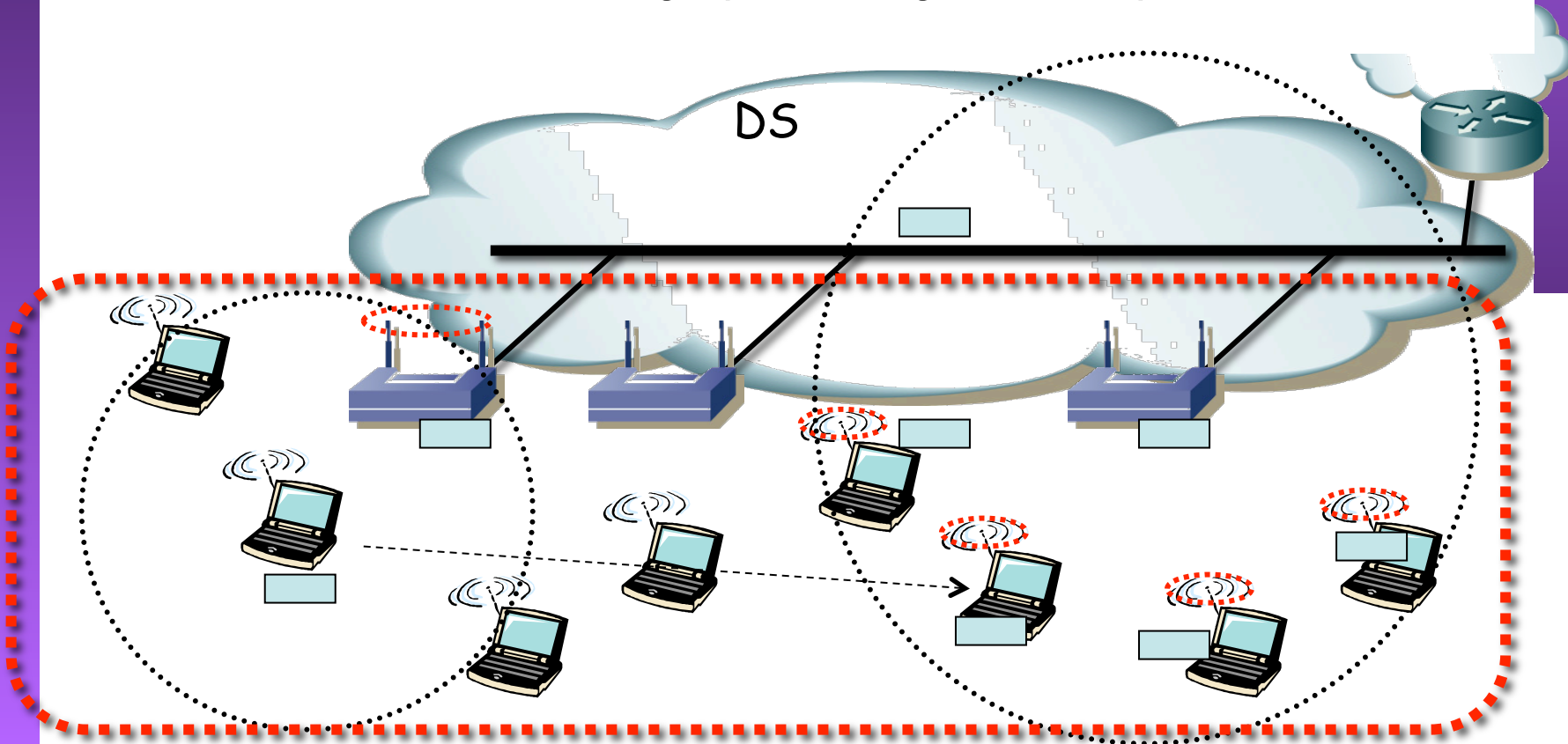
- Very High Throughput in 60GHz
- *“To define standardized modifications to both the 802.11 physical layers (PHY) and the 802.11 Medium Access Control Layer (MAC) to enable operation in the 60 GHz frequency band (typically 57-66 GHz) capable of very high throughput.”*





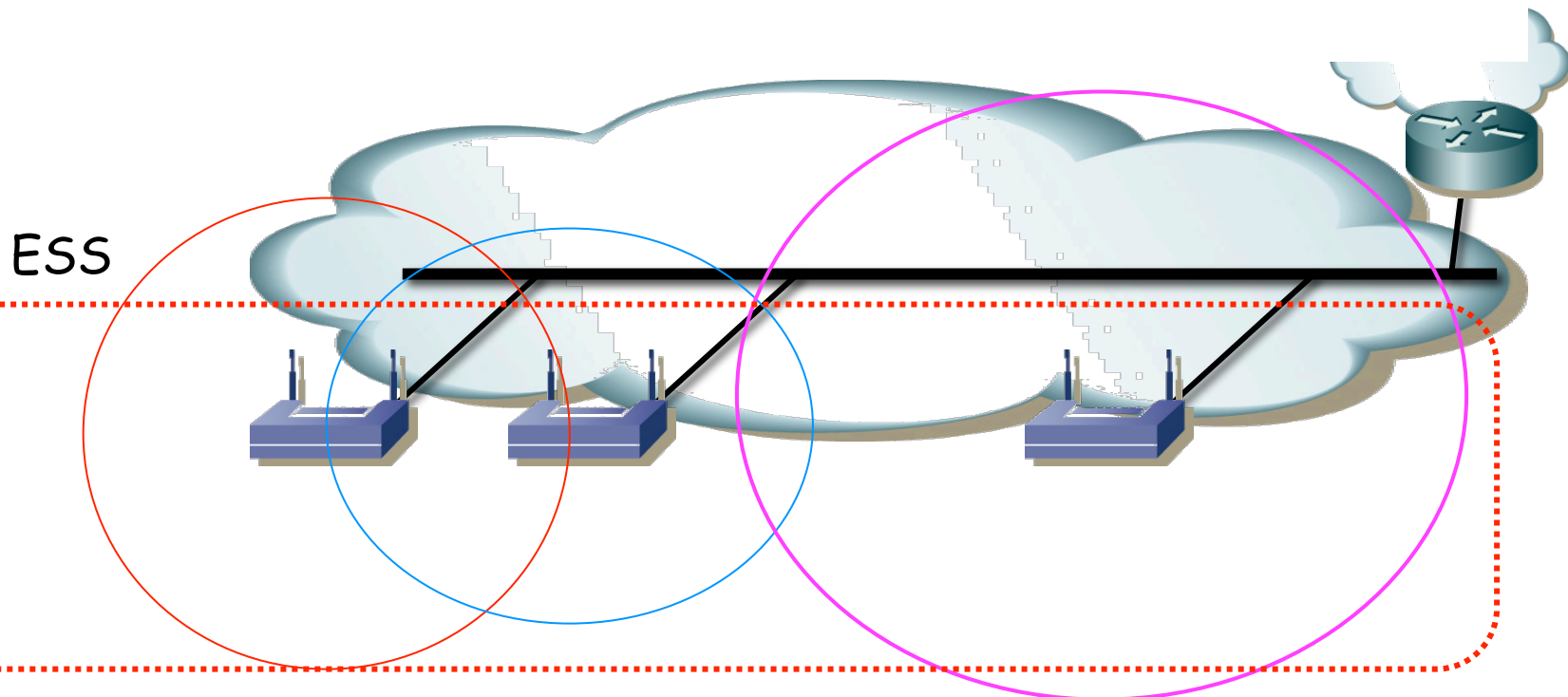
# Topologías

- 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

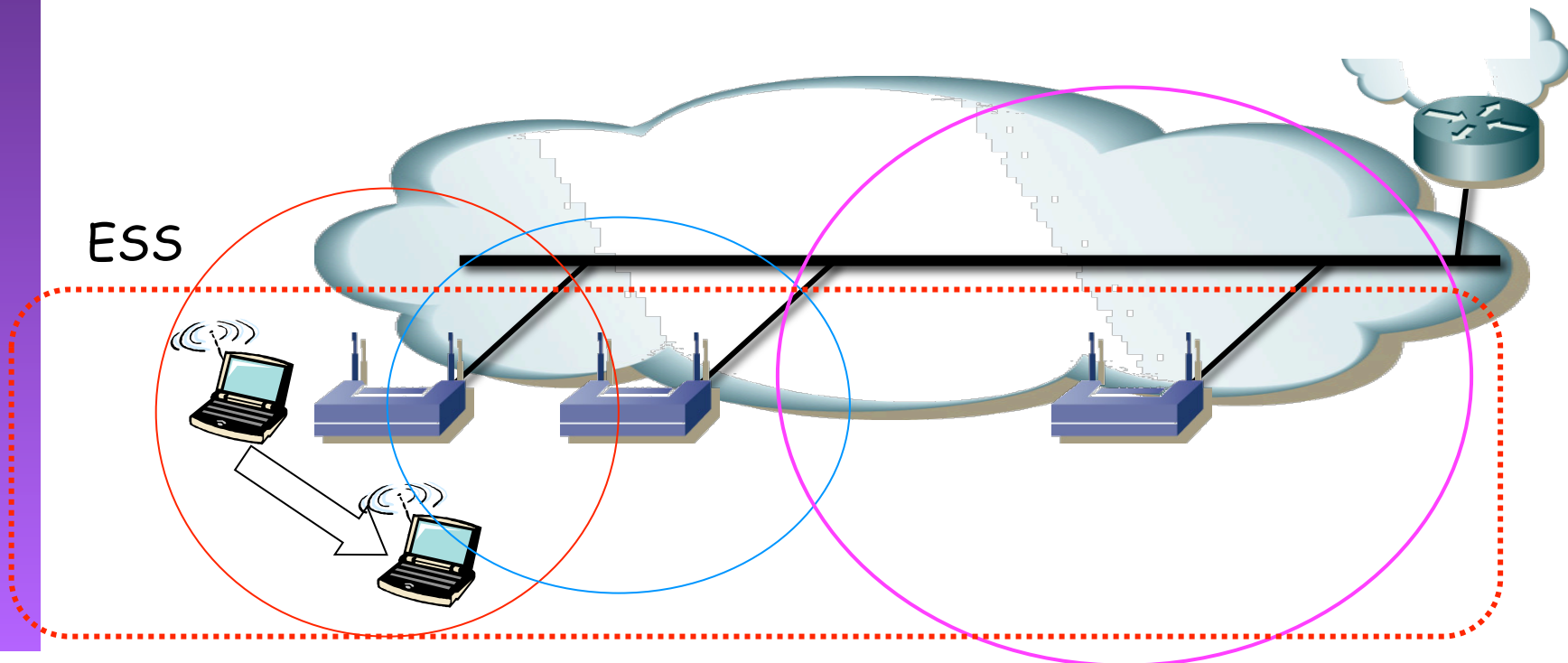
- 802.11 ofrece movilidad en el subnivel MAC
- Transparente para los niveles superiores (para LLC parece una LAN cableada)
- Todo el contenido de un ESS es la misma LAN
- El ESS sabe hacer llegar una trama a donde esté el destino



# Movilidad

## Sin transición

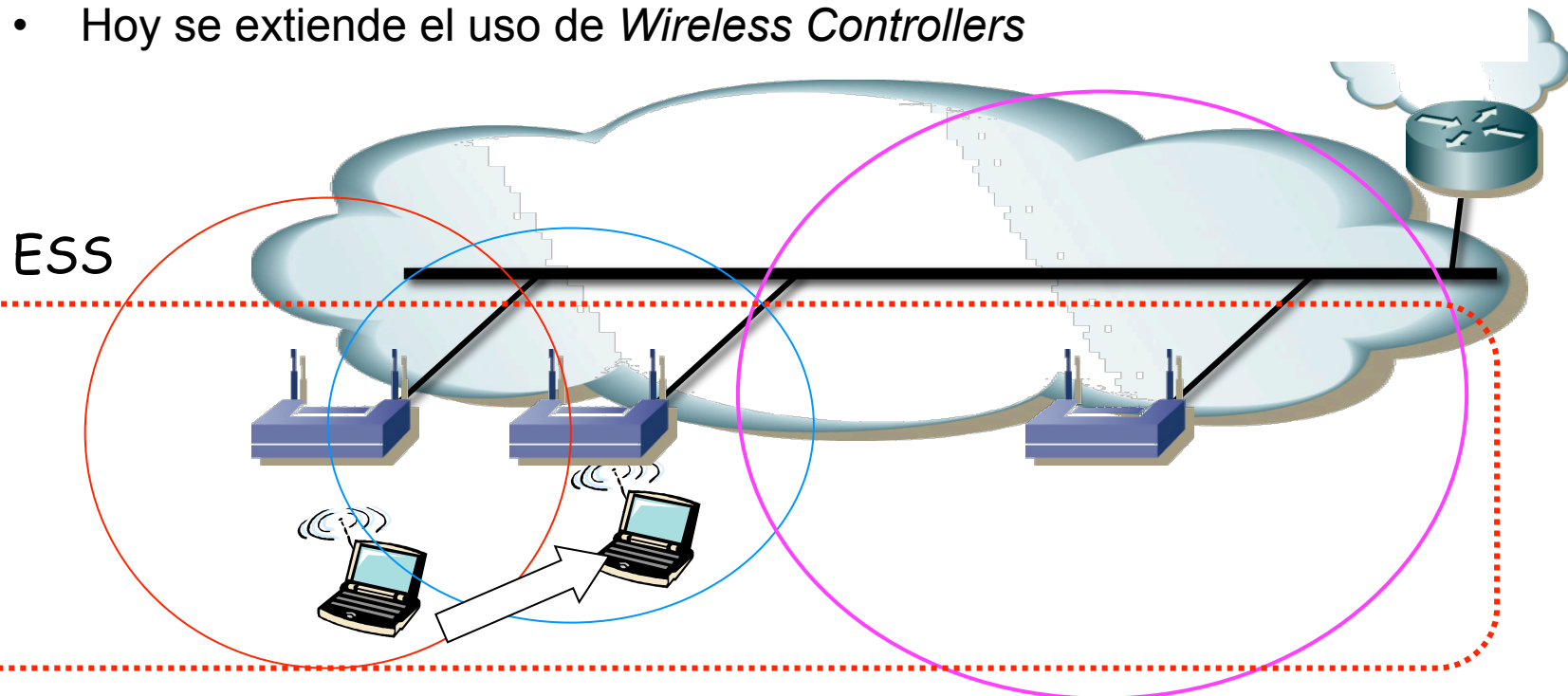
- Estaciones se mueven dentro del área de cobertura de un mismo AP



# Movilidad

## Transición BSS

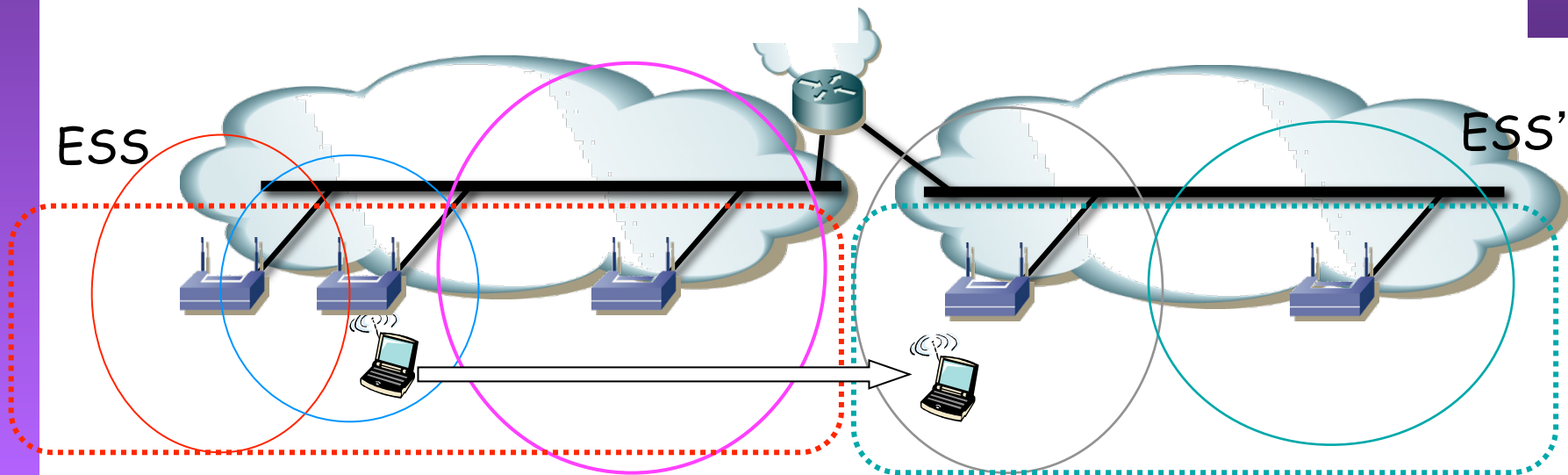
- Estaciones se mueven dentro de un mismo ESS cambiando de AP
- Reasociación, normalmente al detectar otro AP con más potencia
- Requiere cooperación entre los APs para conocer a cuál se encuentra asociado el usuario
- Durante bastante tiempo esa cooperación no estuvo estandarizada (802.11F pero retirado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



# Movilidad

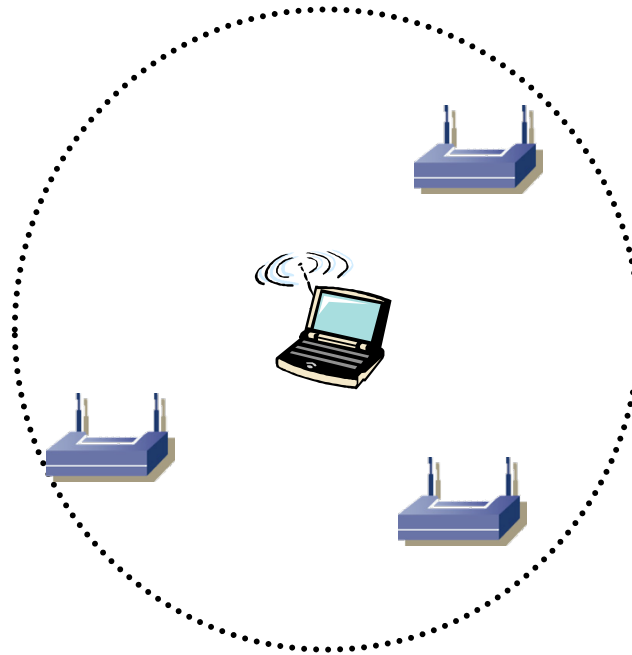
## Transición ESS

- 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*



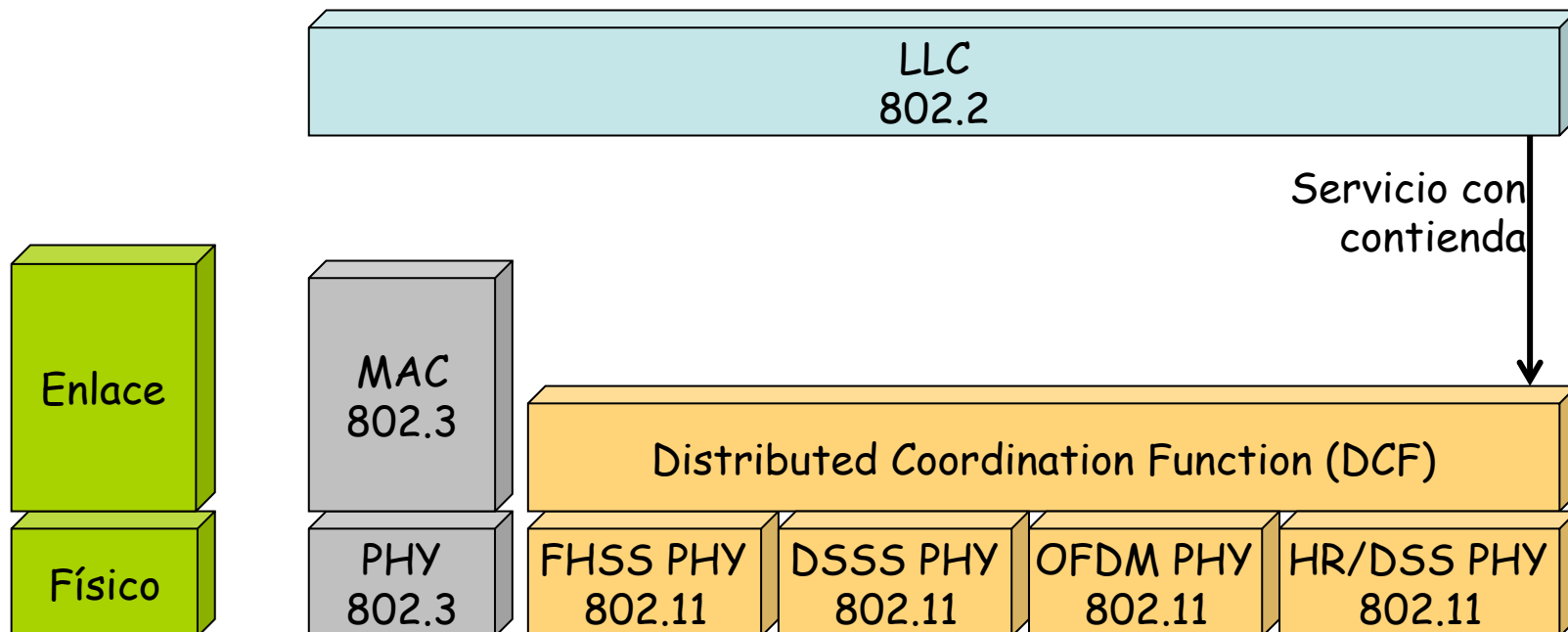
# Unirse a un BSS

- Proceso de sondeo
- Autenticación (asignatura “Seguridad en Sistemas de Información”)
- Asociación



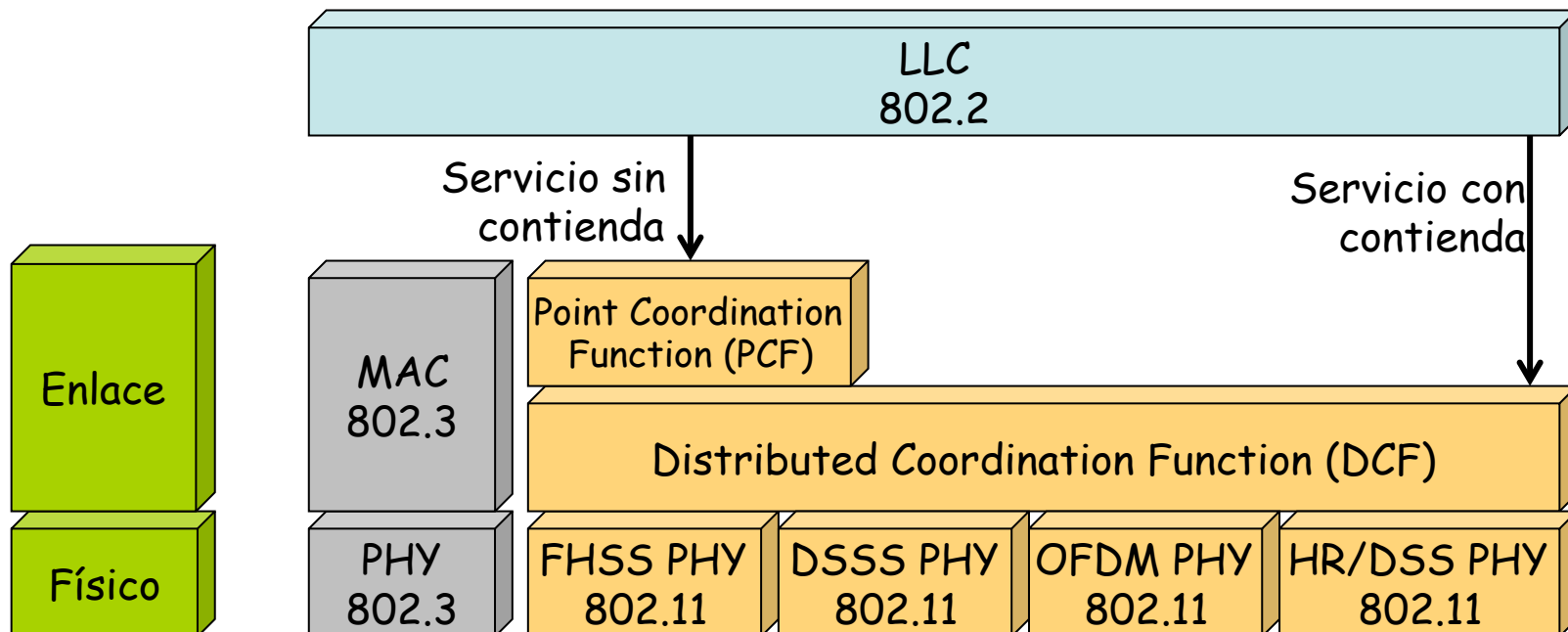
# Subnivel MAC

- 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)



# 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*
  - QoS sin los requisitos rigurosos de PCF
  - Obligatorio para QoS STAs
  - 802.11e (parte de 802.11-2007)

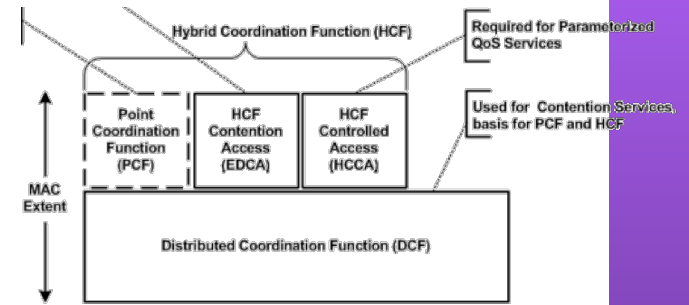
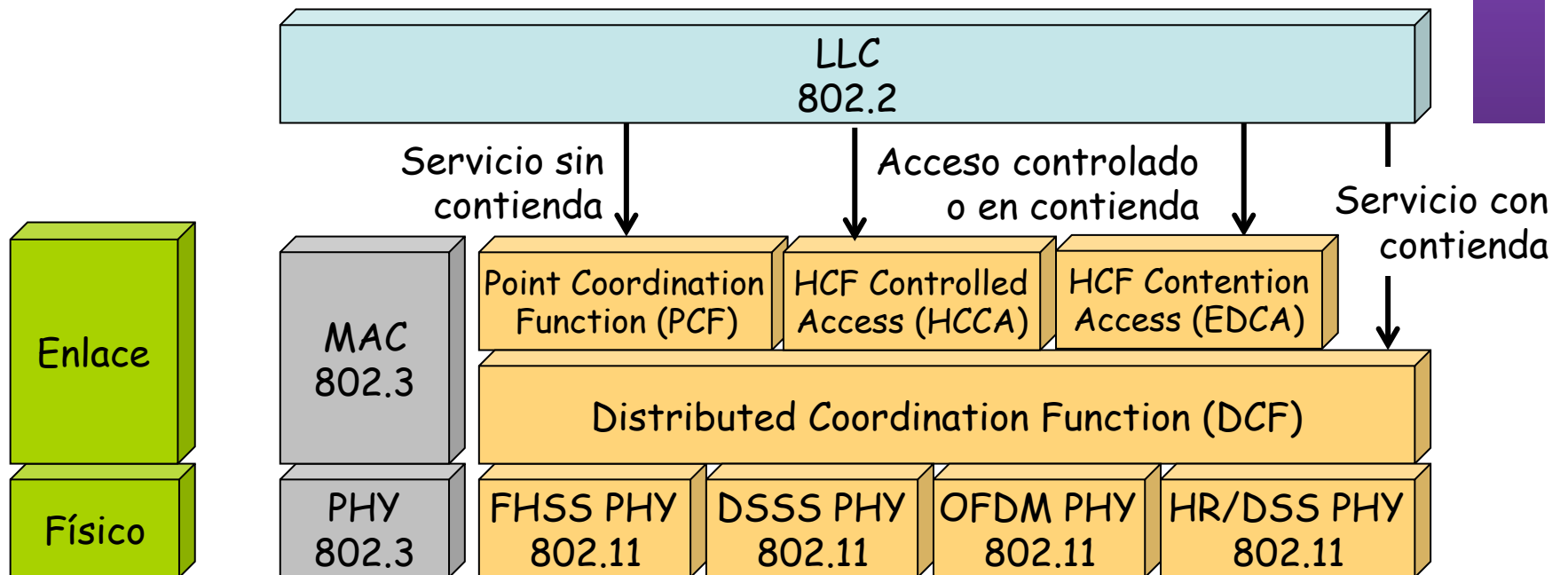


Figure 9-1—MAC architecture  
 IEEE 802.11-2007



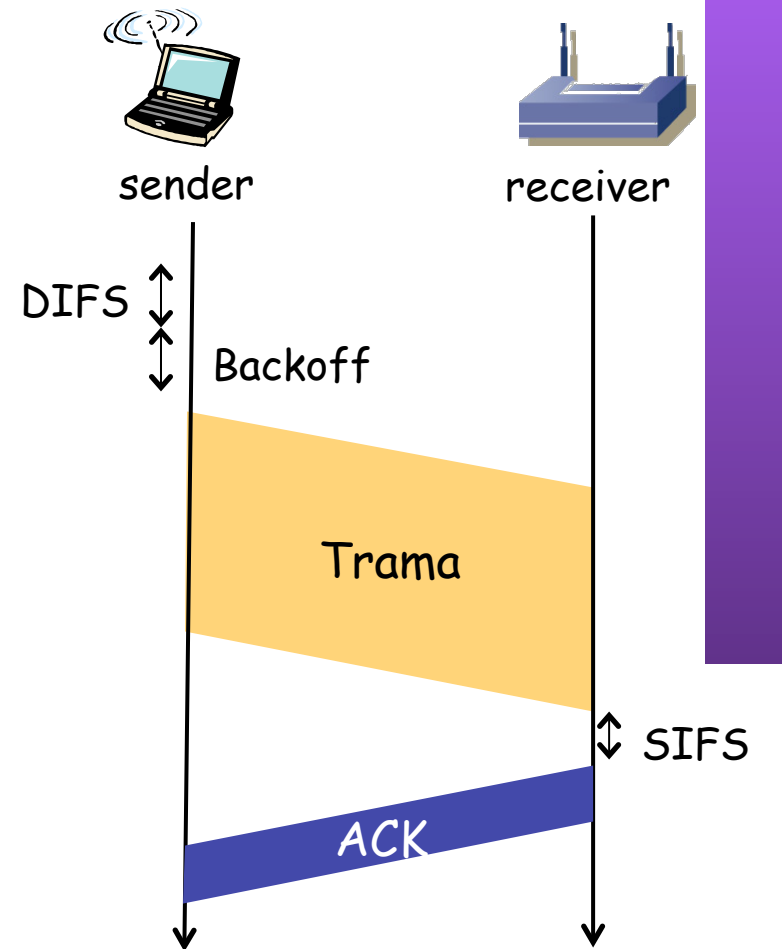
# Subnivel MAC

## 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

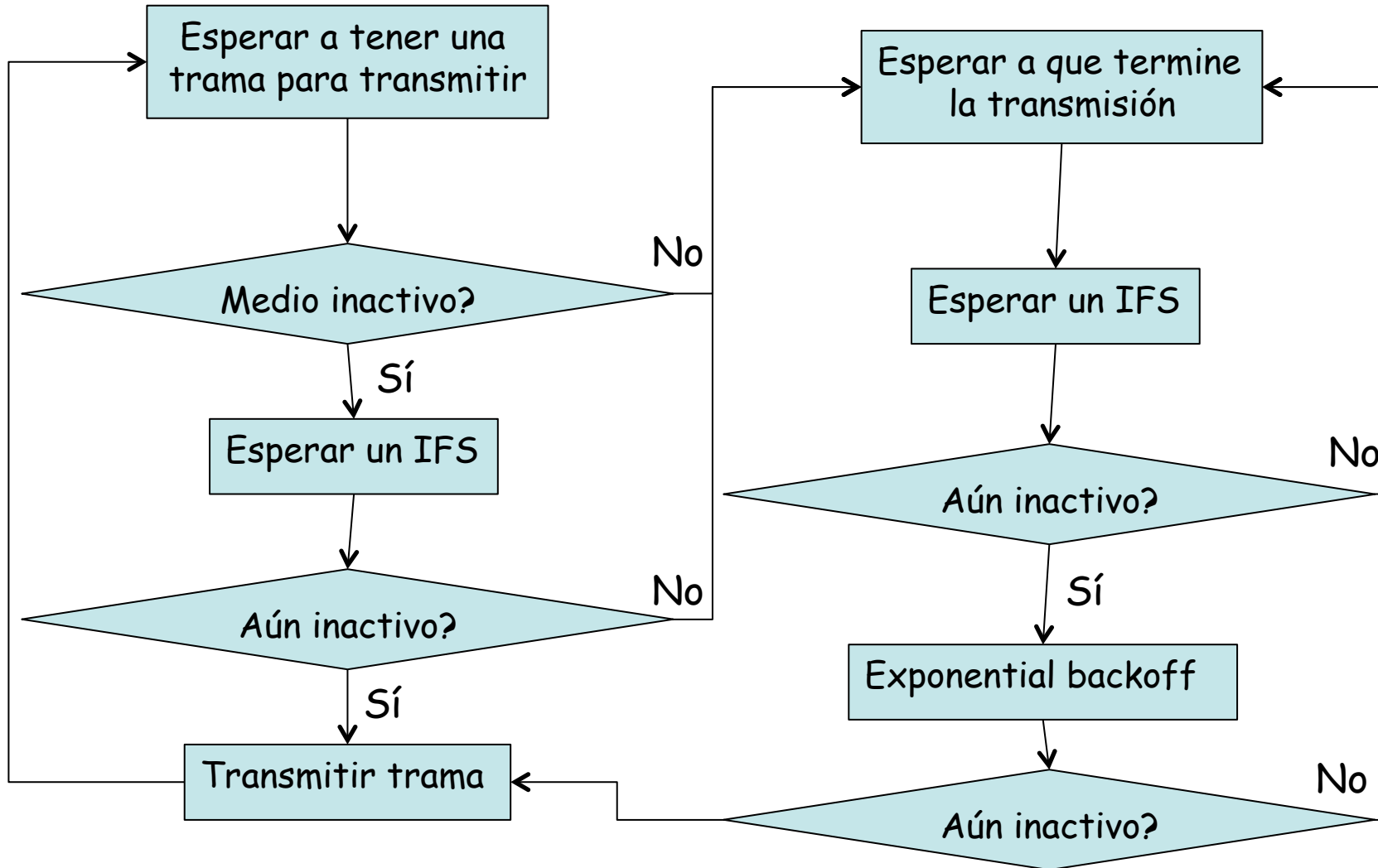
# CSMA/CA

- **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

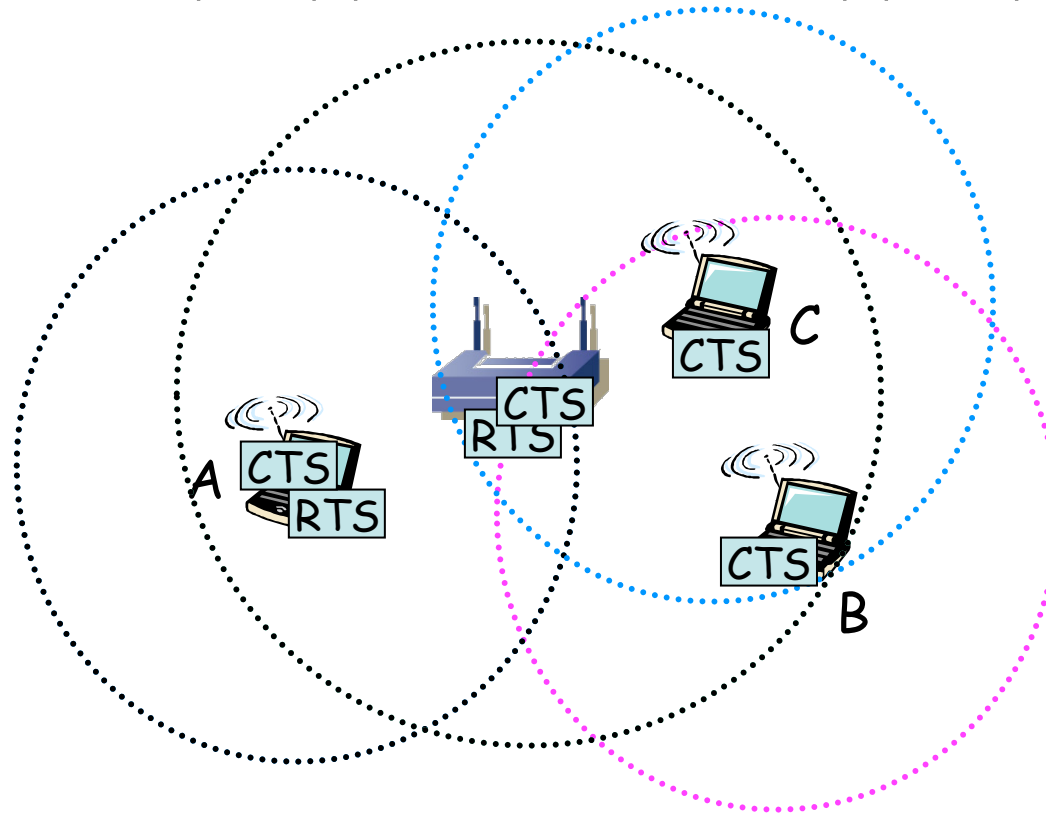
# CSMA/CA



# Terminal oculto

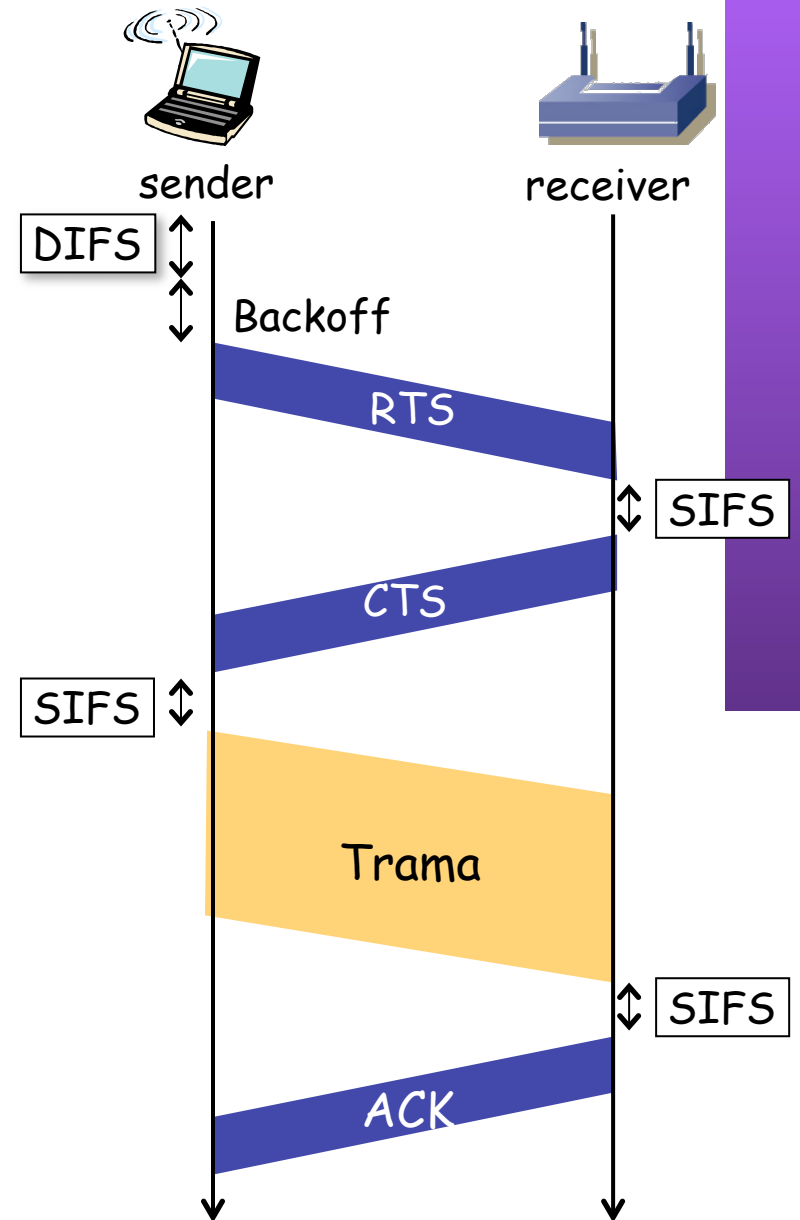
## Queremos evitar las colisiones

- 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



# 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*)



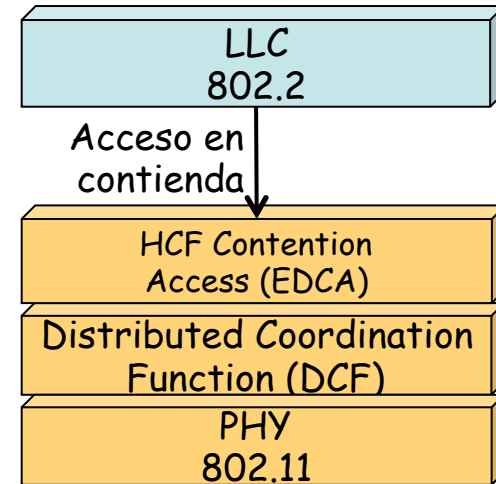
# HCF

- 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®

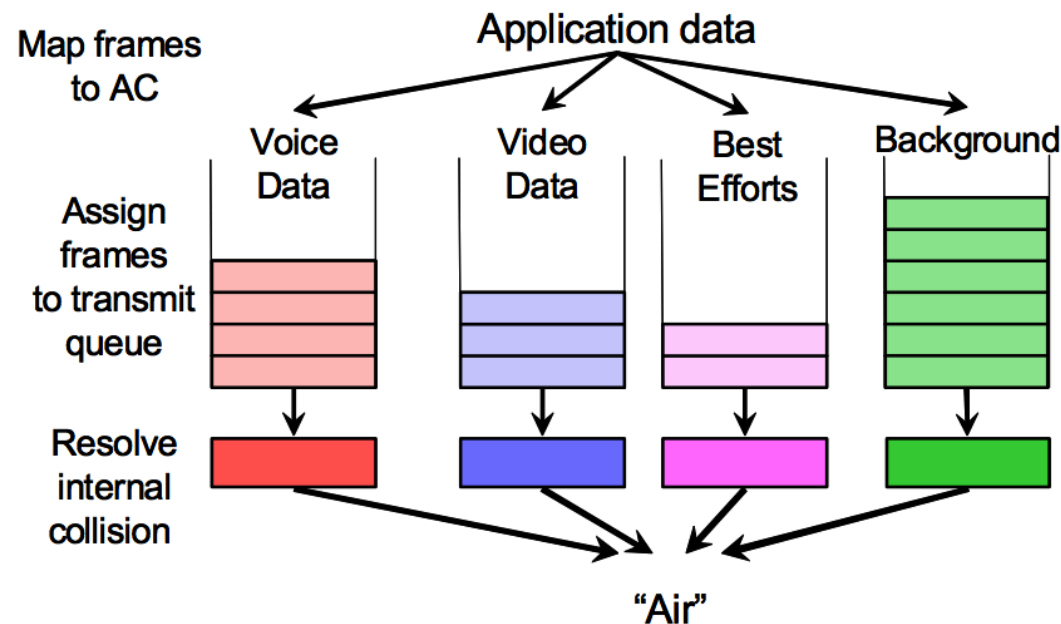
- Wi-Fi Multimedia™ (Wi-Fi Alliance)
- Un subconjunto (*profile*) de 802.11e
- Emplea la EDCA
- 4 *Access Categories (ACs)*: voz, vídeo, best effort y background (no necesariamente)



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

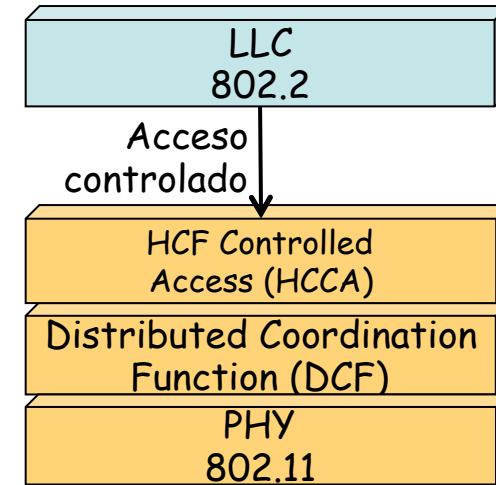
# WMM

- 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



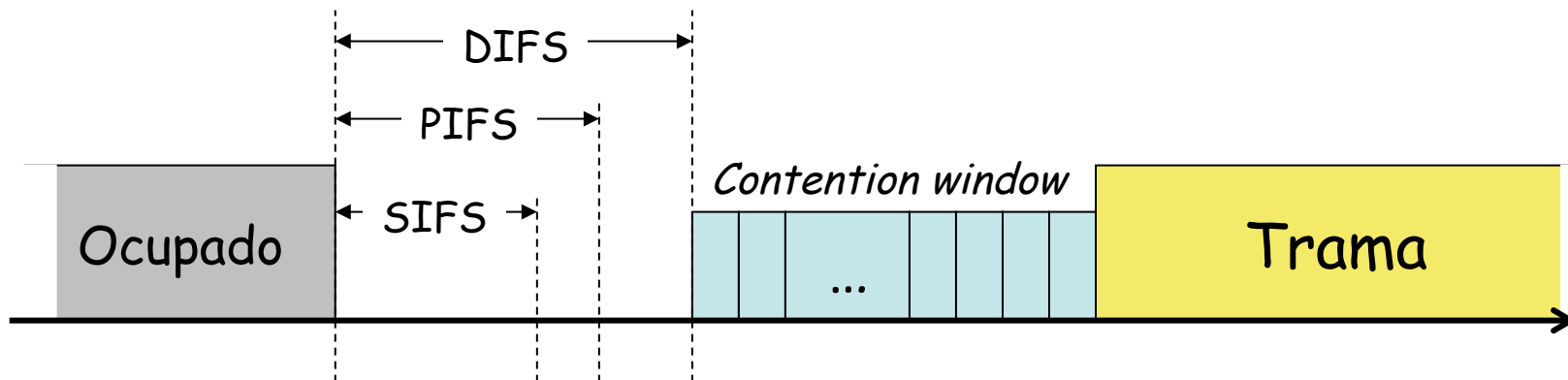
# Scheduled Access

- 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



# Tiempos entre tramas

- SIFS = Short InterFrame Space
  - Tramas de la máxima prioridad
  - Al transcurrir SIFS  $\mu$ 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
- AIFS = Arbitration InterFrame Space (solo QoS STAs)



# 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

