

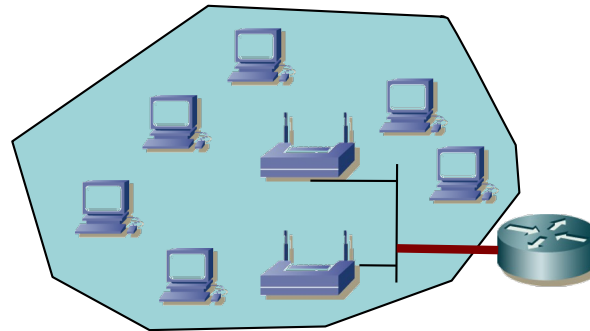
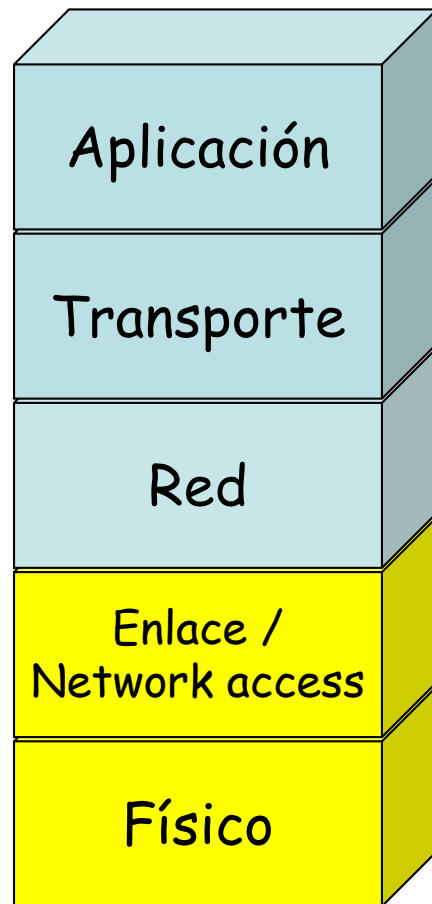
Otras tecnologías LAN y WAN

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

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Comunicación dentro de una red

- Origen y destino del paquete están en la misma red
 - Dos hosts
 - Un host y un “gateway” con otra red
 - Dos “gateways”
- La red puede ser una LAN, MAN o WAN
 - Vamos a ver el caso de LANs 802.11

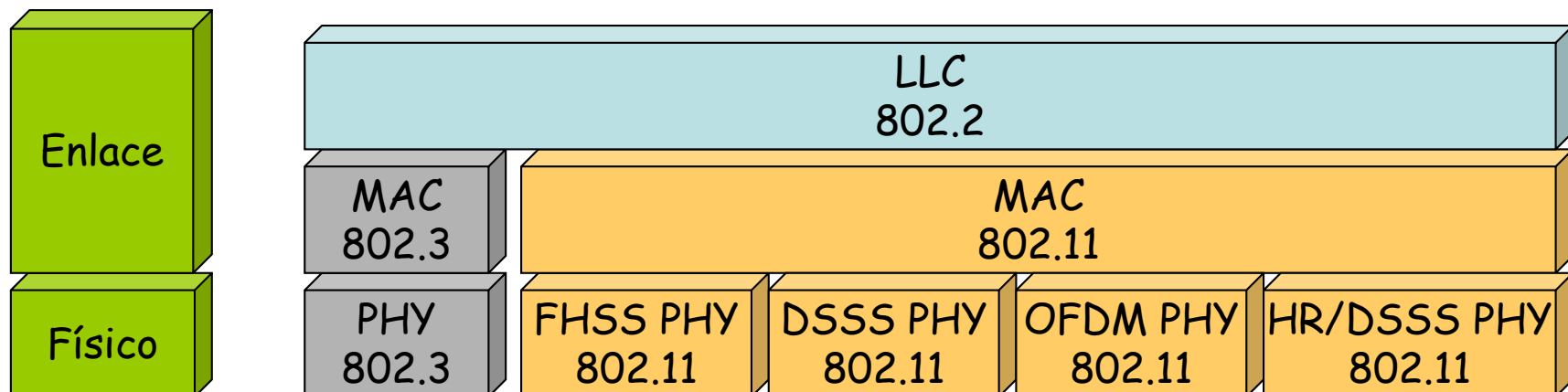


Arquitectura 802.11

Estándar Wireless LANs



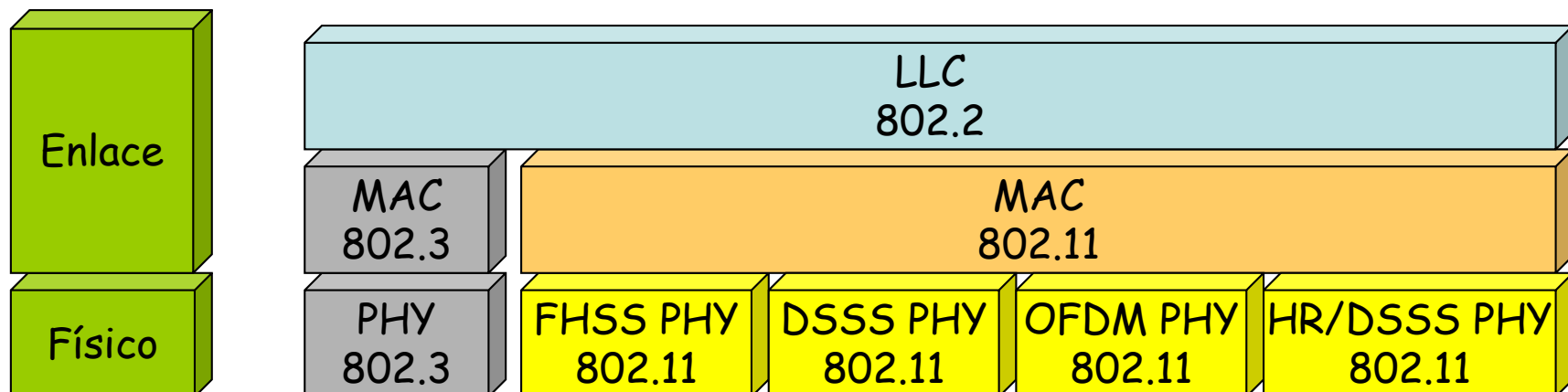
- IEEE 802.11 (1999)
- LAN basada en medio inalámbrico
- Certificación de la Wi-Fi Alliance
 - <http://www.wi-fi.org/>
 - Fundada en 1999 por 3com, Intersil, Lucent Tech, Nokia y Symbol Tech
 - Hoy más de 900 compañías la esponsorizan
- Hay diferentes niveles físicos posibles
- MAC 802.11 es común a todos ellos
- MAC intenta ofrecer un acceso justo al medio



Nivel físico

- Diferente subnivel inferior físico según modificaciones de 802.11
- Cambian la forma de codificar y modular la señal
- Emplean bandas de frecuencia que no requieren licencia
- Velocidades alcanzables dependen de distancia
- Se pueden crear varias WLANs en el mismo espacio aunque pueden interferirse entre ellas

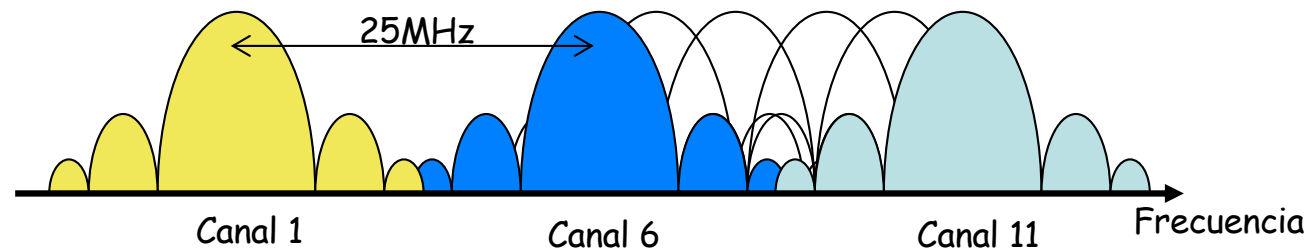
Estándar	Velocidad <u>Máx</u>	Frecuencia
802.11	2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	54 Mbps	5 GHz
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	300-600 Mbps	2.4 y/o 5 GHz



Nivel físico



- La transmisión en una WLAN emplea un “canal”
- Esto hace referencia a una banda de frecuencias
- Canales cercanos en número pueden suponer un ruido para el otro
- Canales alejados no suponen una interferencia
- Varias WLAN en el mismo espacio pueden usar el mismo canal pero compartirán el medio como dispositivos de la misma WLAN



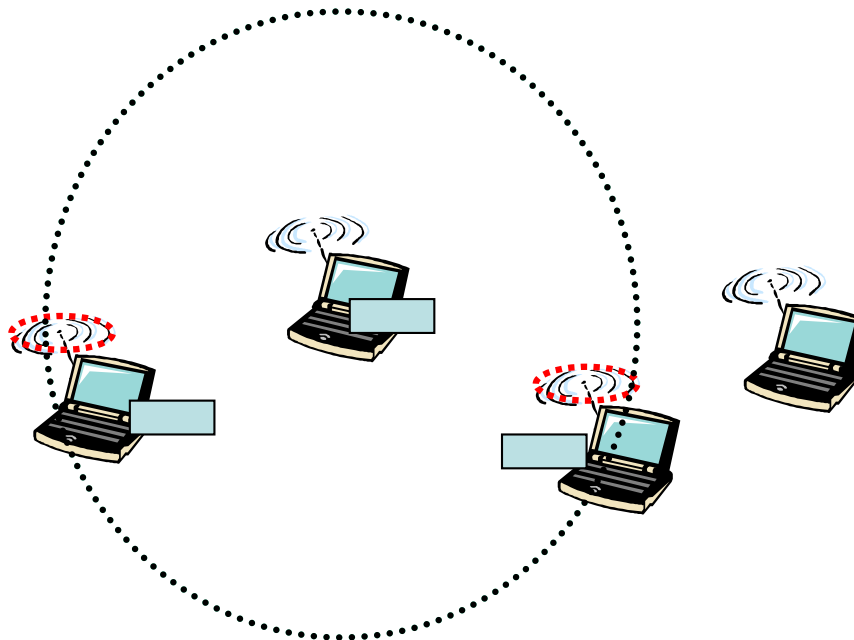
- La tasa de transmisión puede ser diferente para cada trama

No.	Time	Arrival Time	Source	Destination	Length	Data rate	Transmitter address	Receiver address
1	0.000000000	0.000000000	192.168.1.100	192.168.1.101	134	12	00:13:f7:54:32:01	00:13:10:92:a8:60
2	0.000016446	0.000016446		SmcNetwo_54:32:01 ...	28	12		00:13:f7:54:32:01
3	0.000270064	0.000253618	192.168.1.100	192.168.1.101	134	48	00:13:10:92:a8:60	00:13:f7:54:33:53
4	0.000287857	0.000017793		Cisco-Li_92:a8:60 ...	28	24		00:13:10:92:a8:60
5	0.000314591	0.000026734	192.168.1.101	192.168.1.100	134	54	00:13:f7:54:33:53	00:13:10:92:a8:60
6	0.000390506	0.000075915		SmcNetwo_54:33:53 ...	28	24		00:13:f7:54:33:53
7	0.000728395	0.000337889	192.168.1.101	192.168.1.100	134	54	00:13:10:92:a8:60	00:13:f7:54:32:01
8	0.000745338	0.000016943		Cisco-Li_92:a8:60 ...	28	24		00:13:10:92:a8:60

Nivel físico

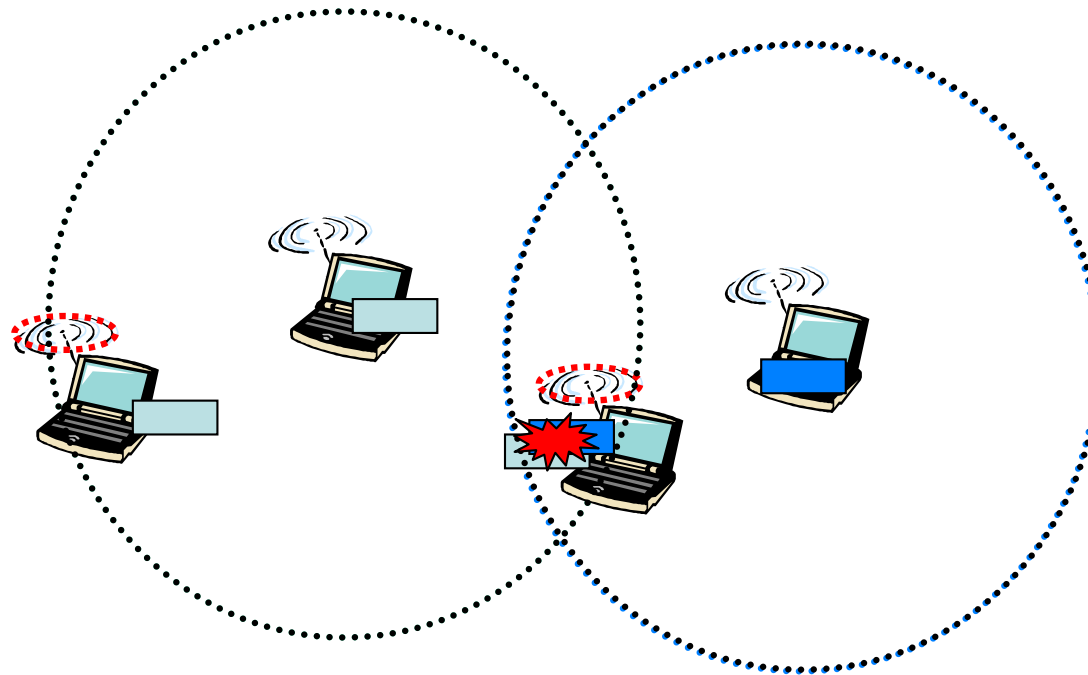
- Antenas omnidireccionales
- Medio compartido
- Lo que transmite una estación lo reciben todas las que estén dentro del alcance

STA = Wireless Station



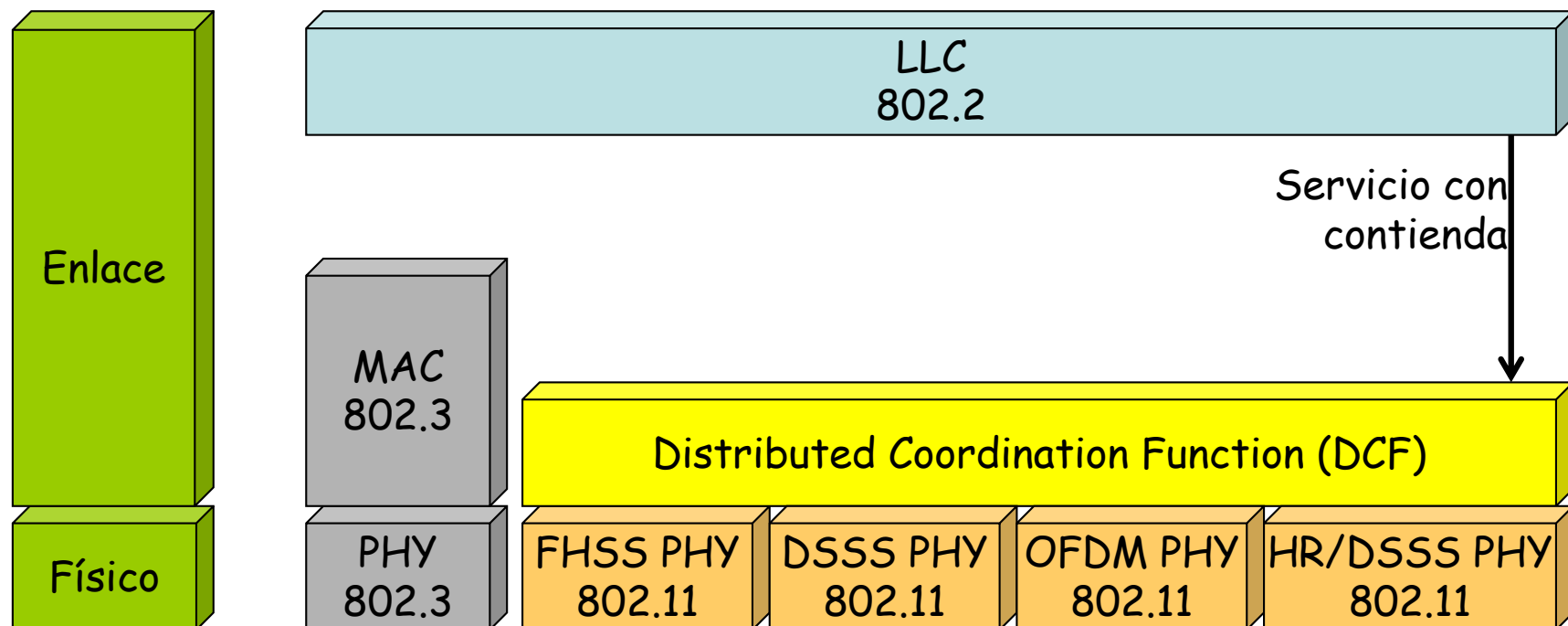
Colisiones

- Puede que dos estaciones transmitan prácticamente al mismo tiempo
- En el receptor ambas señales físicas se suman
- Requiere coordinación
- Esto lo resuelve la capa 2: Control de Acceso al Medio (MAC)



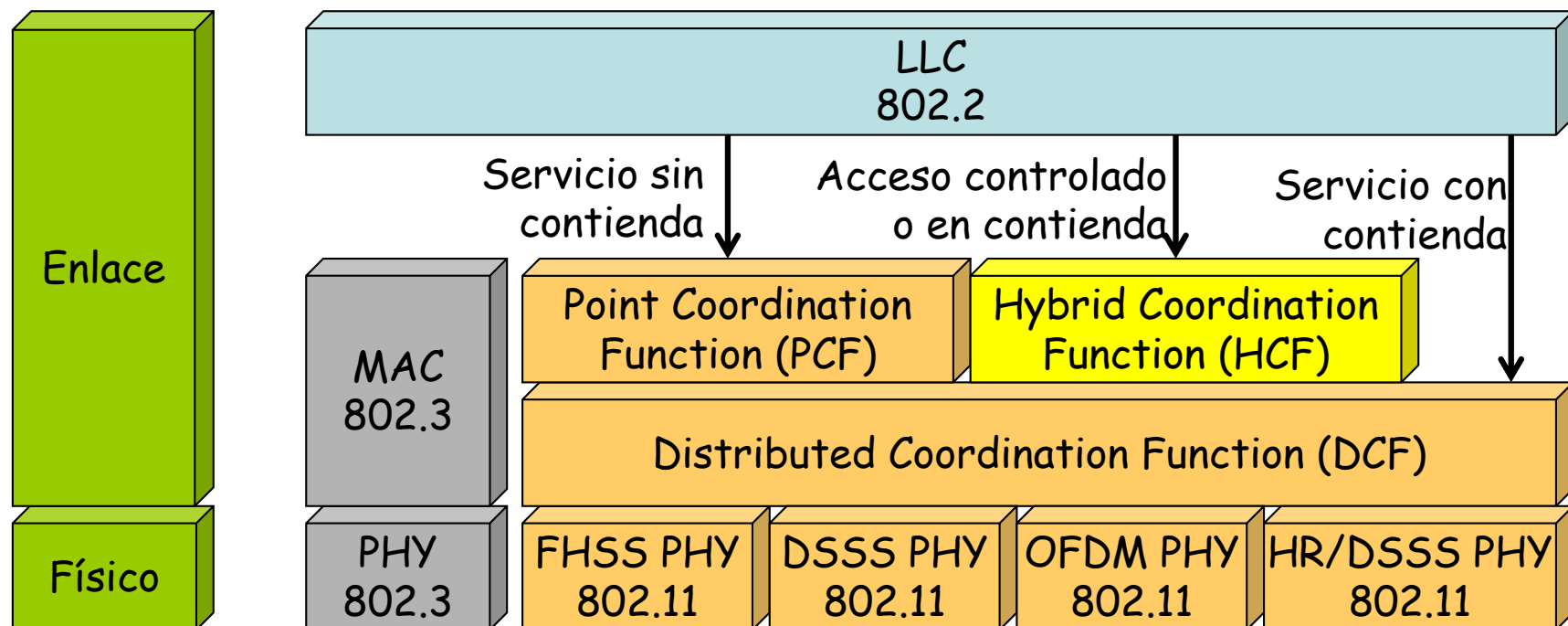
Control de acceso al medio

- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - DCF = *Distributed Coordination Function*
 - CSMA/CA = *Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*
 - *Mandatory*



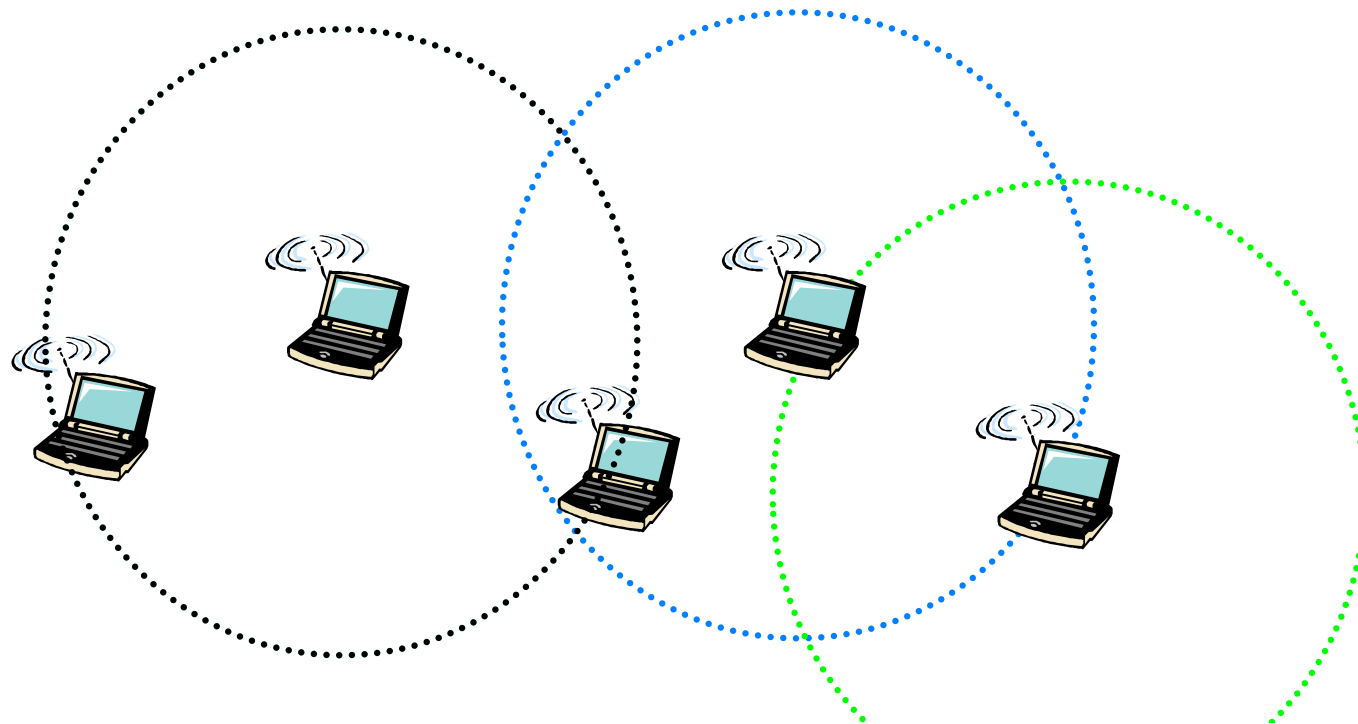
Control de acceso al medio

- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - DCF = *Distributed Coordination Function*
 - PCF, HCF, otros
 - Hay otras técnicas de control de acceso al medio
 - Algunas desde las primeras versiones de 802.11, otras con modificaciones posteriores
 - Pequeñas modificaciones a la trama



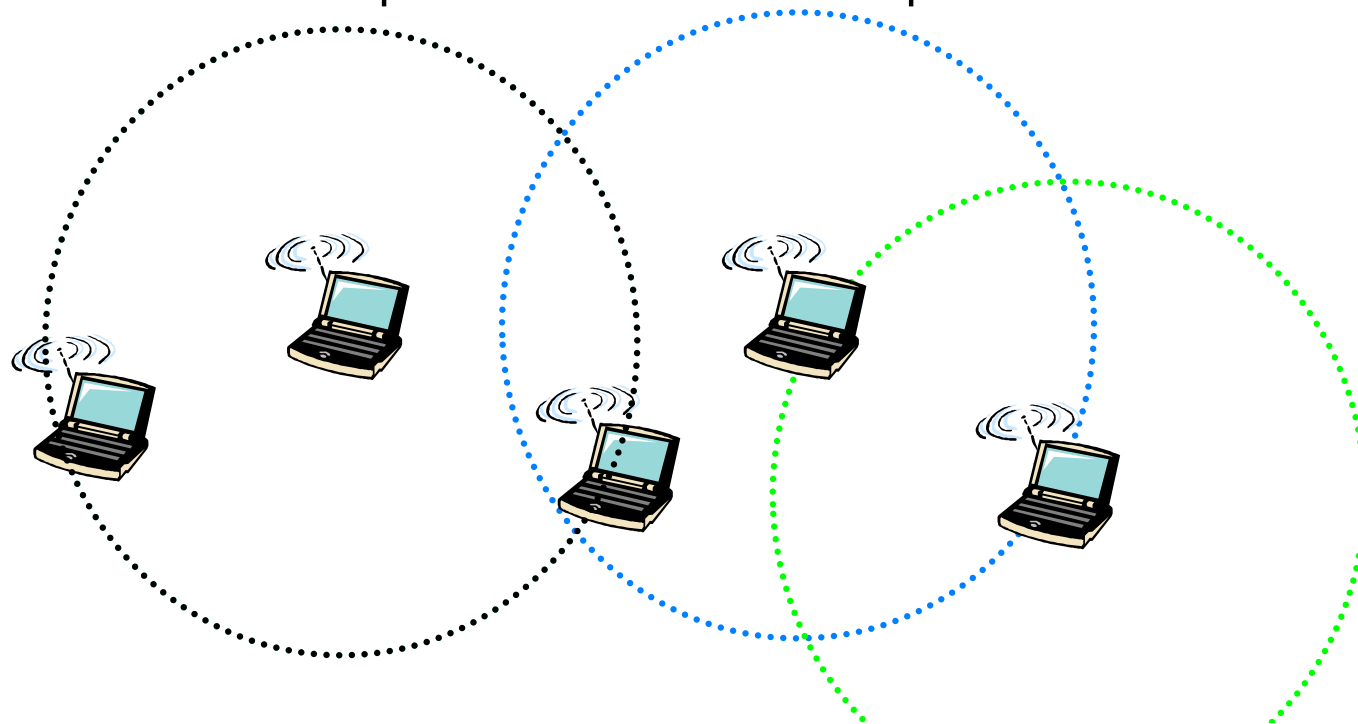
Control de acceso al medio

- IEEE 802.11 (Wi-Fi):
 - DCF = *Distributed Coordination Function*
 - PCF, HCF, otros
- IEEE 802.3 (Ethernet): CSMA/CD (en enlaces half-dúplex)
- Estudiaremos la problemática más adelante



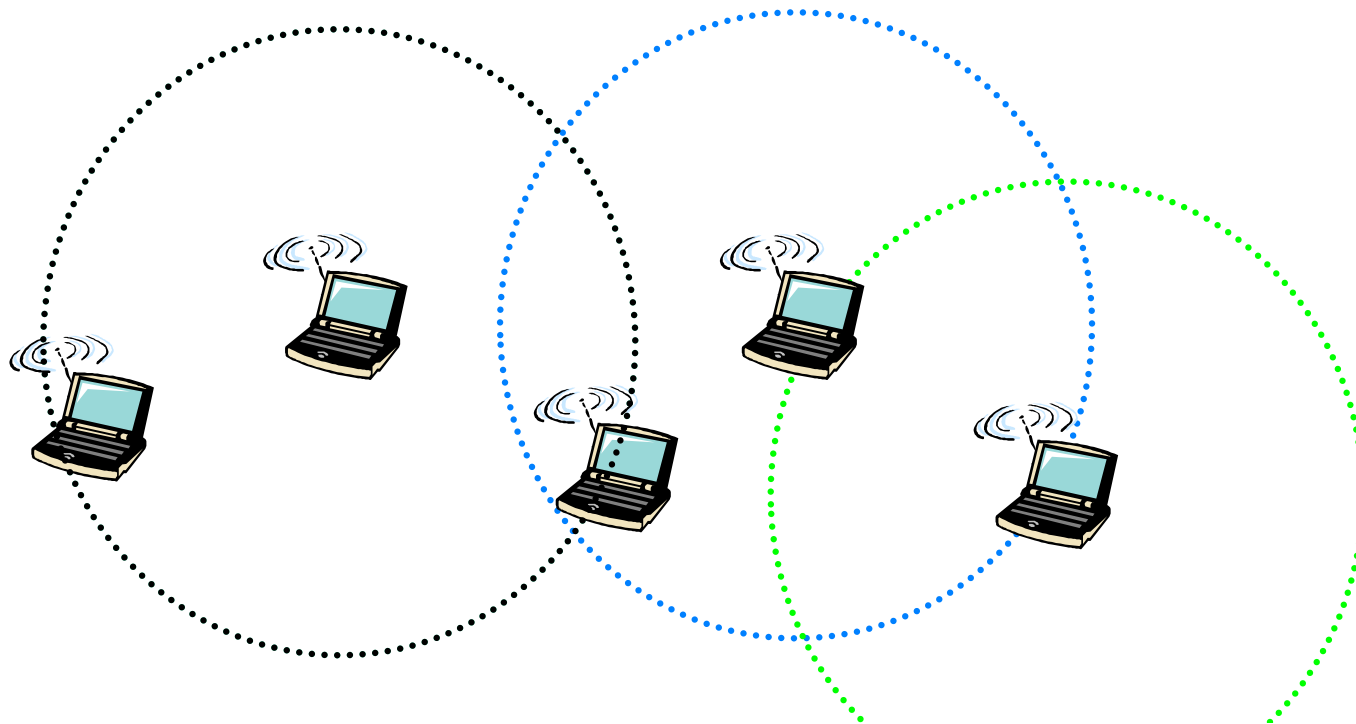
Wireless LANs

- Para el usuario, una WLAN funciona como una Ethernet compartida
- Las direcciones MAC son parte del mismo espacio de direcciones
- MAC 802.11 intenta ofrecer un acceso justo al medio
- Los dispositivos hacen broadcast de la señal de radio
- Un receptor puede estar en el alcance de varios transmisores
- Las estaciones no poseen la capacidad de detectar colisiones
- El transmisor incluye en su transmisión un *Basic Service Set Identifier (BSSID)*
- El receptor usa el BSSID para filtrar las señales que desea recibir



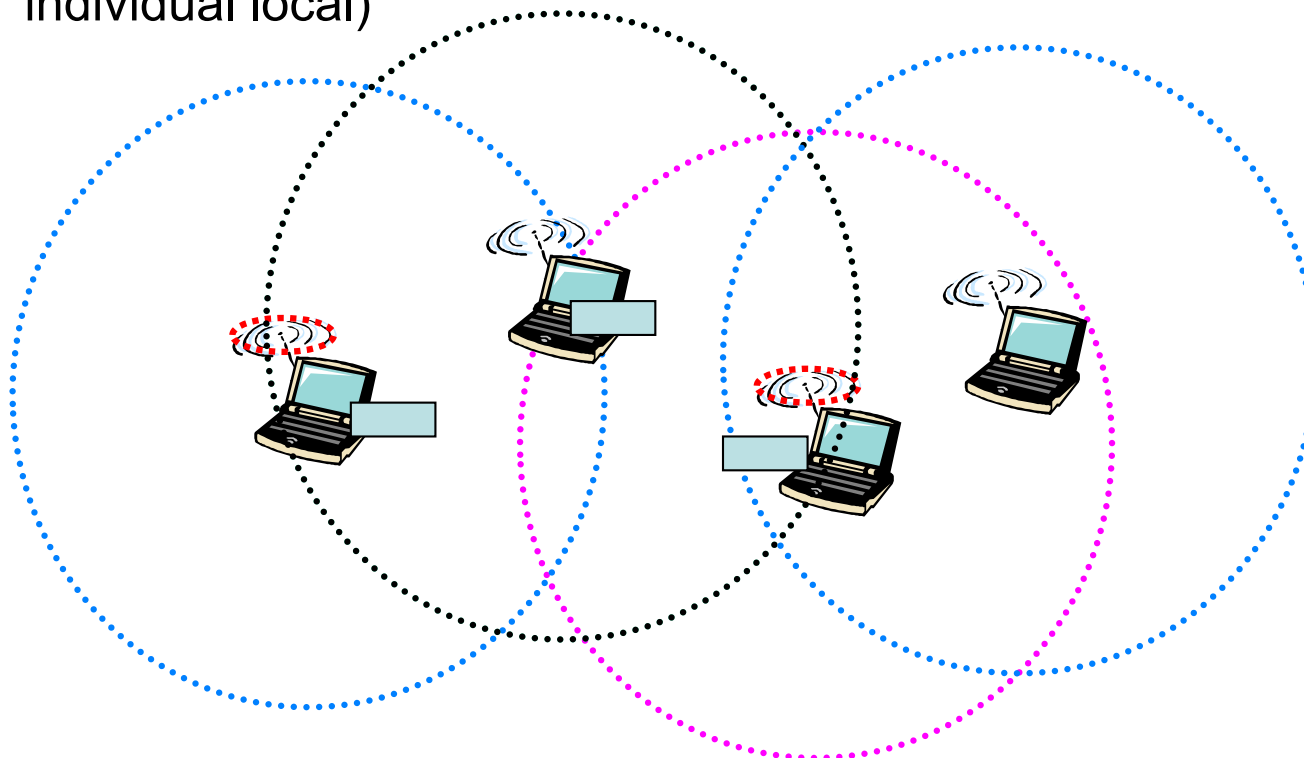
Topologías

- 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



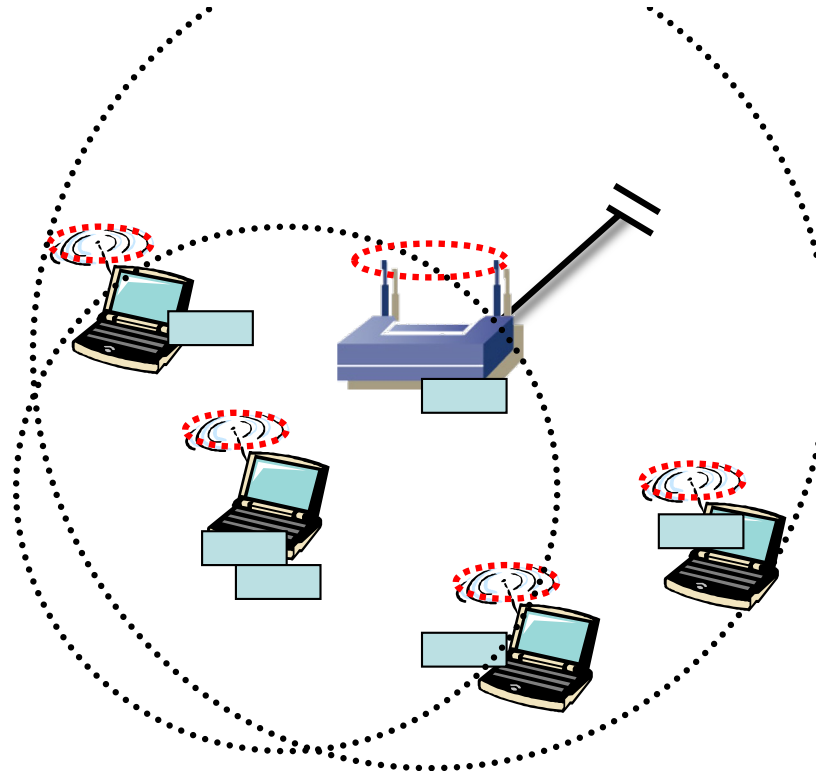
IBSS

- *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 de dirección MAC individual local)



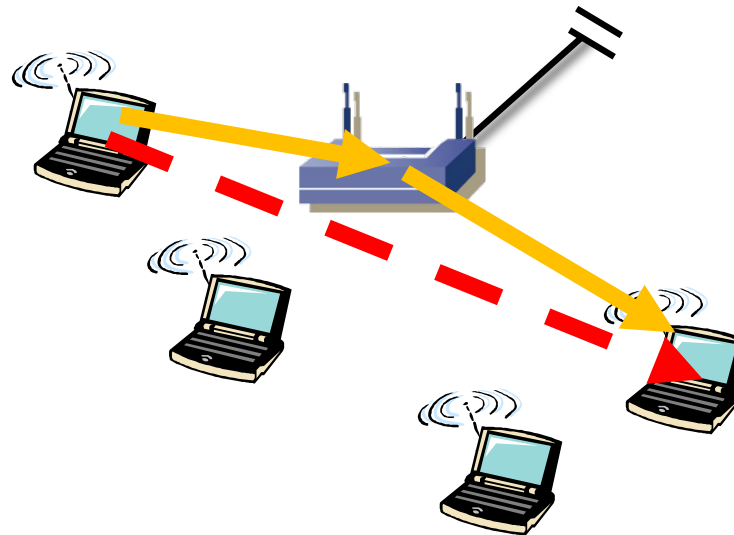
BSS

- *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
- La red cableada y parte de la lógica del AP forman el Sistema de Distribución (*Distribution System*)
- BSSID es la MAC Wi-Fi del AP



BSS

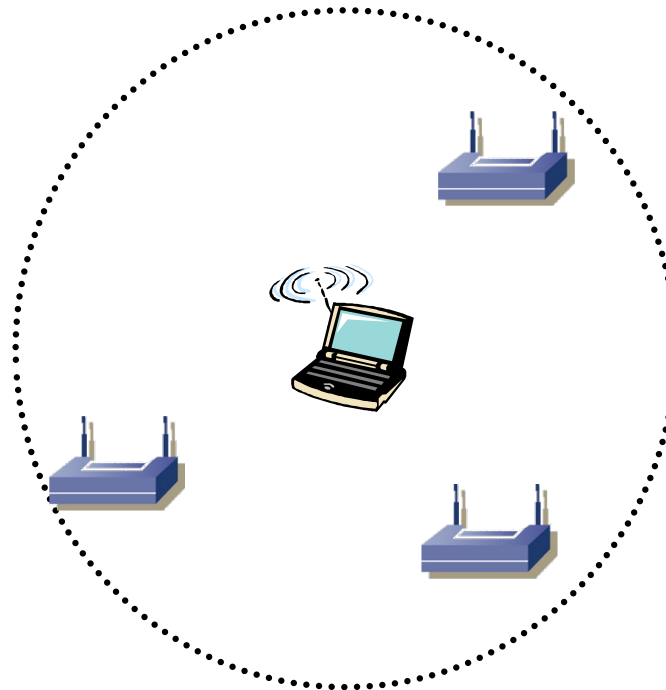
- La comunicación entre dos STAs es a través del AP
- El AP hace *store & forward*
- Habrá 2 tiempos de transmisión de la trama
- Eso es mucho más apreciable que el tiempo de propagación:
 - $100\text{m} @ 3 \times 10^8 \text{m/s} = 0.33 \mu\text{s}$
 - $2000 \text{ bytes} @ 150 \text{Mb/s} = 107 \mu\text{s}$



Unirse a un BSS

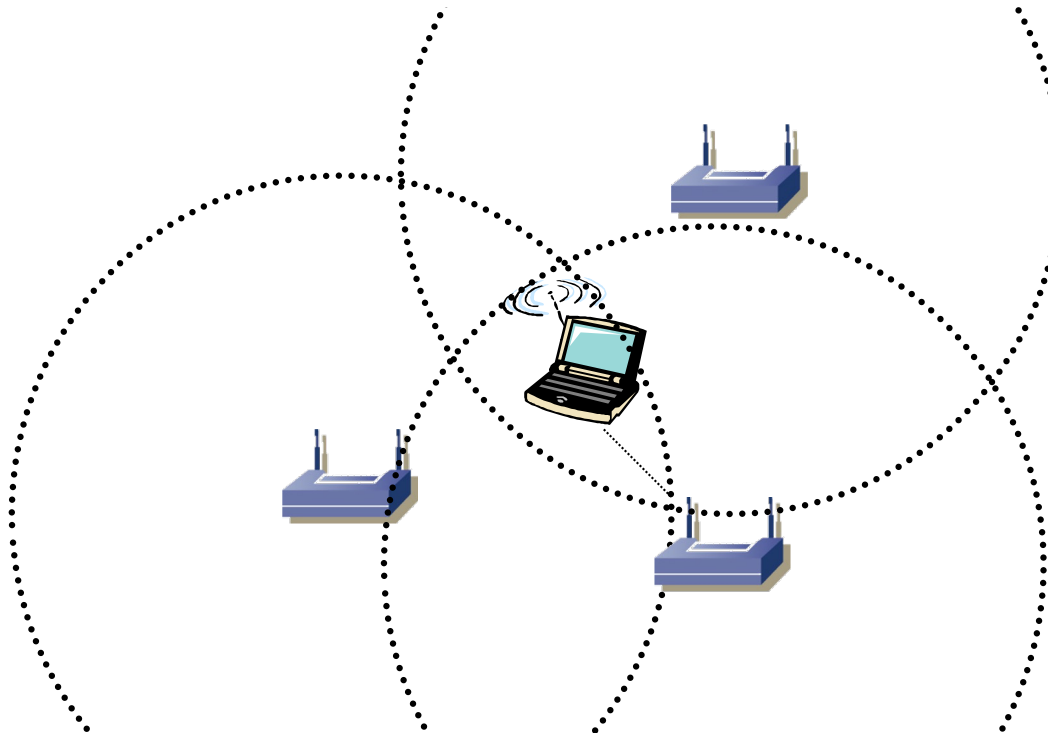
Proceso de sondeo

- 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

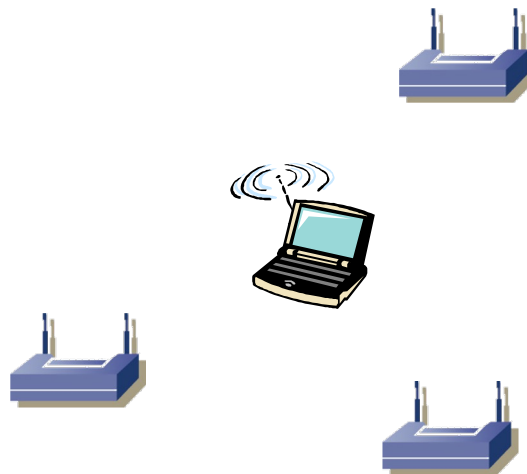
- APs responden (*probe response*) (...)
- El cliente averigua:
 - Potencia de señal con cada uno
 - SSID de cada uno
 - Velocidades soportadas
- Cliente selecciona a cuál asociarse



Unirse a un BSS

Proceso de autenticación

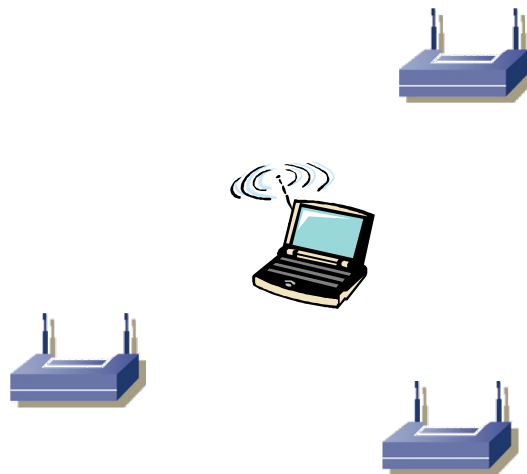
- *[En asignatura sobre seguridad]*



Unirse a un BSS

Proceso de asociación

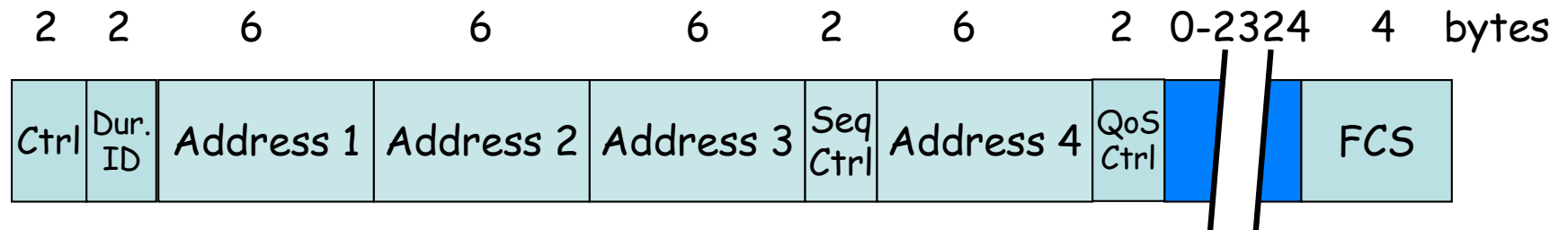
- Cliente envía una trama de solicitud de asociación (*association request*)
- El AP responde (*association response*) con un aceptación o rechazo
- AP asigna un *puerto lógico* al cliente (*AID*, *Association Identifier*)



Tramas 802.11

Formato de las tramas

- Vamos a comentar solo algunos de los campos
- El nivel MAC en 802.11 es bastante más complejo que en 802.3
- Requiere por ello bastante más información de control
- Hay diferentes tipos de tramas
- Comentamos solo las que contienen datos de usuario
- Hay otras de control y administración (probe, asociación, autenticación, etc)



Frame Control field

Protocol Version

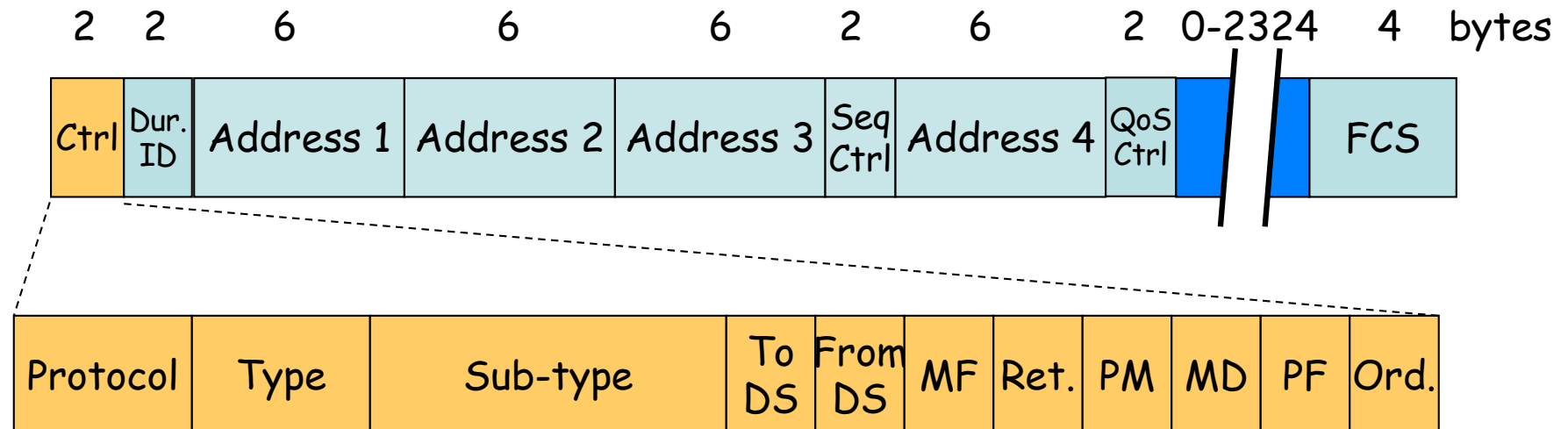
- Versión del 802.11 MAC (hoy hay solo uno de código 0)

Type and Subtype fields

- Tipo de trama
- Hay varias tramas para gestión

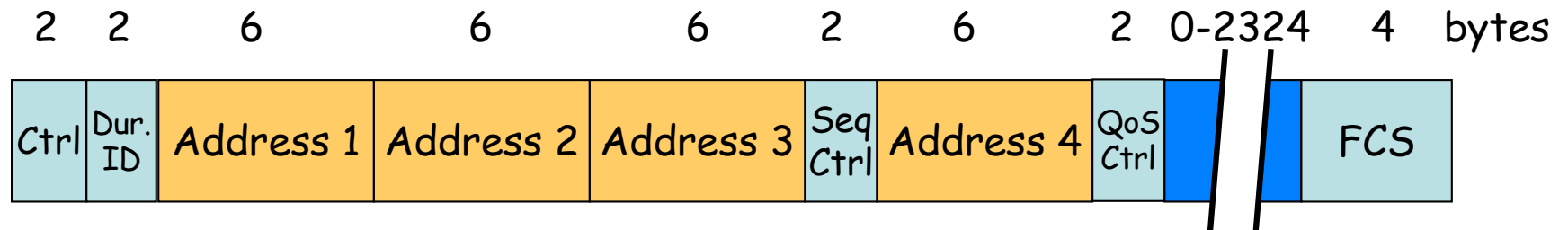
ToDS and FromDS

	ToDS=0	ToDS=1
From DS=0	Tramas de control. Datos en un IBSS	Datos destinados al DS
From DS=1	Datos originados en el DS	Datos en un <i>wireless bridge</i> (no en estándar)



Direcciones

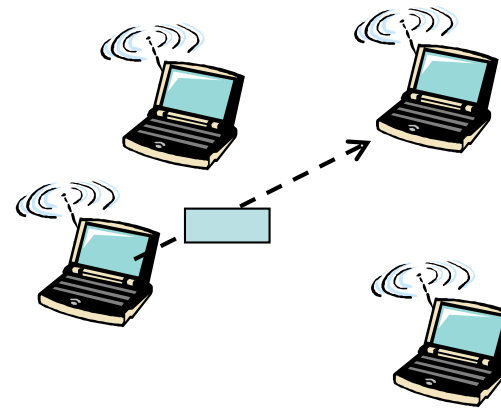
- Hasta 4 direcciones (depende del tipo de trama)
- Mismo espacio de direcciones que 802.3
- *BSSID*: MAC del interfaz Wi-Fi del AP identifica al BSS



Direcciones

IBSS (Ad-hoc)

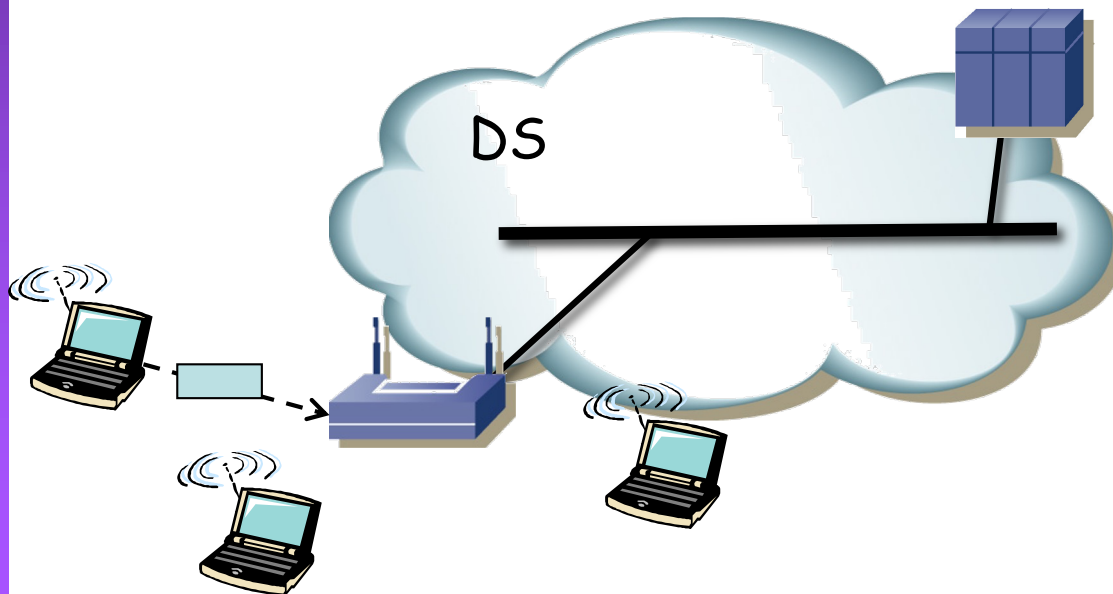
- ToDS = FromDS = 0
- Address 1 (receptor) = Dirección destino
- Address 2 (transmisor) = Dirección origen
- Address 3 = BSSID
- Address 4 = No usada



Direcciones

BSS

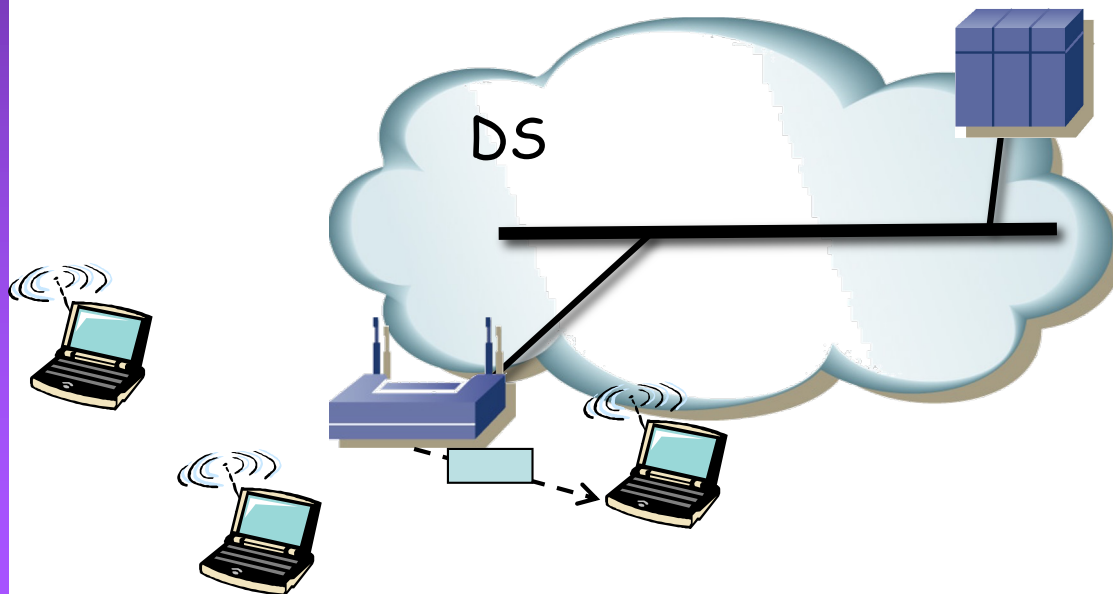
- Hacia el AP (ToDS = 1, FromDS = 0)
 - Address 1 (receptor) = BSSID
 - Address 2 (transmisor) = Dirección origen
 - Address 3 = Dirección destino (MAC estación destino)
 - Address 4 = No usada



Direcciones

BSS

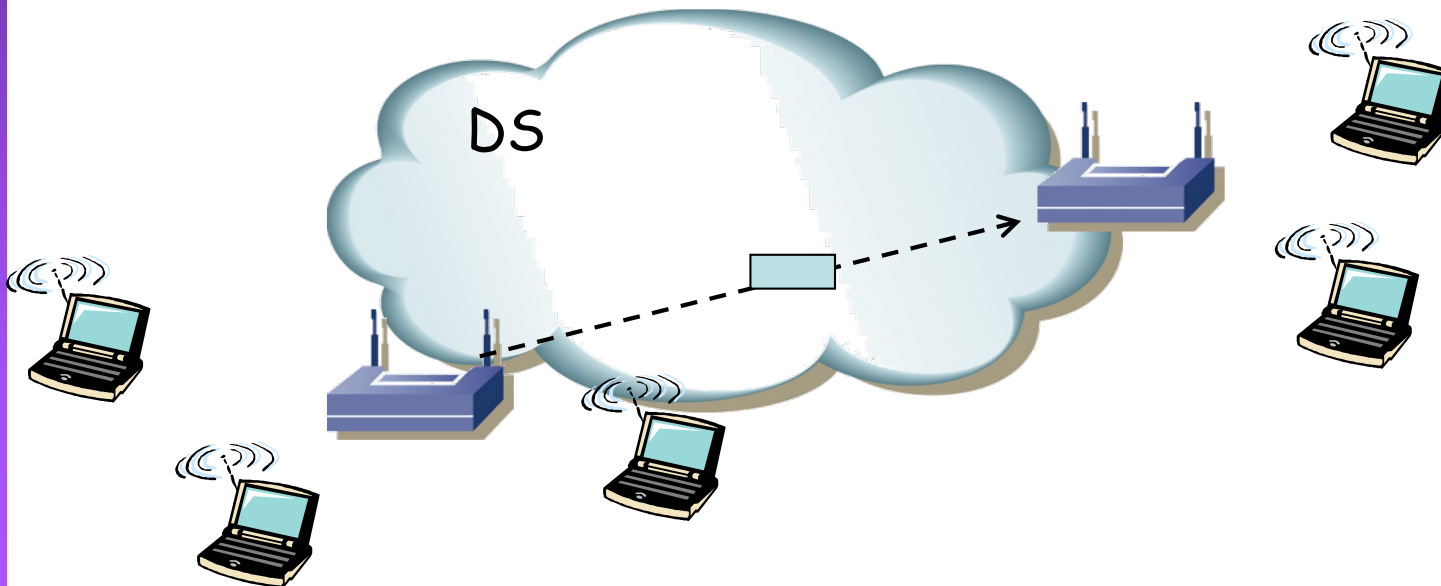
- Desde el AP (ToDS = 0, FromDS = 1)
 - Address 1 (receptor) = Dirección destino
 - Address 2 (transmisor) = BSSID
 - Address 3 = Dirección origen (MAC estación origen)
 - Address 4 = No usada



Direcciones

BSS

- WDS (ToDS = 1, FromDS = 1)
 - Address 1 (receptor) = MAC AP destino
 - Address 2 (transmisor) = MAC AP origen
 - Address 3 = Dirección destino (MAC estación destino)
 - Address 4 = Dirección origen (MAC estación origen)



Direcciones MAC: Ejemplo

```

▶ Frame 1: 134 bytes on wire (1072 bits), 134 bytes captured (1072 bits) on interface 0
▶ Radiotap Header v0, Length 18
▶ 802.11 radio information
▼ IEEE 802.11 Data, Flags: .....T
  Type/Subtype: Data (0x0020)
  ▼ Frame Control Field: 0x0801
    .... ..00 = Version: 0
    .... 10.. = Type: Data frame (2)
    0000 .... = Subtype: 0
    ▼ Flags: 0x01
      .... ..01 = DS status: Frame from STA to DS via an AP (To DS: 1 From DS: 0) (0x1)
      .... .0.. = More Fragments: This is the last fragment
      .... 0... = Retry: Frame is not being retransmitted
      .... 0... = PWR MGT: STA will stay up
      ..0. .... = More Data: No data buffered
      .0.. .... = Protected flag: Data is not protected
      0... .... = Order flag: Not strictly ordered
      000 0000 0011 0100 = Duration: 52 microseconds
      Receiver address: Cisco-Li_92:a8:60 (00:13:10:92:a8:60)
      Destination address: SmcNetwo_54:33:53 (00:13:f7:54:33:53)
      Transmitter address: SmcNetwo_54:32:01 (00:13:f7:54:32:01)
      Source address: SmcNetwo_54:32:01 (00:13:f7:54:32:01)
      BSS Id: Cisco-Li_92:a8:60 (00:13:10:92:a8:60)
      STA address: SmcNetwo_54:32:01 (00:13:f7:54:32:01)
      .... .... 0000 = Fragment number: 0
      1001 1011 0100 .... = Sequence number: 2484
▶ Logical-Link Control
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.100, Dst: 192.168.1.101
▶ Internet Control Message Protocol

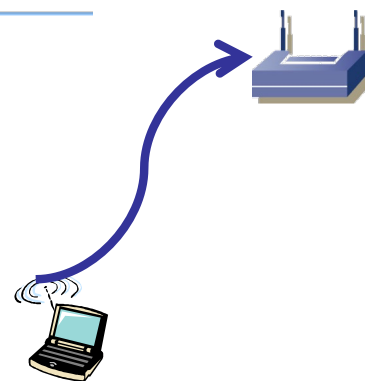
```

En una trama que va de una STA al DS el SSID es la dirección MAC del receptor, ya que es el Access Point

```

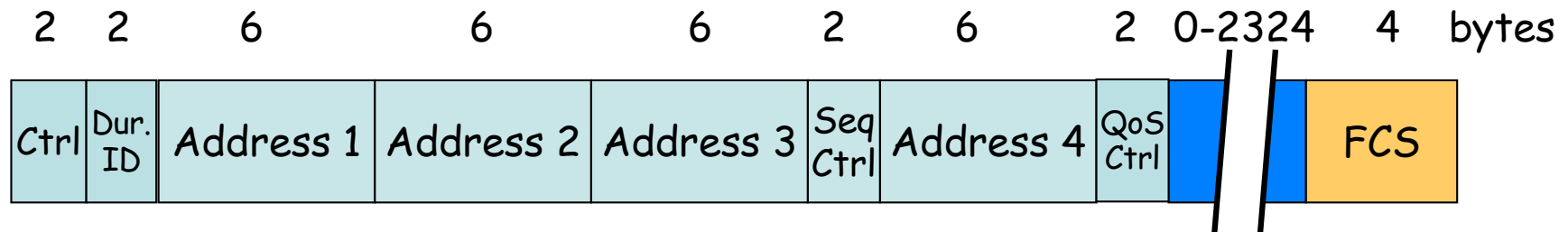
0000 00 00 12 00 2e 48 00 00 00 18 6c 09 c0 00 cc 01 .....H.. ..l.....
0010 00 00 08 01 34 00 00 13 10 92 a8 60 00 13 f7 54 ....4... ..`...T
0020 32 01 00 13 f7 54 33 53 40 9b aa aa 03 00 00 00 2....T3S @.....
0030 08 00 45 00 00 54 c3 8b 40 00 40 01 f3 03 c0 a8 ..E..T.. @.@.....
0040 01 64 c0 a8 01 65 08 00 99 b0 09 9a 02 1f 2f 61 .d...e.. ....../a
0050 f0 59 00 00 00 00 6a 08 0a 00 00 00 00 00 10 11 .Y....j. ....
0060 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 ..... !
0070 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 "#$%&'()*+,-./01
0080 32 33 34 35 36 37 234567

```



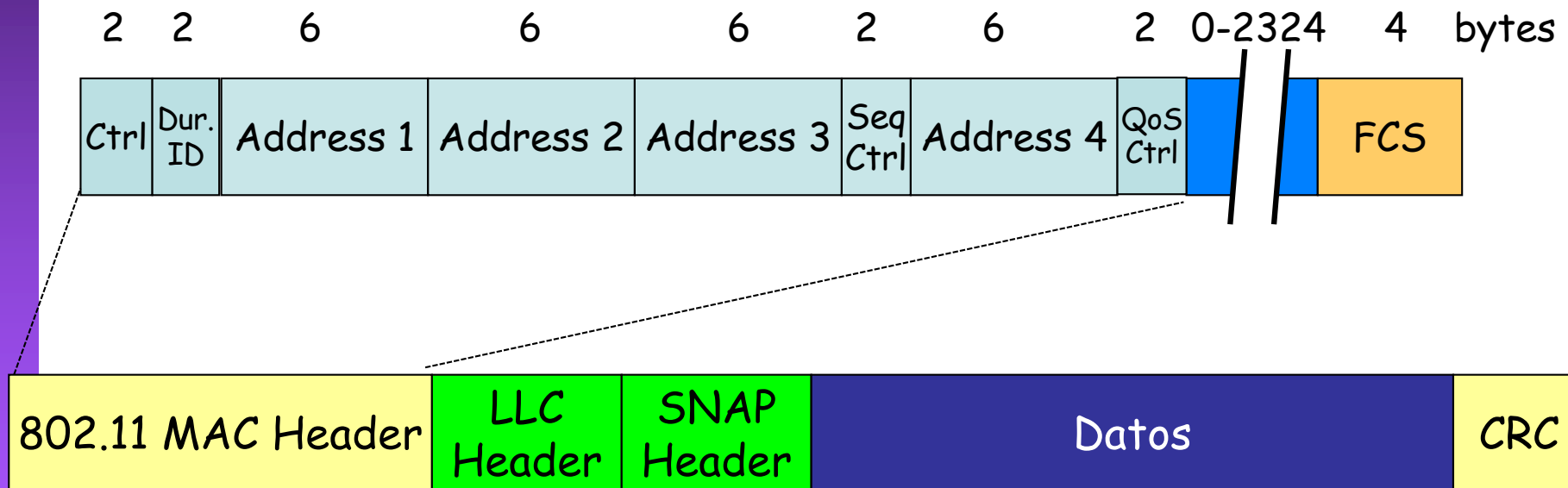
FCS

- Cyclic Redundancy Check (CRC)
- Mismo método que en 802.3
- Como cambia la cabecera debe recalcularlo el AP



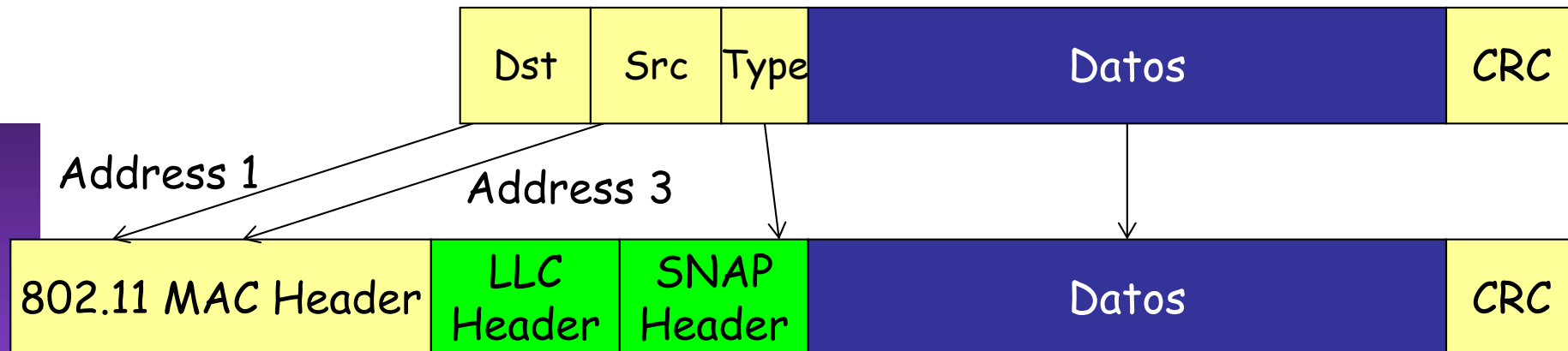
Encapsulado

- Emplea LLC/SNAP
- Para paquetes IP: RFC 1042



DS Ethernet

- Bridge DS → BSS



Address 2
BSSID

