

# Capítulo 6 Redes inalámbricas y móviles

*Redes de computadores  
Bloque 3*



*Redes de computadores: Un enfoque descendente, 5ª edición.*  
Jim Kurose, Keith Ross  
Pearson Educación, 2010.

## A note on the use of these ppt slides:

We're making these slides freely available to all (faculty, students, readers). They're in PowerPoint form so you can add, modify, and delete slides (including this one) and slide content to suit your needs. They obviously represent a *lot* of work on our part. In return for use, we only ask the following:

- ❖ If you use these slides (e.g., in a class) in substantially unaltered form, that you mention their source (after all, we'd like people to use our book!)
- ❖ If you post any slides in substantially unaltered form on a www site, that you note that they are adapted from (or perhaps identical to) our slides, and note our copyright of this material.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

All material copyright 1996-2010  
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved

Redes inalámbricas y móviles 6-1

## Capítulo 6: Redes inalámbricas y móviles

### Escenario:

- ❖ Hay un mayor número de usuarios de móviles que de líneas fijas
- ❖ Hay más dispositivos móviles conectados a Internet que dispositivos fijos
  - portátiles, móviles inteligentes, tabletas, etc.
- ❖ Dos importantes retos, aunque diferentes
  - *inalámbrico*: comunicación sobre enlaces inalámbricos
  - *movilidad*: control del usuario que cambia de punto

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Índice

## 6.1 Introducción

### Inalámbrico

#### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

#### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

#### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

### Movilidad

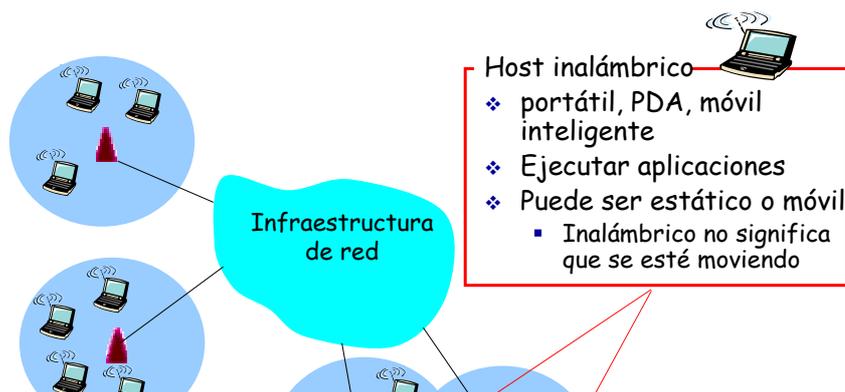
#### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

#### 6.6 IP móvil

#### 6.7 Resumen

Redes inalámbricas y móviles 6-3

## Elementos de una red inalámbrica (I)



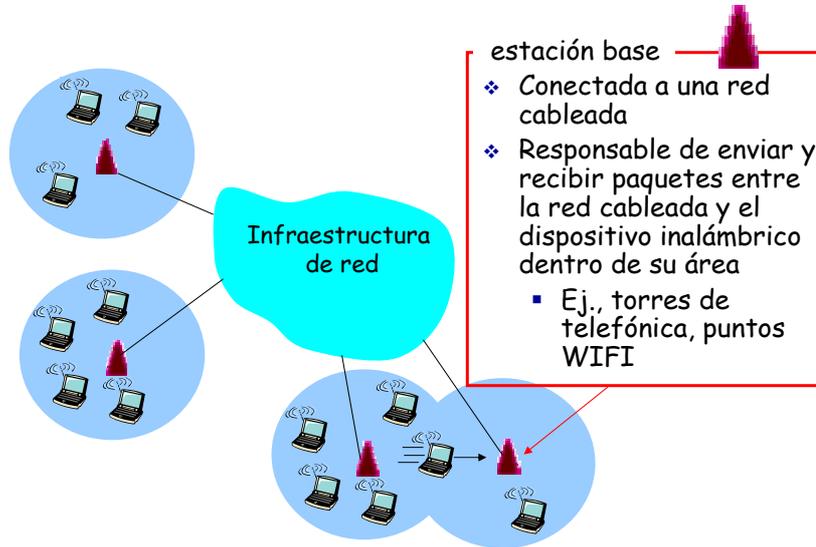
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

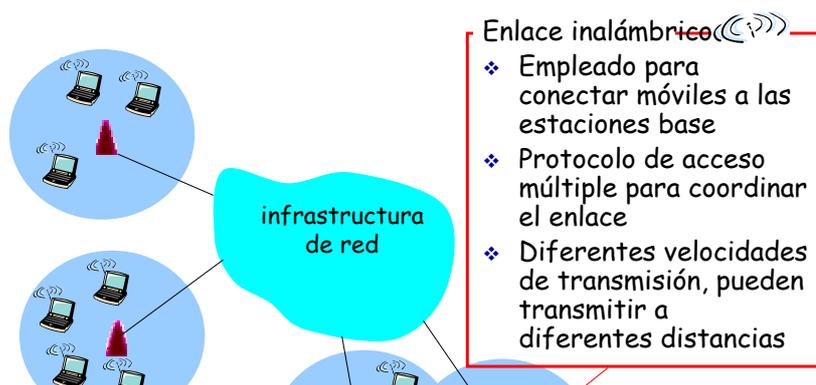
Cartagena99

## Elementos de una red inalámbrica (II)



Redes inalámbricas y móviles 6-5

## Elementos de una red inalámbrica (III)



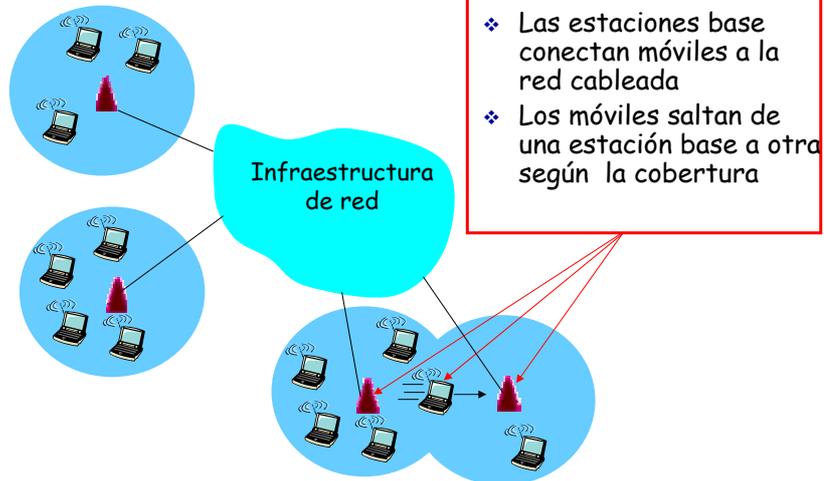
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

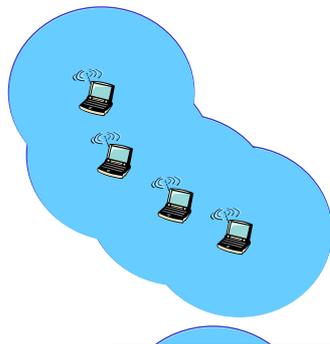
Cartagena99

## Elementos de una red inalámbrica (IV)



Redes inalámbricas y móviles 6-7

## Elementos de una red inalámbrica (V)



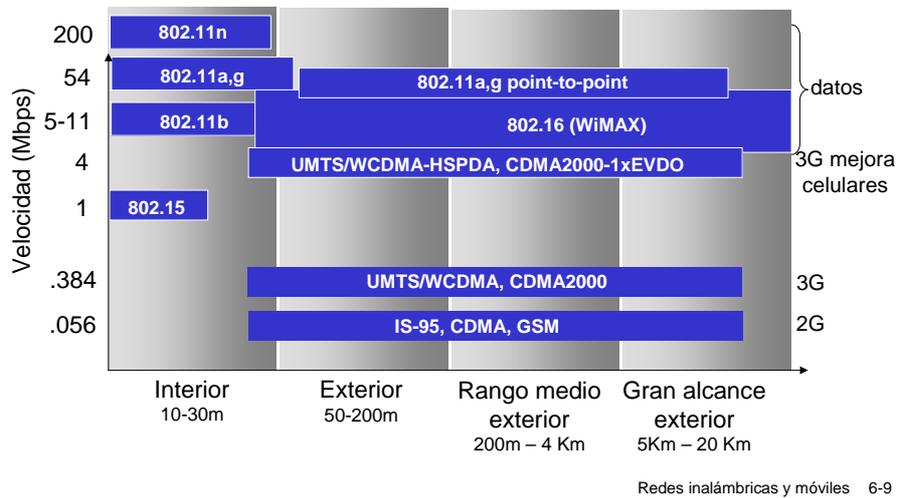
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Características de los estándares inalámbricos seleccionados



## Clasificación de las redes inalámbricas

	Único salto	Múltiples saltos
infraestructura (e.j. APs)	hosts conectados a estaciones base (WiFi, WiMAX, celular) que se conectan a redes de mayor tamaño internet	host tiene que saltar por nodos inalámbricos para conectarse a Internet redes de malla
Sin infraestructura	Ni estación base, ni conexión a redes de Internet (Bluetooth,	Ni estación base, ni conexión a redes de Internet. Pueden tener que retransmitir a través de otras redes

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

## Clasificación de las redes inalámbricas

	Único salto	Múltiples saltos
infraestructura (ej, APs)	hosts conectados a estaciones base (WiFi, WiMAX, celular) que se conectan a redes de mayor tamaño internet	host tiene que saltar por nodos inalámbricos para conectarse a internet redes de malla
infraestructura	conexión a redes de Internet (Bluetooth, Redes ad hoc)	Ni estación base, ni conexión a redes de Internet. Pueden tener que retransmitir a través de otros nodos MANET, VANET

Redes inalámbricas y móviles 6-11

## Índice

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrico

### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

#### Movilidad

### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

### 6.6 TP móvil

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Características de las redes inalámbricas (I)

Diferentes de las redes cableadas....

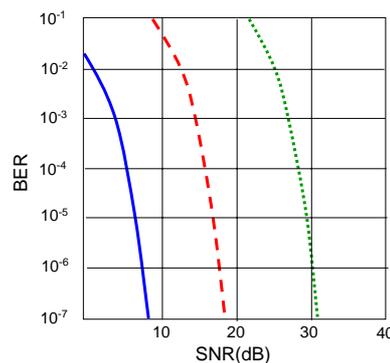
- **Decrece la fuerza de la señal:** la señal de radio se atenúa al cruzar la materia (pérdida de propagación)
- **Interferencia de otros orígenes:** las frecuencias estandarizadas para redes (ej., 2.4 GHz) se comparten por otros dispositivos (ej., móviles); el ruido electromagnético también influye
- **Propagación multicamino:** las señales de radio se reflejan en los objetos y hace que lleguen al receptor por caminos de diferentes longitudes

.... El hacer la comunicación inalámbrica es mucho más difícil, incluso si fuese punto a punto.

Redes inalámbricas y móviles 6-13

## Características de las redes inalámbricas (II)

- ❖ SNR: relación señal-ruido
  - Un mayor SNR facilita separar la señal del ruido
- ❖ **compromiso entre SNR y BER**
  - **Dada una capa física:** incrementar potencia → incrementa SNR → se reduce BER (tasa de errores de bit)
  - **Para un SNR dado:** elegir la capa física que satisfaga los requisitos de BER y se obtenga un mayor



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

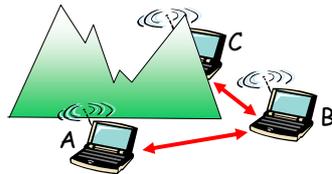
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

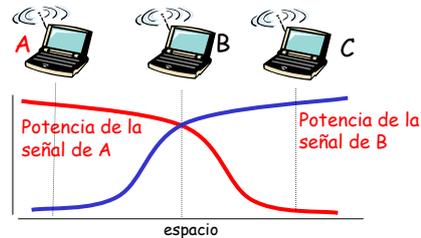
## Características de las redes inalámbricas (III)

La existencia de múltiples emisores y receptores crea nuevos problemas (no solamente el acceso múltiple):



Problema de terminal oculto

- ❖ B, A se escuchan entre sí
- ❖ B, C se escuchan entre sí
- ❖ A, C no se escuchan entre sí lo que hace que A, C no se den cuenta de su mutua interferencia en B



Atenuación de la señal:

- ❖ B, A se escuchan entre sí
- ❖ B, C se escuchan entre sí
- ❖ A, C no se escuchan interfiriéndose entre sí con B

Redes inalámbricas y móviles 6-15

## Acceso múltiple por división de código (CDMA)

- ❖ Empleada en varios estándares para canales de difusión inalámbricos (celular, satélite, etc)
- ❖ Se asigna un único código a cada usuario: reparto del canal por código
- ❖ Todos los usuarios comparten la frecuencia pero cada usuario tiene su propio código para codificar los datos
- ❖ *Codificado de la señal* = (datos originales) x (código)
- ❖ *Descodificación*: (señal codificada) x (código) y se

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

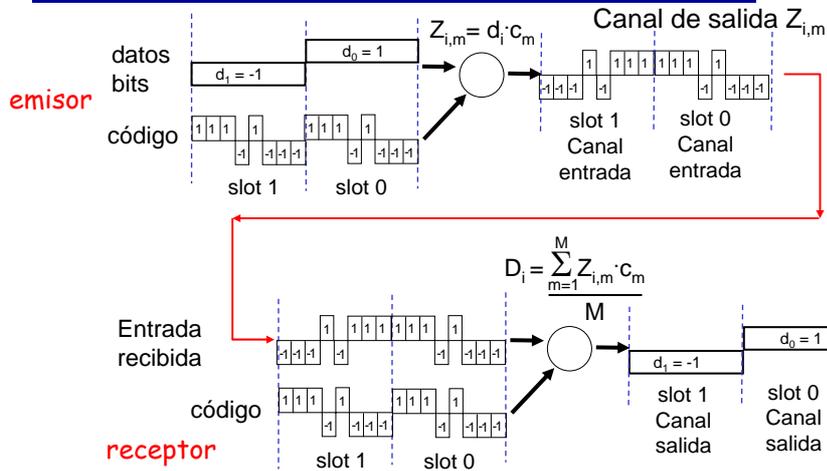
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# CDMA

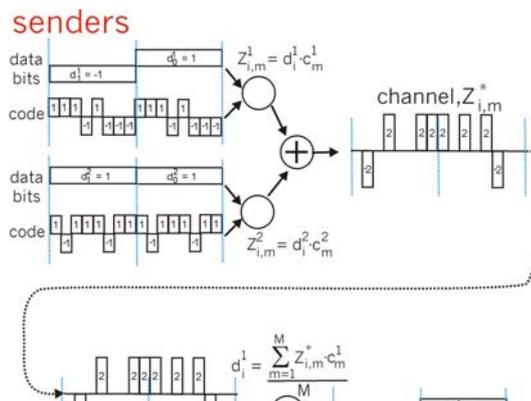
## Codificación/Descodificación



Nota: representamos el bit 0 como -1.

Redes inalámbricas y móviles 6-17

## CDMA: interferencia de dos emisores



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Índice

### 6.1 Introducción

### Inalámbrico

### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

### Movilidad

### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

### 6.7 Resumen

Redes inalámbricas y móviles 6-19

## LAN inalámbrica IEEE 802.11

- ❖ **802.11b**
  - 2.4-5 GHz espectro libre
  - Hasta 11 Mbps
- ❖ **802.11a**
  - Rango 5-6 GHz
  - Hasta 54 Mbps
- ❖ **802.11g**
  - Rango 2.4-5 GHz
  - Hasta 54 Mbps
- ❖ **802.11n**: múltiples antenas
  - Rango 2.4-5 GHz
  - Hasta 200 Mbps

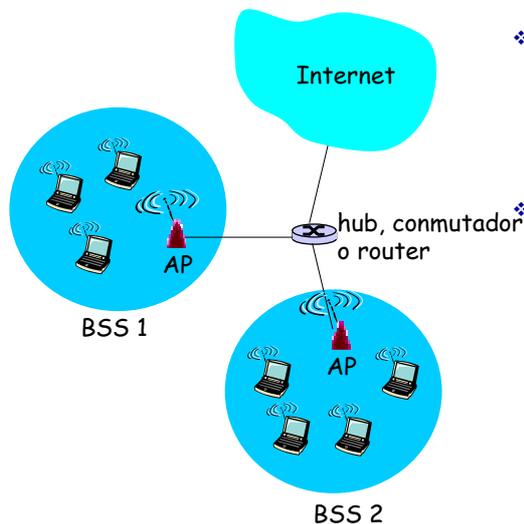
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Arquitectura LAN 802.11



- ❖ El host inalámbrico se comunica con la estación base
  - Estación base = punto de acceso (AP)
- ❖ Conjunto Básico de Servicios (BSS) ("celda") en modo infraestructura:
  - Hosts inalámbricos
  - Puntos de acceso (AP): estaciones base
  - Modo ad hoc: sólo hosts

Redes inalámbricas y móviles 6-21

## 802.11: canales, asociación

- ❖ 802.11b: 2.4GHz-2.485GHz dividen el espectro en 11 canales parcialmente solapados a diferentes frecuencias (dos canales separados por cuatro o más canales no están solapados)
  - El administrador de AP elige la frecuencia para los AP
  - Posible interferencia: el canal puede ser el mismo que los AP adyacentes
- ❖ host: debe *asociarse* con un AP
  - Busca canales, busca tramas de baliza que contendrán el nombre (SSID) del AP y su dirección MAC

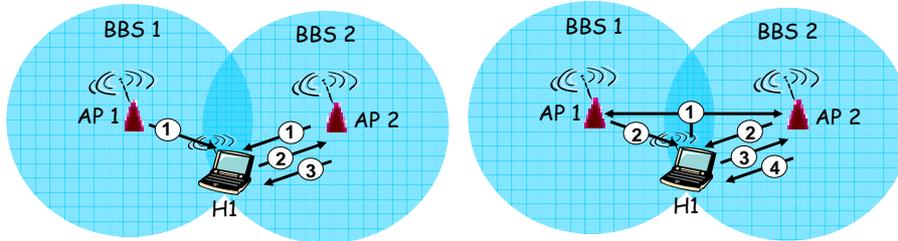
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## 802.11: exploración pasiva/activa



### Exploración pasiva:

- (1) APs envían tramas de baliza
- (2) Envía Trama de Solicitud de Asociación: desde H1 al AP elegido
- (3) Envía trama de Respuesta de Asociación: desde el AP elegido a H1

### Exploración activa:

- (1) Difusión desde H1 de una trama de solicitud de sondeo
- (2) Envío de tramas de sondeo desde los APs
- (3) Envía Trama de Solicitud de Asociación: desde H1 al AP elegido
- (4) Envía trama de Respuesta de Asociación: desde el AP elegido a H1

Redes inalámbricas y móviles 6-23

## IEEE 802.11: acceso múltiple

- ❖ Evita colisiones: 2 ó más nodos transmitiendo a la vez
- ❖ 802.11: CSMA - sondea antes de transmitir
  - No colisiona con transmisiones de otros nodos
- ❖ 802.11: *sin detección de colisión*
  - Dificultad al recibir (sondear colisiones) cuando se transmite debido a la debilidad de las señales (atenuación)
  - No puede sondear todas las colisiones: terminales ocultos, atenuación
  - Objetivo: **evitar colisiones**: CSMA/C(ollision)A(voidance)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Protocolo MAC IEEE 802.11: CSMA/CA

### 802.11 emisor

1 si el canal está libre tras **DIFS** entonces

Transmite la trama completa (no CD)

2 si el canal está ocupado

Elige un valor de espera aleatorio

Comienza una cuenta atrás con ese valor mientras detecta el canal inactivo

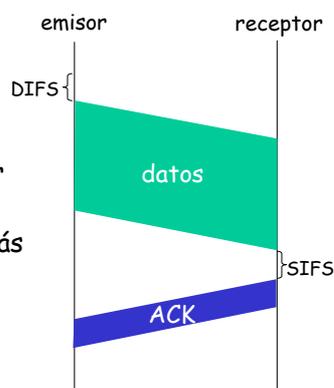
Transmite cuando termina la cuenta atrás

Si no llega ACK, incrementa el valor de espera y vuelve al paso 2

### 802.11 receptor

- Si la trama se recibe OK

devuelve ACK tras **SIFS** (se requiere ACK debido a los problemas de terminal oculto)



Redes inalámbricas y móviles 6-25

## Evitando colisiones (una mejora)

*Idea:* permitir al emisor reservar el canal (mejor que un acceso aleatorio de las tramas de datos). Con ello se evitarían las colisiones debidas a grandes tramas de datos

- ❖ El emisor transmite pequeños paquetes de solicitud de transmisión (RTS) al AP usando CSMA
  - RTSs pueden colisionar con otros pero son pequeñas
- ❖ AP difunde CTS ("tienes permiso para enviar") en respuesta al RTS
- ❖ CTS lo escuchan todos los nodos, así que...
  - El emisor transmite la trama
  - Otros emisores diferir el envío

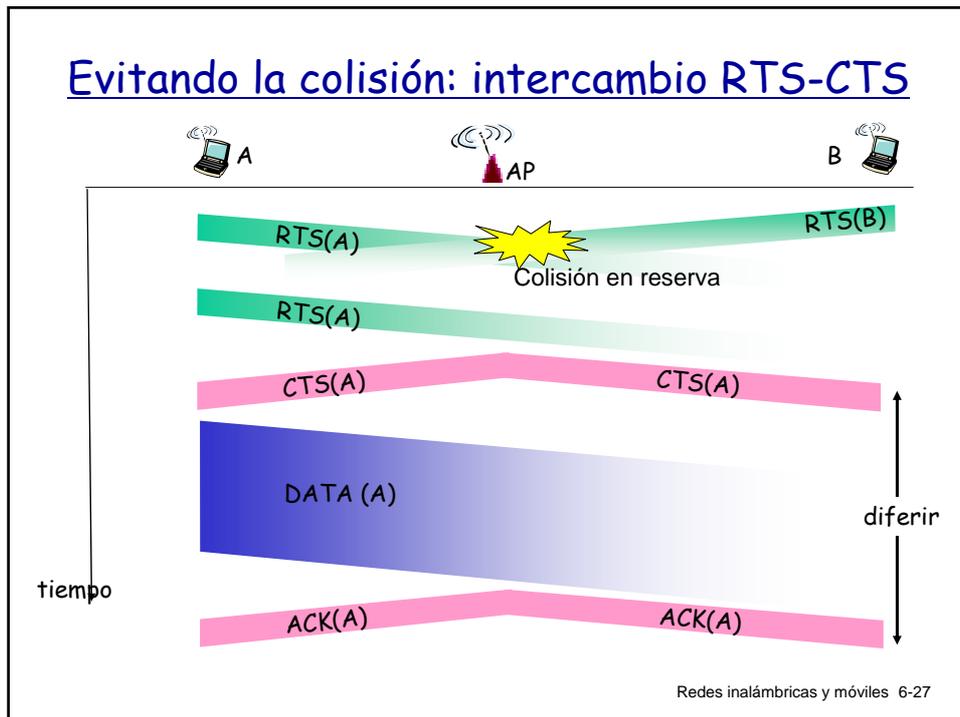
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Evitando la colisión: intercambio RTS-CTS



## Trama 802.11 : direccionamiento



Dirección 1: dirección MAC del host inalámbrico o del AP que recibirán la trama

Dirección 2: dirección MAC

Dirección 3: dirección MAC del router al que el AP está asociado

Dirección 4: sólo se emplea en el modo ad hoc

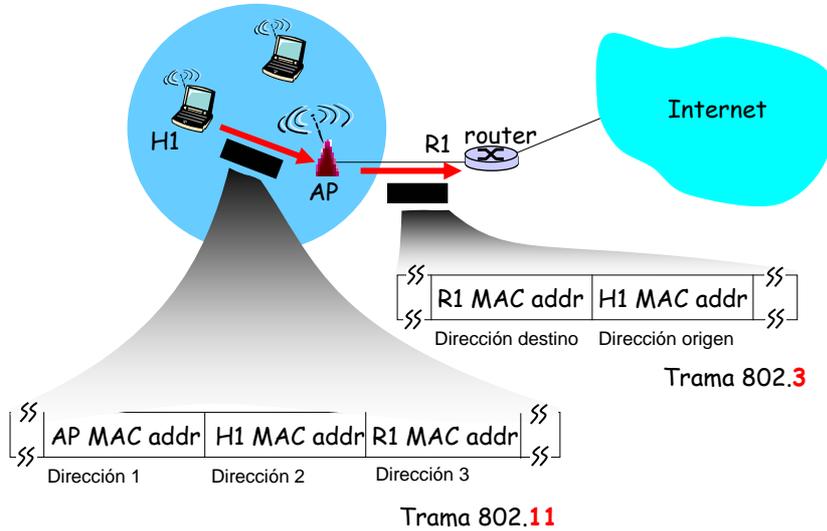
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

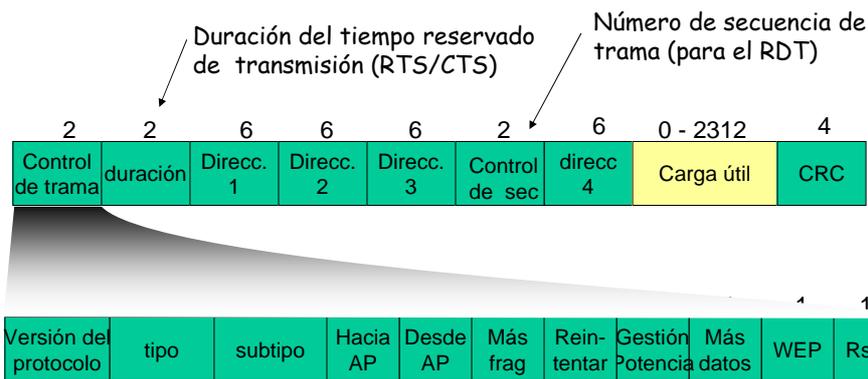
Cartagena99

## Trama 802.11 : direccionamiento



Redes inalámbricas y móviles 6-29

## Trama 802.11: más cosas



Cartagena99

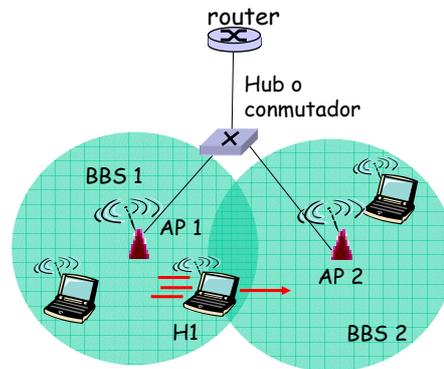
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## 802.11: movilidad dentro de la misma subred

- ❖ H1 permanece en la misma subred IP: la dirección IP puede seguir siendo la misma
- ❖ conmutador: ¿qué AP se asocia con H1?
  - Autoaprendizaje: el conmutador ve la trama de H1 y "recuerda" el puerto para alcanzar H1. Al moverse H1 a AP2, éste lanza un mensaje de difusión que actualiza la tabla del conmutador.

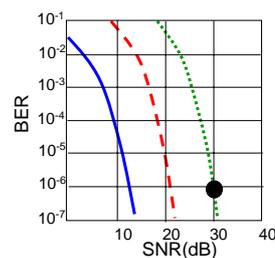


Redes inalámbricas y móviles 6-31

## 802.11: funciones avanzadas

### *Adaptación de la velocidad*

- ❖ La estación base y el dispositivo móvil cambian dinámicamente la velocidad de transmisión (técnica de modulación de la capa física) según se mueva el dispositivo, SNR cambia



1. SNR disminuye, BER aumenta al distanciarse el dispositivo de la estación base

..... QAM256 (8 Mbps)

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

## 802.11: funciones avanzadas

### *Gestión de la potencia*

- ❖ Nodo-al-AP: "paso a dormir hasta la siguiente trama de baliza"
  - AP sabe que no debe transmitir tramas a ese nodo
  - El nodo se despierta antes de la siguiente trama de baliza
- ❖ Trama de baliza: contiene la lista de tramas para ser enviadas a los dispositivos desde el AP
  - El nodo volverá a dormirse hasta la siguiente trama de baliza si no hay tramas para ser enviadas. En otro caso, solicitará que se le envíen las tramas.

Redes inalámbricas y móviles 6-33

## Índice

6.1 Introducción

Inalámbrico

6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

Movilidad

6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

6.6 IP móvil

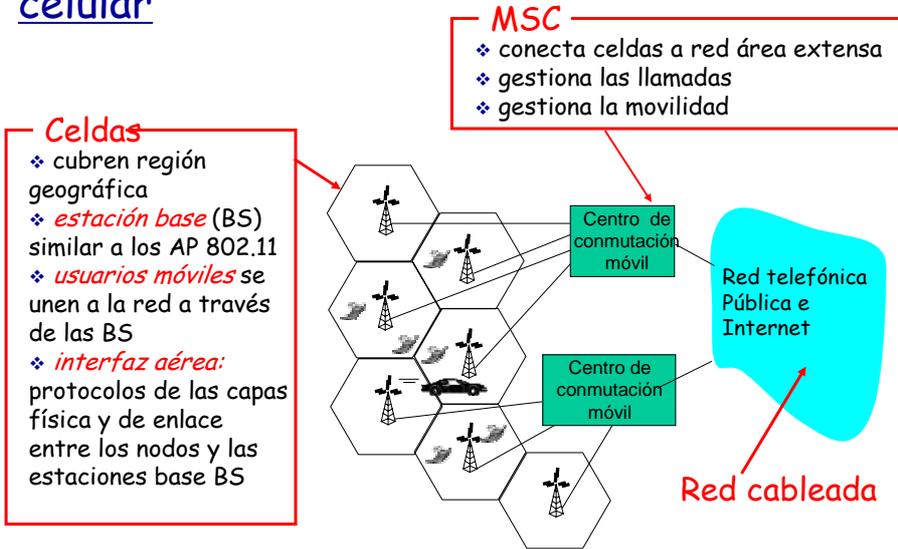
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Componentes de una arquitectura de red celular

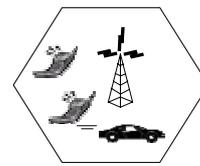


Redes inalámbricas y móviles 6-35

## Redes celulares: el primer salto

Dos técnicas para compartir el espectro de radio entre los móviles y las BS

- ❖ **FDMA/TDMA combinada:** divide el espectro en bandas de frecuencia y cada banda en franjas de tiempo



Franjas de tiempo

Bandas de frecuencia



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

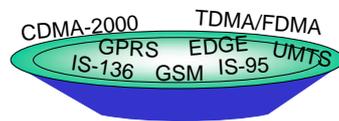
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Estándares celulares : resumen

### Sistemas 2G: canales de voz

- ❖ IS-136 TDMA: FDMA/TDMA combinada (USA)
- ❖ GSM (global system for mobile communications): FDMA/TDMA combinada
  - El más ampliamente desplegado
- ❖ IS-95 CDMA: acceso múltiple por división en el código



Redes inalámbricas y móviles 6-37

## Estándares celulares: resumen

### Sistemas 2.5 G: canales de voz y datos

- ❖ Para los que no podían esperar al 3G: 2G extendido
- ❖ Servicio general de paquetes de radio (GPRS)
  - Evoluciona del GSM
  - Los datos se envía por múltiples canales (si están disponibles)
- ❖ Mejora la velocidad de datos para evolución global (EDGE)
  - También parte de GSM, emplea modulación mejorada

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Estándares celulares: resumen

### Sistemas 3G: voz y datos

#### ❖ Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS)

- Servicio de datos : Acceso de alta velocidad a paquetes tanto en subida como en bajada (HSDPA/HSUPA): 3 Mbps

#### ❖ CDMA-2000: CDMA en ranuras TDMA

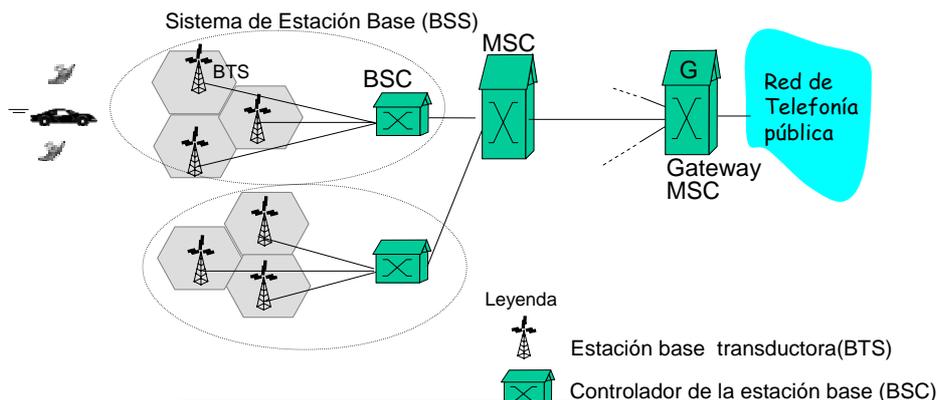
- Servicio de datos: 1xEvolution Data Optimized (1xEVDO) hasta 14 Mbps

### LTE, LTE Advanced, 4G: voz y datos

No compatible con 3G. Mayores velocidades de subida y de bajada (292 Mbps de bajada y 71 Mbps de subida)

Redes inalámbricas y móviles 6-39

## Arquitectura de red 2G (voz)



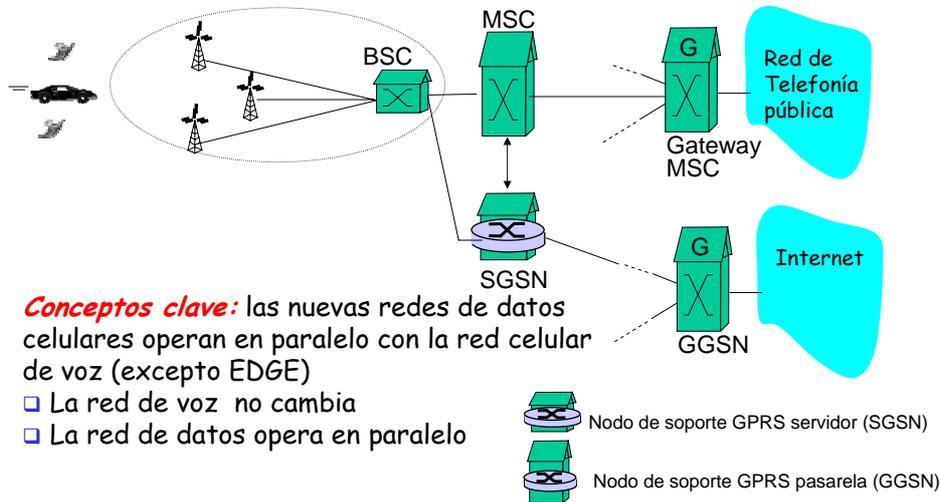
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Arquitectura de red 2.5G (voz y datos)



Redes inalámbricas y móviles 6-41

## Índice

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrico

### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

#### Movilidad

### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

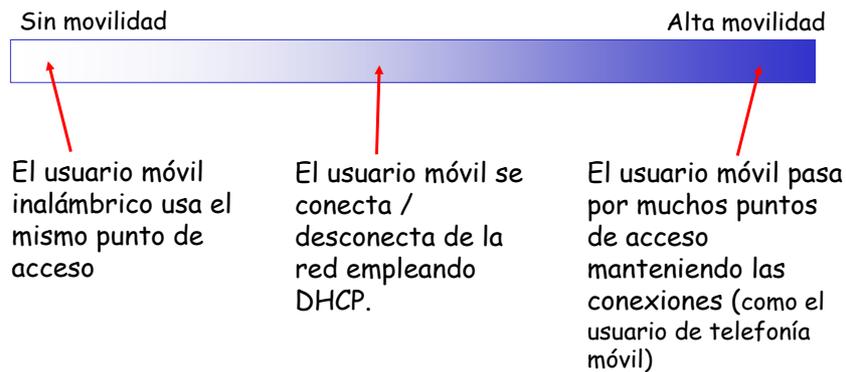
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## ¿Qué se entiende por movilidad?

- ❖ Espectro de movilidad desde el punto de vista de la **red**:



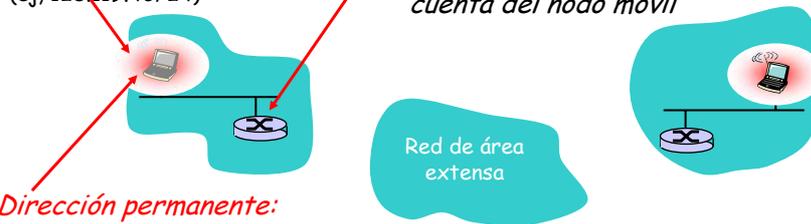
Redes inalámbricas y móviles 6-43

## Movilidad: Vocabulario

**Red propia:** domicilio permanente de un nodo móvil  
(ej, 128.119.40/24)

**Agente propio:** entidad dentro de la red propia que lleva las funciones de movilidad por cuenta del nodo móvil

**Dirección permanente:** es la dirección en la



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

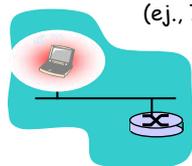
Cartagena99

## Movilidad: más vocabulario

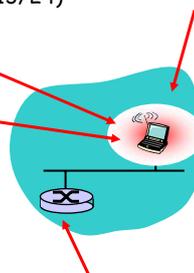
**Dirección permanente:** permanece constante (ej., 128.119.40.186)

**Red ajena:** red en la que reside el nodo móvil (ej., 79.129.13/24)

**Dirección cedida:** dirección en la red ajena. (ej., 79.129.13.2)



Red de área extensa



**corresponsal:** es la entidad que quiere comunicarse con el nodo móvil



**Agente externo:** entidad en la red ajena que ayuda al nodo móvil en la gestión de la movilidad

Redes inalámbricas y móviles 6-45

## ¿cómo contactar con el móvil de un amigo:

Considere unos amigos que cambian frecuentemente de dirección ,  
¿Cómo encontrarse?

- ❖ ¿Buscando en las guías telefónicas?
- ❖ ¿Llamando a sus padres?
- ❖ Es de esperar que quiera indicar la

Quisiera saber dónde está Alicia



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Movilidad: aproximaciones

- ❖ *Que lo manejen los routers:* routers publican la dirección permanente del nodo móvil en la red ajena por medio del intercambio de las tablas de enrutado habituales.
  - Las tablas de enrutamiento indican la localización del nodo móvil
  - No hay cambios en los dispositivos finales
- ❖ *Que lo manejen los dispositivos finales:*
  - *Enrutado indirecto:* la comunicación del correspondal al móvil viaja a través del agente propio y desde el agente propio al móvil.
  - *Enrutado directo:* el correspondal obtiene la dirección cedida del móvil y le envía directamente a él.

Redes inalámbricas y móviles 6-47

## Movilidad: aproximaciones

- ❖ *Que lo manejen los routers:* routers publican la dirección permanente del nodo móvil en la red ajena por medio del intercambio de las tablas de enrutado habituales.
  - Las tablas de enrutamiento indican la localización del nodo móvil
  - No hay cambios en los dispositivos finales
- ❖ *Que lo manejen los dispositivos finales:*
  - *Enrutado indirecto:* la comunicación del correspondal al móvil viaja a través del agente propio y desde el agente propio al móvil.

No se escala  
a los miles  
de millones  
de móviles

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



## Enrutado Indirecto: comentarios

- ❖ Los dispositivos móviles usan dos direcciones:
  - **Dirección permanente:** empleada por el corresponsal (por lo tanto la localización del móvil es *transparente* al corresponsal)
  - **Dirección cedida:** empleada por el agente propio para reenviar los datagramas al móvil
- ❖ Las funciones del agente ajeno pueden ser llevadas a cabo por el mismo móvil
- ❖ **Enrutado triangular:** corresponsal-red propia-móvil  
Ineficiente cuando el corresponsal y el móvil están en la misma red



Redes inalámbricas y móviles 6-51

## Enrutado indirecto: moviéndose entre redes

- ❖ Suponga que el usuario móvil va a otra red
  - Se registra con un nuevo agente ajeno
  - El nuevo agente ajeno se registra con el agente propio
  - El agente propio actualiza la dirección cedida del móvil
  - Los paquetes se siguen enviando al móvil (pero a una nueva dirección cedida)

• movilidad: se cambia entre redes ajenas de

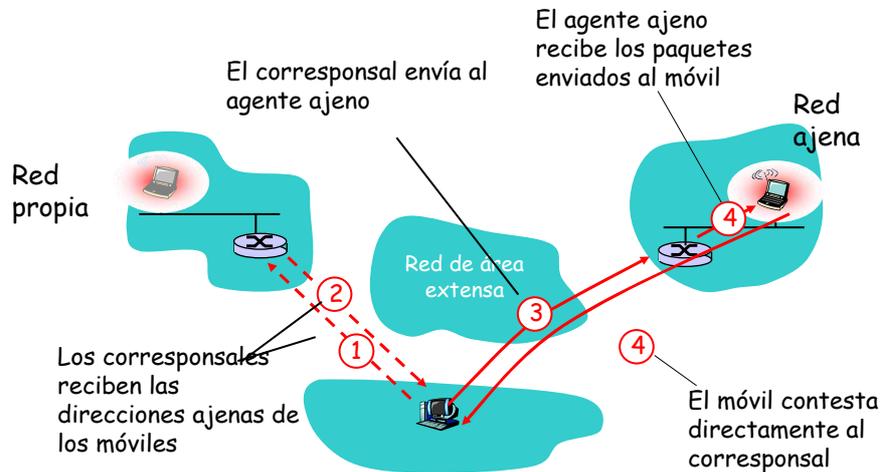
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Movilidad vía Enrutado Directo



Redes inalámbricas y móviles 6-53

## Movilidad vía Enrutado Directo: comentarios

- ❖ Evita la ineficiencia del enrutado triangular
- ❖ **No es transparente al correspondiente:** puesto que el correspondiente debe obtener la dirección cedida del agente propio

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

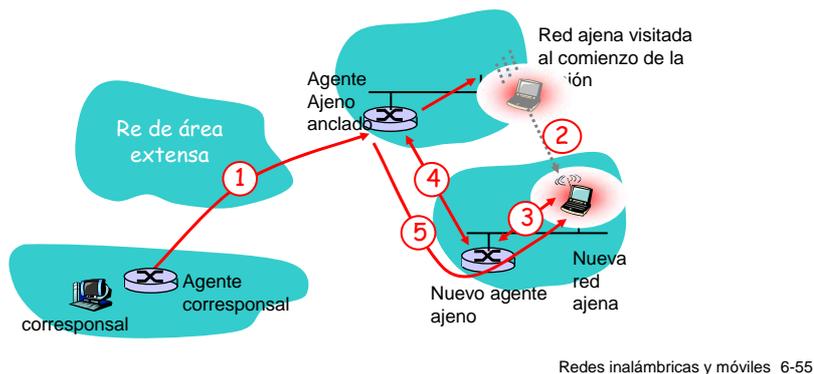
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Acomodando la movilidad con enrutado directo

- ❖ Anclar agente ajeno: FA durante la primera visita a la red
- ❖ Los datos siempre se enrutan primero por el FA anclado
- ❖ Cuando el móvil se mueve: nuevos FA se las arreglan para obtener los datos a través del viejo FA (encadenamiento)



## Índice

### 6.1 Introducción

### Inalámbrico

### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

### Movilidad

### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

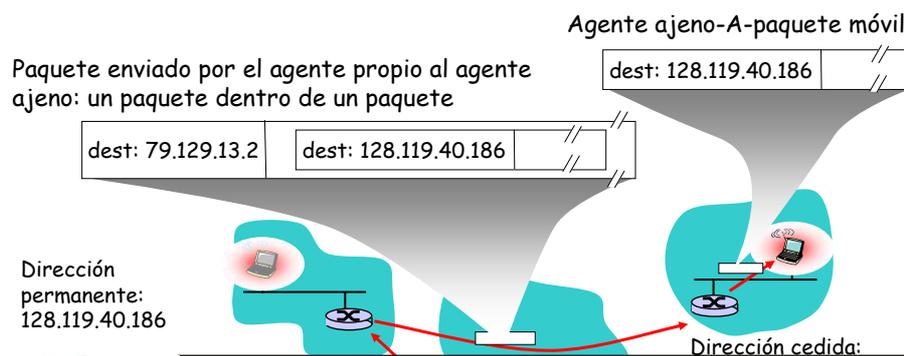
Cartagena99

## IP móvil

- ❖ RFC 3344
- ❖ Tiene las características que hemos visto:
  - Agentes propios y ajenos, registro de agentes ajenos, direcciones cedidas, encapsulación
- ❖ Hay que estandarizar:
  - Enrutado indirecto de los datagramas
  - Descubrimiento de agentes
  - Registro con el agente propio

Redes inalámbricas y móviles 6-57

## IP móvil: enrutado indirecto



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

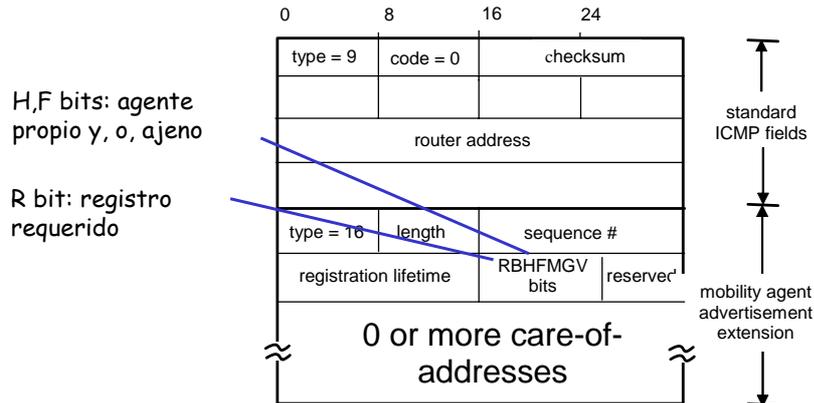
---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

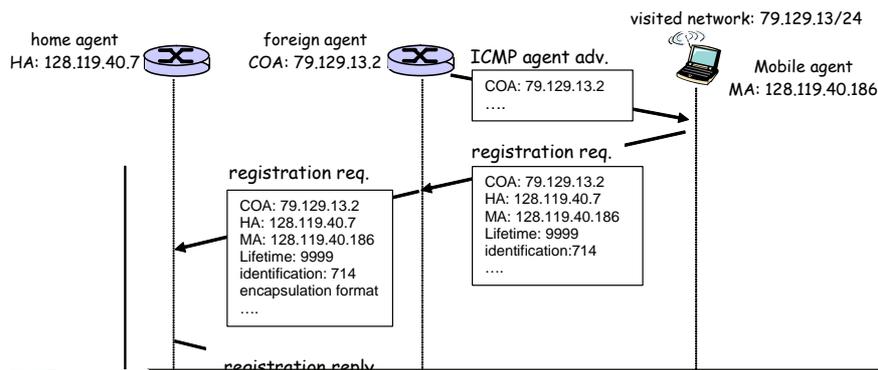
## IP móvil: descubrimiento de agentes

- ❖ **Anuncio de agentes:** los agentes propios / ajenos anuncian sus servicios mediante difusión de mensajes ICMP (campo tipo = 9)



Redes inalámbricas y móviles 6-59

## IP móvil: ejemplo de registro



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

## Índice

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrico

### 6.2 Características de los enlaces inalámbricos (CDMA)

### 6.3 LANS inalámbricas IEEE 802.11 ("Wi-Fi")

### 6.4 Acceso celular a Internet (arquitecturas, estándares, ej, GSM)

#### Movilidad

### 6.5 Direccionamiento y enrutado de usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

### 6.7 Resumen

Redes inalámbricas y móviles 6-61

## Resumen

### Inalámbrico

- ❖ Enlaces inalámbricos:
  - Capacidad, distancia
  - Canales con errores
  - CDMA
- ❖ IEEE 802.11 ("Wi-Fi")
  - CSMA/CA refleja las características del canal inalámbrico
- ❖ Acceso celular
  - arquitectura

### Movilidad

- ❖ principios: direccionamiento, enrutado de usuarios móviles
  - Redes propias y ajenas
  - Enrutado directo e indirecto
  - Dirección cedida
- ❖ Casos de estudio
  - IP móvil

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99