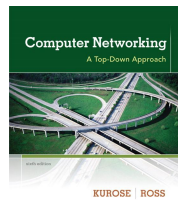


# Capítulo 6 Redes inalámbricas y móviles



*Redes de computadoras: un enfoque de arriba hacia abajo*  
6<sup>th</sup> edición  
Jim Kurose, Keith Ross  
Addison-Wesley  
Marzo de 2012

Una nota sobre el uso de estas diapositivas ppt:  
Nosotros estamos poniendo estas diapositivas a disposición de todos (profesores, estudiantes, lectores). Ellos están en forma de PowerPoint para que veas las animaciones; y puede agregar, modificar y eliminar diapositivas (incluida esta) y contenido de diapositivas para satisfacer sus necesidades. Obviamente representan un trabajo de nuestra parte. A cambio de su uso, si este es para un profesor (por ejemplo, en una clase), menciona su fuente (después de todo, ¡me gustaría que la gente usara nuestro libro!).  
♦ Si publica diapositivas en un sitio web, debe tener en cuenta que están adaptadas (o tal vez sean idénticas) a nuestras diapositivas, y tenga en cuenta nuestros derechos de autor de este material.

Gracias y disfruta! JFK / KWR

©do el material tiene copyright 1996-2012  
Kurose y KW Ross, todos los derechos reservados

Redes inalámbricas, móviles

6-1

## Ch. 6: Redes inalámbricas y móviles

### Fondo:

- ♦ El número de suscriptores de teléfonos inalámbricos (móviles) ahora supera el número de teléfonos con cable suscriptores (5 a 1)!
- ♦ # dispositivos inalámbricos conectados a Internet igual a # alámbrico Dispositivos conectados a Internet
  - computadoras portátiles, los teléfonos habilitados para Internet prometen acceso a Internet sin ataduras en cualquier momento
- ♦ dos desafíos importantes (pero diferentes)
  - **inalámbrica:** comunicación por enlace inalámbrico
  - **movilidad:** Manejo del usuario móvil que cambia el punto de conexión a la red.

Redes inalámbricas, móviles

6-2

## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrica

#### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

#### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

#### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

#### 6.5 Principios:

- direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles

#### 6.6 IP móvil

#### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

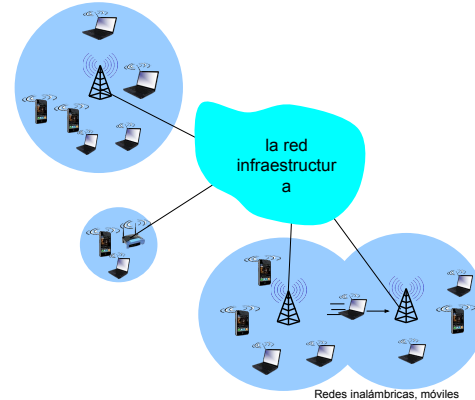
#### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

#### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-3

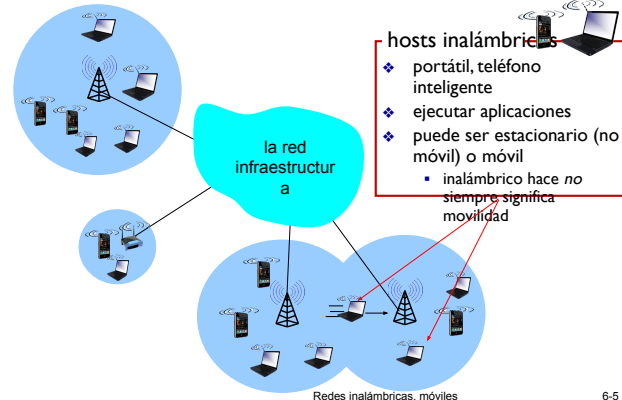
## Elementos de una red inalámbrica



Redes inalámbricas, móviles

6-4

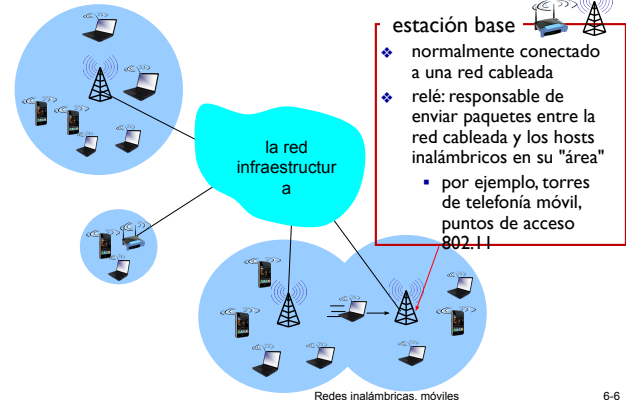
## Elementos de una red inalámbrica



Redes inalámbricas, móviles

6-5

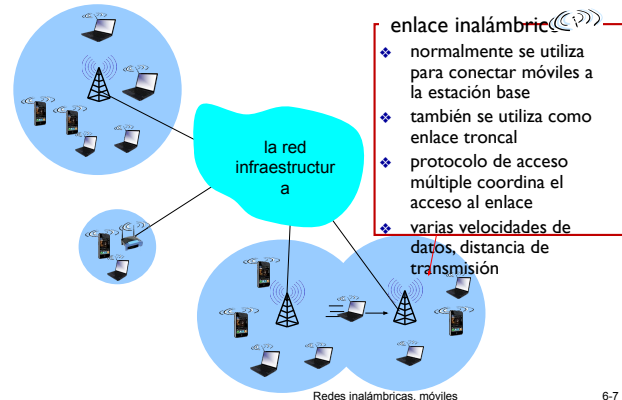
## Elementos de una red inalámbrica



Redes inalámbricas, móviles

6-6

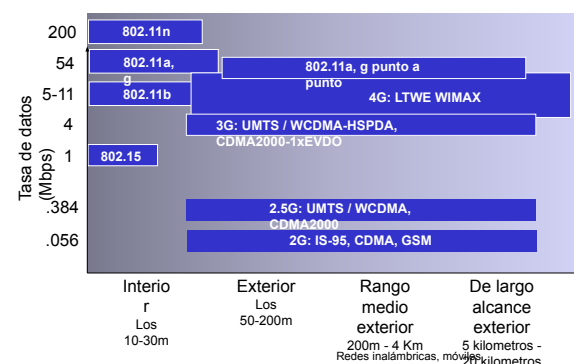
## Elementos de una red inalámbrica



Redes inalámbricas, móviles

6-7

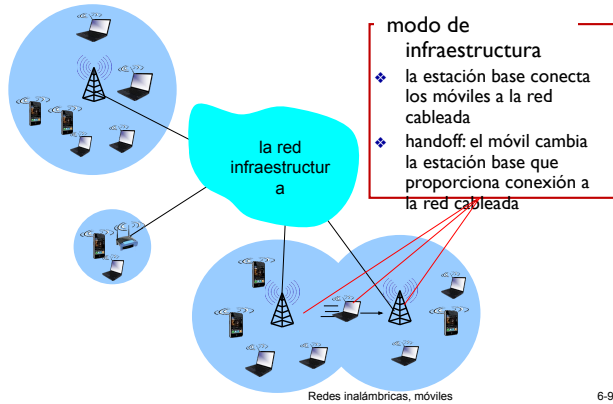
## Características de los enlaces inalámbricos seleccionados



Redes inalámbricas, móviles

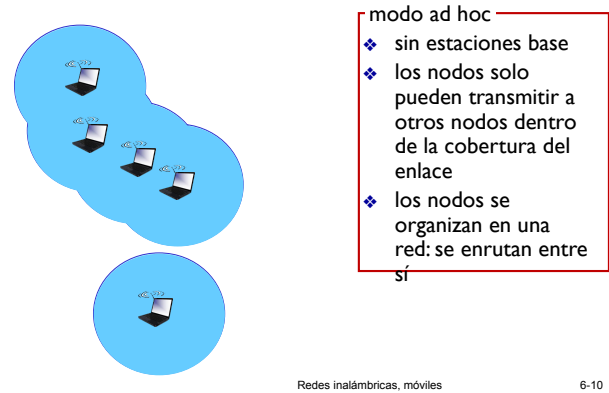
6-8

## Elementos de una red inalámbrica



6-9

## Elementos de una red inalámbrica



6-10

## Taxonomía de redes inalámbricas

	solo salto	múltiples saltos
infraestructura (p. ej., AP)	el host se conecta a estación base (WiFi, WiMAX, celular) que se conecta a Internet más	el anuncio puede tener que relé a través de varios nodos inalámbricos para llegar a la estación base o a Internet
No infraestructura	sin estación base, no conexión a mayor Internet (Bluetooth, redes ad hoc)	conexión de mayor Internet puede generarse a través de un relé para llegar a otro un nodo inalámbrico dado MANET, VANET

Redes inalámbricas, móviles

6-11

## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

### Inalámbrica

### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

### 6.5 Principios:

direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-12

## Características del enlace inalámbrico (1)

**importante** diferencias con el enlace por cable....

- disminución de la fuerza de la señal:** la señal de radio se atenúa a medida que se propaga a través de la materia (pérdida de trayectoria)
- interferencia de otras fuentes:** frecuencias de red inalámbrica estandarizadas (por ejemplo, 2,4 GHz) compartidas por otros dispositivos (por ejemplo, teléfono); los dispositivos (motores) también interfieren
- propagación por trayectos múltiples:** La señal de radio se refleja en el suelo de los objetos y llega al destino del anuncio en momentos ligeramente diferentes.

.... Hacer que la comunicación a través de un enlace inalámbrico (incluso de punto a punto) sea mucho

6-13

## Características del enlace inalámbrico (2)

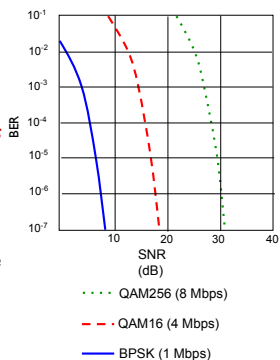
### SNR: relación señal / ruido

- SNR más grande: más fácil de extraer la señal del ruido (un "Buena cosa")

### Compensación de SNR versus BER

- capa física dada:** aumentar la potencia -> aumentar la SNR -> disminuir la BER
- SNR dado:** Elija la capa física que cumpla con los requisitos de BER, brindando el máximo rendimiento.

- La SNR puede cambiar con la movilidad: adaptar dinámicamente la capa física

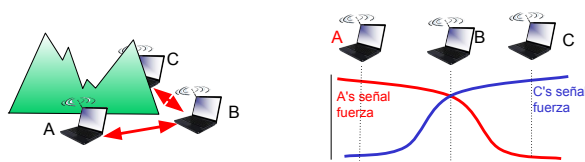


Redes inalámbricas, móviles

6-14

## Características de la red inalámbrica

Múltiples remitentes y receptores inalámbricos crean problemas adicionales (más allá del acceso múltiple):



### Problema de terminal oculto

- B, A se escuchan
- B, C se escuchan
- A, C no pueden escucharse significa que A, C desconocen su interferencia en B

### Atenuación de la señal:

- B, A se escuchan
- B, C se escuchan
- A, C no pueden oírse interfiriendo en B

Redes inalámbricas, móviles

6-15

## Acceso múltiple por división de código (CDMA)

### único "código" asignado a cada usuario; es decir, partición de conjuntos de códigos

- todos los usuarios comparten la misma frecuencia, pero cada usuario tiene su propia "astillado" secuencia (es decir, código) para codificar datos
- permite que varios usuarios "coexistan" y transmitir simultáneamente con mínima interferencia (si los códigos son "ortogonales")

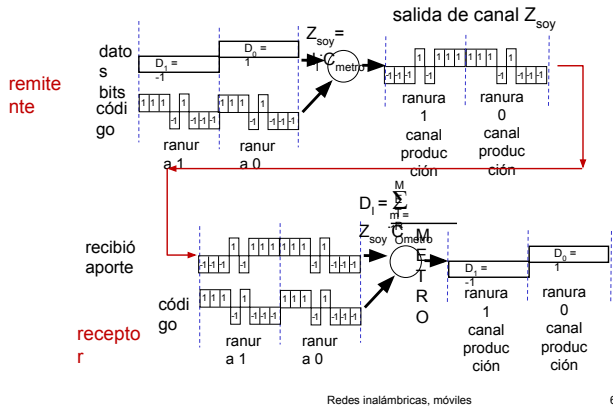
### señal codificada = (datos originales) X (secuencia de corte)

### descodificación: producto interno de la señal codificada y la secuencia de chip

Redes inalámbricas, móviles

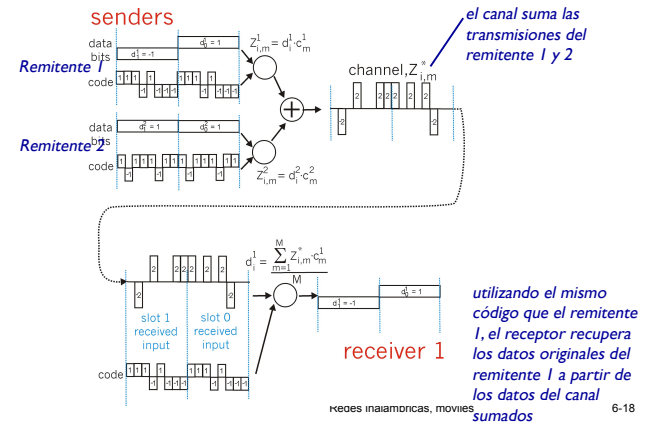
6-16

## Codificar / decodificar CDMA



6-17

## CDMA: interferencia de dos emisores



6-18

## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrica

#### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

#### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

#### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

#### 6.5 Principios: direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles

#### 6.6 IP móvil

#### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

#### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-19

## LAN inalámbrica IEEE 802.11

### 802.11b

- Espectro sin licencia de 2,4-5 GHz
- hasta 11 Mbps
- Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) en la capa física
  - todos los hosts usan el mismo código de chip

### 802.11a

- Rango de 5-6 GHz
- hasta 54 Mbps

### 802.11g

- Rango de 2,4-5 GHz
- hasta 54 Mbps

### 802.11n: múltiples antenas

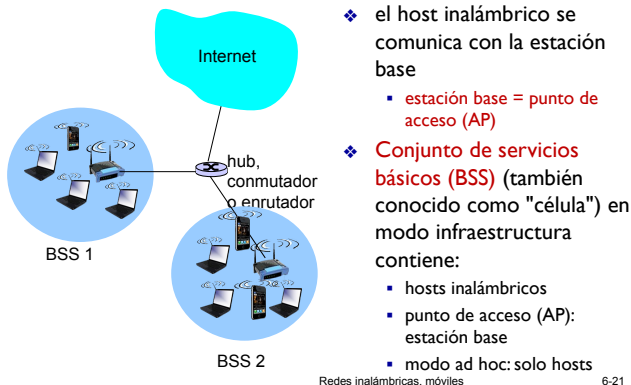
- Rango de 2,4-5 GHz
- hasta 200 Mbps

- todos usan CSMA / CA para acceso múltiple
- todos tienen versiones de estación base y de red ad-hoc

Redes inalámbricas, móviles

6-20

## Arquitectura LAN 802.11



6-21

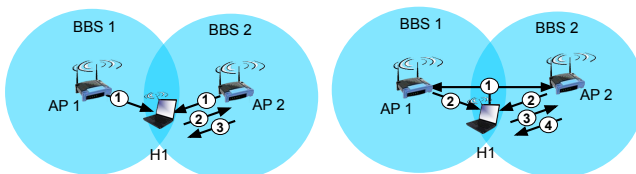
## 802.11: Canales, asociación

- 802.11b: espectro de 2.4GHz-2.485GHz dividido en 11 canales a diferentes frecuencias
  - El administrador de AP elige la frecuencia para AP
  - posible interferencia: ¿el canal puede ser el mismo que el elegido por el AP vecino!
- anfitrión: debe **asociar** con un AP
  - escanea canales, escuchando **marcos de baliza** que contiene AP's nombre (SSID) y dirección MAC
  - selecciona AP para asociarlo
  - puede realizar la autenticación [Capítulo 8]
  - normalmente ejecutará DHCP para obtener la dirección IP en AP's subred

Redes inalámbricas, móviles

6-22

## 802.11: escaneo pasivo / activo



### escaneo pasivo:

- tramas de baliza enviadas desde AP
- Trama de solicitud de asociación enviada: H1 al AP seleccionado
- Asociación Marco de respuesta enviado desde el AP seleccionado a H1

### escaneo activo:

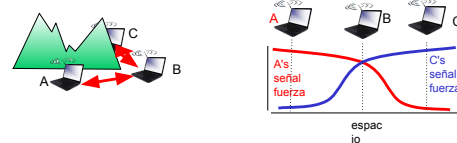
- Difusión de tramas de solicitud de sonda desde H1
- Tramas de respuesta de sonda enviadas desde AP
- Trama de solicitud de asociación enviada: H1 al AP seleccionado
- Trama de respuesta de asociación enviada desde el AP seleccionado a H1

Redes inalámbricas, móviles

6-23

## IEEE 802.11: acceso múltiple

- evitar colisiones: 2+ nodos transmitiendo al mismo tiempo
- 802.11: CSMA - detecta antes de transmitir
  - don't chocar con la transmisión en curso por otro nodo
- 802.11: No ¡detección de colisiones!
  - difícil de recibir (detectar colisiones) al transmitir debido a señales recibidas débiles (desvanecimiento)
  - lata't sentir todas las colisiones en cualquier caso: terminal oculta, desvanecimiento
  - objetivo: **evitar colisiones**: CSMA / C (olisión) A (anulación)

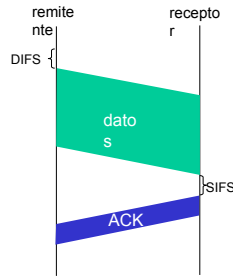


6-24

# Protocolo MAC IEEE 802.11: CSMA / CA

## Remitente 802.11

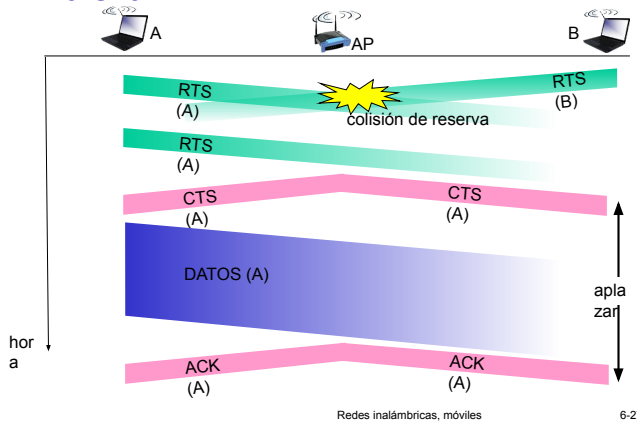
- 1 si el canal de detección está inactivo por **DIFS** luego transmitir cuadro completo (sin CD)
- 2 si el canal de detección está ocupado, iniciar tiempo de descanso aleatorio el temporizador cuenta atrás mientras el canal está inactivo transmitir cuando expira el temporizador si no hay ACK, aumente el intervalo de retroceso aleatorio, repita 2



## Receptor 802.11

- si la trama se recibió bien devolver ACK después **SIFS** (Se necesita ACK debido a un problema de terminal oculto)

## Prevención de colisiones: intercambio RTS-CTS

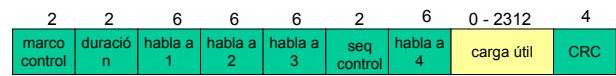


## Evitando colisiones (más)

- ocurrencia:** permitir que el remitente "reserva" canal en lugar de acceso aleatorio de tramas de datos: evite colisiones de tramas de datos largas
- ❖ el remitente primero transmite *pequeña* paquetes de solicitud para enviar (RTS) a BS usando CSMA
  - Los RTS aún pueden chocar entre sí (pero es breve)
- ❖ BS transmite CTS sin cifrar para enviar en respuesta a RTS
- ❖ CTS escuchado por todos los nodos
  - el remitente transmite la trama de datos
  - otras estaciones *difieren las transmisiones*

**evitar colisiones de marcos de datos por completo usando pequeños paquetes de reserva!**

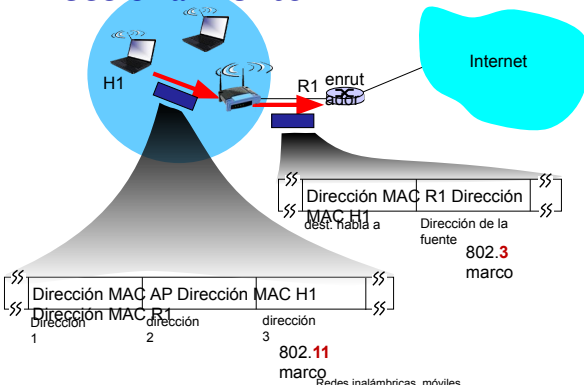
## Trama 802.11: direccionamiento



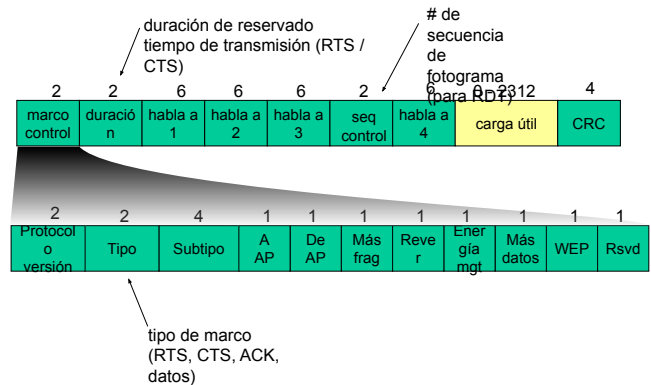
**Dirección 1:** Dirección MAC de host inalámbrico o AP para recibir este marco

**Dirección 3:** Dirección MAC de la interfaz del enrutador al que está conectado el AP

## Trama 802.11: direccionamiento



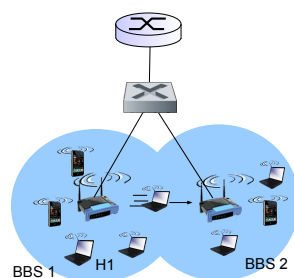
## Marco 802.11: más



## 802.11: movilidad dentro de la misma subred

- ❖ H1 permanece en la misma subred IP: la dirección IP puede permanecer igual
- ❖ interruptor: ¿qué AP está asociado con H1?

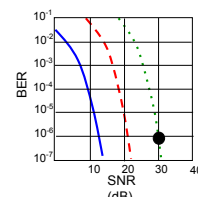
- autoaprendizaje (cap.5): el interruptor verá el cuadro de H1 y "recuerda" qué puerto de computadora se puede



## 802.11: capacidades avanzadas

### Adaptación de tarifas

- ❖ estación base, móvil cambia dinámicamente la velocidad de transmisión (técnica de modulación de la capa física) a medida que el móvil se mueve, SNR varía



1. La SNR disminuye, la BER aumenta a medida que el nodo se aleja de la estación base
2. Cuando la BER sea demasiado alta, cambie a una velocidad de transmisión más baja pero con una BER más baja



## 802.11: capacidades avanzadas

### administración de energía

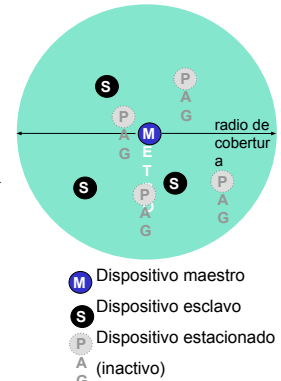
- ❖ nodo a AP: "Me voy a dormir hasta el próximo marco de baliza."
  - AP sabe que no debe transmitir tramas a este nodo
  - El nodo se despierta antes de la siguiente trama de baliza.
- ❖ trama de baliza: contiene una lista de móviles con tramas de AP a móvil en espera de ser enviadas
  - el nodo permanecerá despierto si se envían tramas de AP a móvil; de lo contrario, duerme de nuevo hasta el próximo marco de baliza

Redes inalámbricas, móviles

6-33

## 802.15: red de área personal

- ❖ menos de 10 m de diámetro
- ❖ reemplazo para cables (mouse, teclado, auriculares)
- ❖ ad hoc: sin infraestructura
- ❖ maestro / esclavos:
  - los esclavos solicitan permiso para enviar (al maestro)
  - solicitudes de subvenciones maestras
- ❖ 802.15: evolucionó a partir de la especificación Bluetooth
  - Banda de radio de 2,4-2,5 GHz
  - hasta 721 kbps



Redes inalámbricas, móviles

6-34

## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrica

### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

### 6.5 Principios:

direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

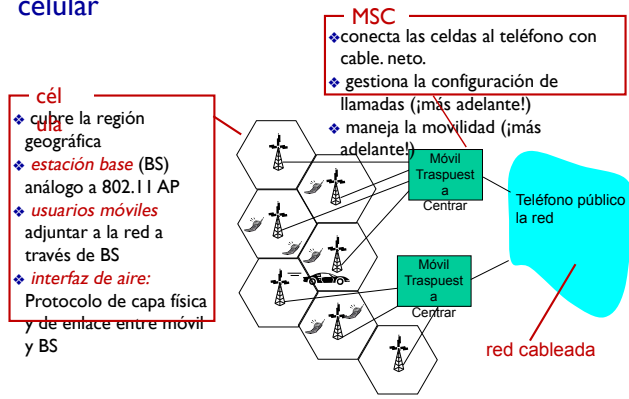
### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-35

## Componentes de la arquitectura de la red celular



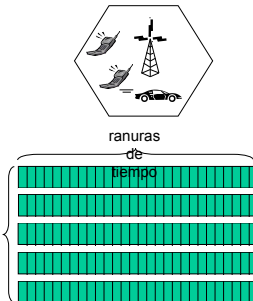
Redes inalámbricas, móviles

6-36

## Redes celulares: el primer salto

Dos técnicas para compartir espectro radioeléctrico móvil a BS

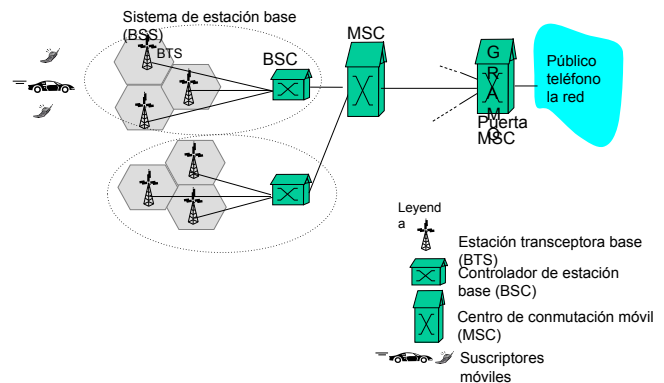
- ❖ **FDMA / TDMA combinados:** dividir el espectro en canales de frecuencia, dividir cada canal en intervalos de tiempo
- ❖ **CDMA:** código de DIVISION a bandas DE ACCESO multiple



Redes inalámbricas, móviles

6-37

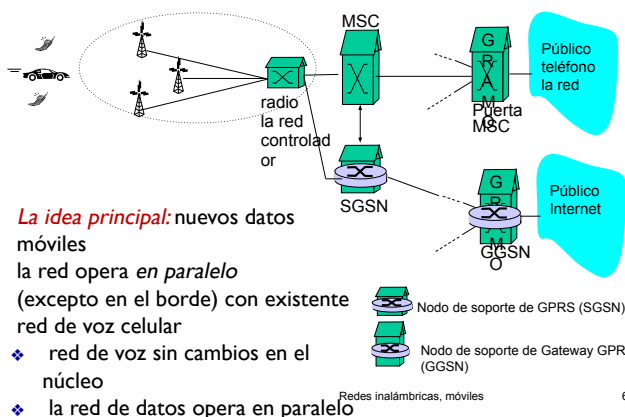
## Arquitectura de red 2G (voz)



Redes inalámbricas, móviles

6-38

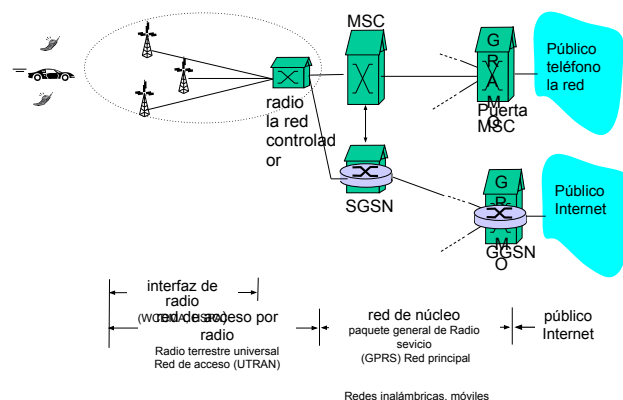
## Arquitectura de red 3G (voz + datos)



Redes inalámbricas, móviles

6-39

## Arquitectura de red 3G (voz + datos)



Redes inalámbricas, móviles

6-40



## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrica

### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

#### 6.5 Principios:

**direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles**

#### 6.6 IP móvil

#### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

#### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

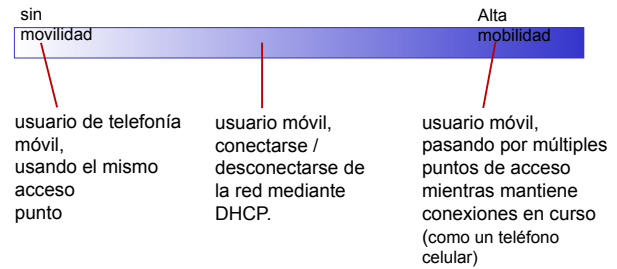
#### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-41

## ¿Qué es la movilidad?

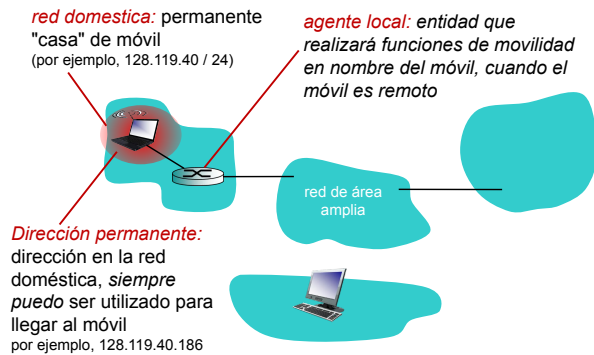
- espectro de movilidad, desde el **la red** perspectiva:



Redes inalámbricas, móviles

6-42

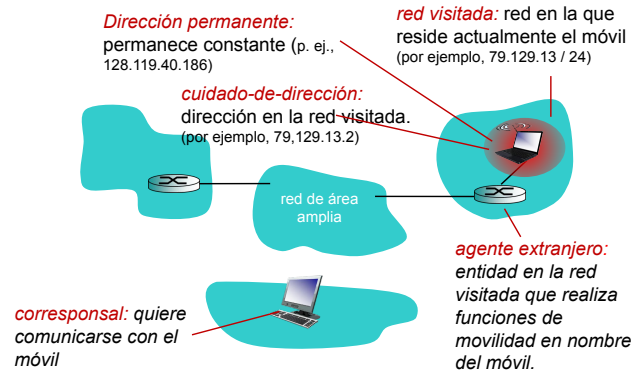
## Movilidad: vocabulario



Redes inalámbricas, móviles

6-43

## Movilidad: más vocabulario



Redes inalámbricas, móviles

6-44

## Como hacer *usted* contacta a un amigo móvil:

Piense en una amiga que cambia de dirección con frecuencia, ¿cómo la encuentra?

- buscar en todas las guías telefónicas?
- llamar a sus padres?
- ¿Espera que ella le diga dónde está?



Redes inalámbricas, móviles

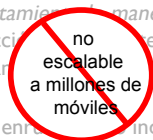
6-45

## Movilidad: enfoques

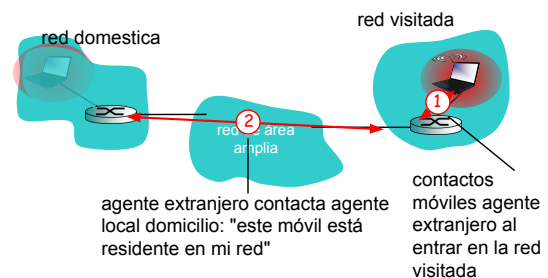
- deje que el enrutamiento lo maneje:** los enrutadores anuncian la dirección permanente de los nodos móviles en residencia mediante el intercambio habitual de tablas de enrutamiento.
  - Las tablas de enrutamiento indican dónde se encuentra cada móvil.
  - sin cambios en los sistemas finales
- deje que los sistemas finales lo manejen:**
  - enrutamiento indirecto:** La comunicación del corresponsal al móvil pasa a través del agente local y luego se reenvía al control remoto.
  - enrutamiento directo:** el corresponsal obtiene la dirección extranjera del móvil, envía directamente al móvil.

## Movilidad: enfoques

- deje que el enrutamiento lo maneje:** los enrutadores anuncian la dirección permanente de los nodos móviles en residencia mediante el intercambio habitual de tablas de enrutamiento.
  - Las tablas de enrutamiento indican dónde se encuentra cada móvil.
  - sin cambios en los sistemas finales
- deje que los sistemas finales lo manejen:**
  - enrutamiento indirecto:** La comunicación del corresponsal al móvil pasa a través del agente local y luego se reenvía al control remoto.
  - enrutamiento directo:** el corresponsal obtiene la dirección extranjera del móvil, envía directamente al móvil.



## Movilidad: registro



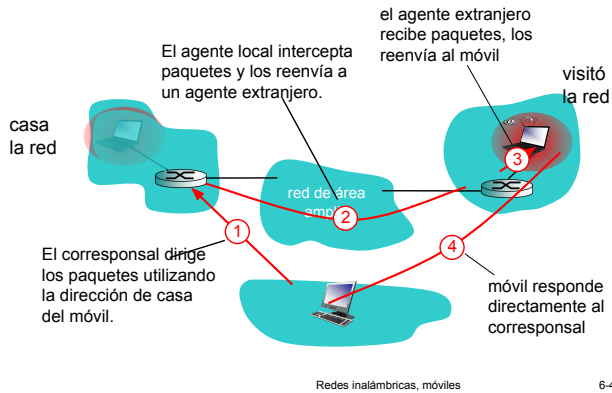
resultado final:

- agente extranjero sabe de telefonía móvil
- el agente local conoce la ubicación del móvil

Redes inalámbricas, móviles

6-48

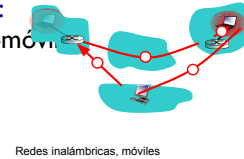
## Movilidad mediante enrutamiento indirecto



6-49

## Enrutamiento indirecto: comentarios

- ❖ el móvil utiliza dos direcciones:
  - **Dirección permanente:** utilizado por el correspondiente (por tanto, la ubicación móvil es **transparente** al correspondiente)
  - **cuidado-de-dirección:** utilizado por el agente local para reenviar datagramas al móvil
- ❖ Las funciones de agente extranjero pueden ser realizadas por el propio móvil.
- ❖ **enrutamiento triangular:** correspondiente-hogar-red-móvil
  - ineficaz cuando correspondiente, móvil están en la misma red



6-50

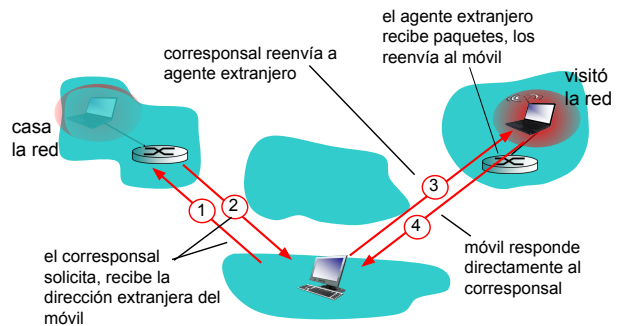
## Enrutamiento indirecto: moverse entre redes

- ❖ Supongamos que el usuario móvil se traslada a otra red.
  - se registra con nuevo agente extranjero
  - nuevo agente extranjero se registra con el agente local
  - actualización de la dirección de cuidado del agente local para el móvil
  - los paquetes continúan siendo reenviados al móvil (pero con una nueva dirección de cuidado)
- ❖ movilidad, redes extranjeras cambiantes transparentes: **¡Se pueden mantener conexiones continuas!**

Redes inalámbricas, móviles

6-51

## Movilidad mediante enrutamiento directo

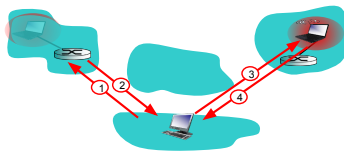


Redes inalámbricas, móviles

6-52

## Movilidad a través de enrutamiento directo: comentarios

- ❖ superar el problema de enrutamiento triangular
- ❖ **no transparente para el correspondiente:** el correspondiente debe obtener una dirección de cuidado de un agente local
  - ¿Qué pasa si el móvil cambia la red visitada?

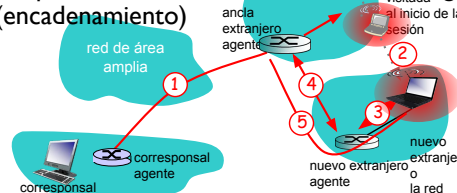


Redes inalámbricas, móviles

6-53

## Adaptación de la movilidad con enrutamiento directo

- ❖ agente extranjero ancla: FA en la primera red visitada
- ❖ los datos siempre se enrutan primero para anclar FA
- ❖ cuando el móvil se mueve: el nuevo FA se encarga de que los datos se reenvíen desde el antiguo FA (encadenamiento)



Redes inalámbricas, móviles

6-54

## Esquema del capítulo 6

### 6.1 Introducción

#### Inalámbrica

### 6.2 Enlaces inalámbricos, características

- CDMA

### 6.3 LAN inalámbricas IEEE 802.11 ("Wifi")

### 6.4 Acceso a Internet celular

- arquitectura
- estándares (por ejemplo, GSM)

### Movilidad

### 6.5 Principios: direccionamiento y enrutamiento a usuarios móviles

### 6.6 IP móvil

### 6.7 Manejo de la movilidad en redes celulares

### 6.8 Movilidad y protocolos de capa superior

### 6.9 Resumen

Redes inalámbricas, móviles

6-55

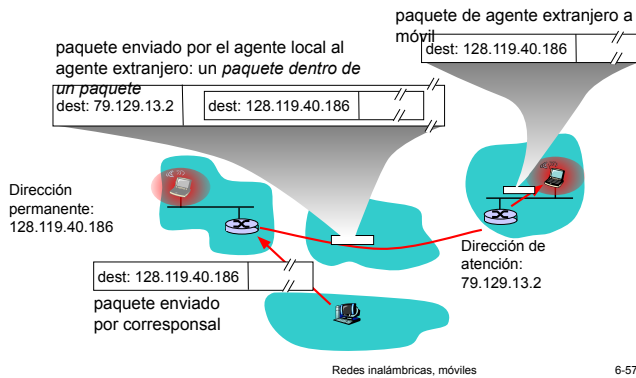
## IP móvil

- ❖ RFC 3344
- ❖ tiene muchas características que has visto:
  - agentes locales, agentes extranjeros, registro de agentes extranjeros, cuidado de direcciones, encapsulación (paquete dentro de un paquete)
- ❖ tres componentes al estándar:
  - enrutamiento indirecto de datagramas
  - descubrimiento de agentes
  - registro con agente local

Redes inalámbricas, móviles

6-56

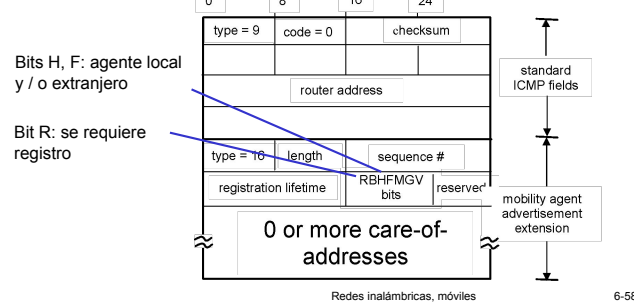
## IP móvil: enrutamiento indirecto



6-57

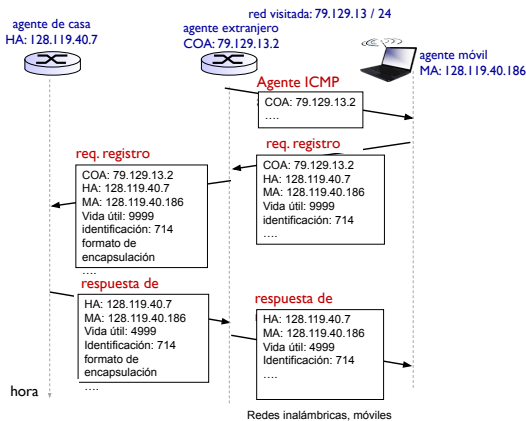
## IP móvil: descubrimiento de agentes

- ❖ **anuncio de agente:** Los agentes extranjeros / nacionales anuncian el servicio mediante la transmisión de mensajes ICMP (campo de tipo = 9)



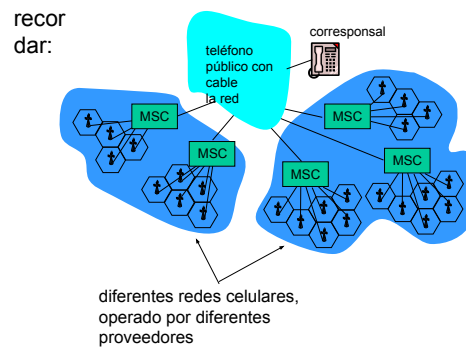
6-58

## Móvil IP: ejemplo de registro



6-59

## Componentes de la arquitectura de la red celular



6-60

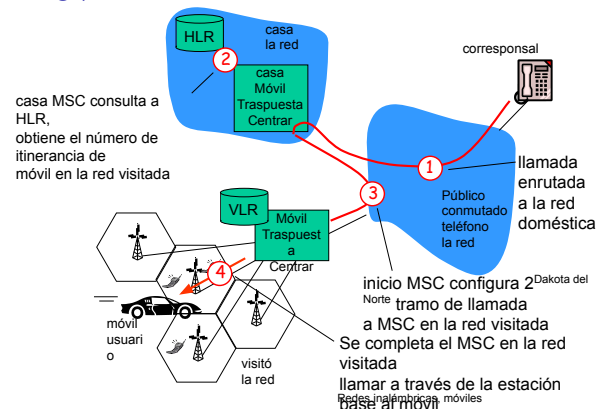
## Manejo de la movilidad en redes celulares

- ❖ **red domestica:** red del proveedor de telefonía móvil al que se suscribe (p. ej., Sprint PCS, Verizon)
  - **registro de ubicación de casa (HLR):** base de datos en la red doméstica que contiene el número de teléfono celular permanente, información de perfil (servicios, preferencias, facturación), información sobre la ubicación actual (podría estar en otra red)
- ❖ **red visitada:** red en la que reside actualmente el móvil
  - **registro de ubicación de visitantes (VLR):** base de datos con entrada para cada usuario actualmente en la red
  - podría ser una red doméstica

Redes inalámbricas, móviles

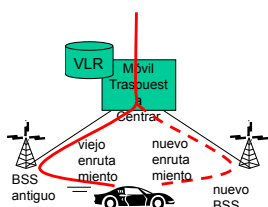
6-61

## GSM: enrutamiento indirecto al móvil



6-62

## GSM: transferencia con MSC común

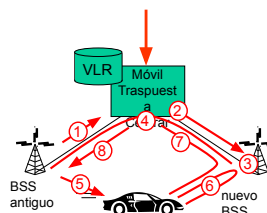


- ❖ **meta de traspaso:** enrutar la llamada a través de la nueva estación base (sin interrupción)
- ❖ **motivos de la transferencia:**
  - señal más fuerte hacia / desde el nuevo BSS (conectividad continua, menor consumo de batería)
  - equilibrio de carga: canal libre en BSS actual
  - GSM no ordenan por qué realizar el traspaso (política), solo cómo (mecanismo)
- ❖ **traspaso iniciado por el antiguo BSS**

Redes inalámbricas, móviles

6-63

## GSM: transferencia con MSC común

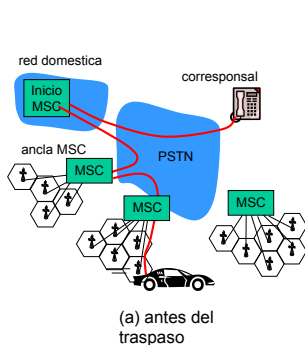


1. El BSS antiguo informa al MSC de la transferencia inminente, proporciona una lista de 1+ nuevos BSS
2. MSC establece la ruta (asigna recursos) al nuevo BSS
3. El nuevo BSS asigna canales de radio para su uso por móviles.
4. nuevas señales BSS MSC, antiguo BSS: listo
5. El antiguo BSS le dice al móvil: realice el traspaso al nuevo BSS
6. móvil, nueva señal BSS para activar un nuevo canal
7. señales móviles a través de un nuevo BSS a MSC: traspaso completo. MSC redirige la llamada
8. recursos de MSC-old-BSS liberados

6-64



## GSM: transferencia entre MSC

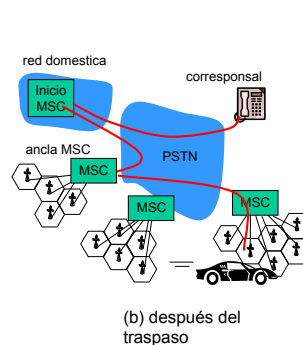


- ❖ **ancla MSC:** primer MSC visitado durante la llamada
  - la llamada permanece enrutada a través del ancla MSC
- ❖ nuevos MSC se suman al final de la cadena de MSC a medida que el móvil se traslada a un nuevo MSC
- ❖ paso de minimización de ruta opcional para acortar la cadena multi-MSC

Redes inalámbricas, móviles

6-65

## GSM: transferencia entre MSC



- ❖ **ancla MSC:** primer MSC visitado durante la llamada
  - la llamada permanece enrutada a través del ancla MSC
- ❖ nuevos MSC se suman al final de la cadena de MSC a medida que el móvil se traslada a un nuevo MSC
- ❖ paso de minimización de ruta opcional para acortar la cadena multi-MSC

Redes inalámbricas, móviles

6-66

## Movilidad: GSM versus IP móvil

Elemento GSM	Comentar el elemento GSM	Elemento de IP móvil
Sistema de inicio	Red a que usuario móvil's pertenece el número de teléfono permanente	Red doméstica
Centro de conmutación móvil Gateway, o "casa MSC". Registro de ubicación de casa (HLR)	Home MSC: punto de contacto para obtener la dirección enrutable del usuario móvil. HLR: base de datos en el sistema doméstico que contiene el número de teléfono permanente, información de perfil, ubicación actual del usuario móvil, información de suscripción	Agente local
Sistema visitado	Red que no sea el sistema doméstico donde reside actualmente el usuario móvil	Red visitada
Centro de conmutación de servicios móviles visitado. Registro de ubicación de visitantes (VLR)	MSC visitado: responsable de configurar llamadas hacia / desde nodos móviles en celdas asociadas con MSC. VLR: entrada de base de datos temporal en el sistema visitado, que contiene información de suscripción para cada usuario móvil visitante	Agente extranjero
Número de itinerancia de la	Dirección enrutable para el segmento de llamada telefónica entre el MSC doméstico y	Cuidado de la dirección

## Inalámbrico, movilidad: impacto en los protocolos de capa superior

- ❖ lógicamente, impacto *debería* ser mínimo ...
  - el modelo de servicio de mejor esfuerzo permanece sin cambios
  - TCP y UDP pueden (y lo hacen) funcionar a través de redes inalámbricas y móviles.
- ❖ ... pero en cuanto al rendimiento:
  - pérdida / retraso de paquetes debido a errores de bits (paquetes descartados, retrasos en las retransmisiones de la capa de enlace) y transferencia
  - TCP interpreta la pérdida como congestión, disminuirá la ventana de congestión innecesariamente
  - retrasar las degradaciones para el tráfico en tiempo real
  - ancho de banda limitado de enlaces inalámbricos

Redes inalámbricas, móviles

6-68

## Resumen del capítulo 6

### Inalámbrica

- ❖ enlaces inalámbricos:
  - capacidad, distancia
  - Deficiencias del canal
  - CDMA
- ❖ IEEE 802.11 ("Wifi")
  - CSMA / CA refleja las características del canal inalámbrico
- ❖ acceso celular
  - arquitectura
  - estándares (por ejemplo, GSM, 3G, 4G LTE)

### Movilidad

- ❖ principios: direccionamiento, enrutamiento a usuarios móviles
  - hogar, redes visitadas
  - enrutamiento directo, indirecto
  - cuidado-de-direcciones
- ❖ estudios de caso
  - IP móvil
  - movilidad en GSM
- ❖ impacto en los protocolos de capa superior

Redes inalámbricas, móviles

6-69