

Capítulo 6

redes inalámbricas y móviles

*Computer
Networking: A Top
Down Approach
Featuring the Internet*

Capítulo 6: Redes Inalámbricas y Móviles

Antecedentes previos:

- ❑ # subscriptores de teléfonos inalámbricos (móviles) ahora supera # subscriptores de teléfonos cableados!
- ❑ Redes de computadores: laptops, PDAs, y teléfonos con acceso a Internet
- ❑ Dos desafíos importantes (pero diferentes)
 - Comunicaciones sobre enlaces inalámbricos
 - Manejo de usuarios que cambian su punto de entrada a la red

Capítulo 6: Contenidos

6.1 Introducción

Wireless

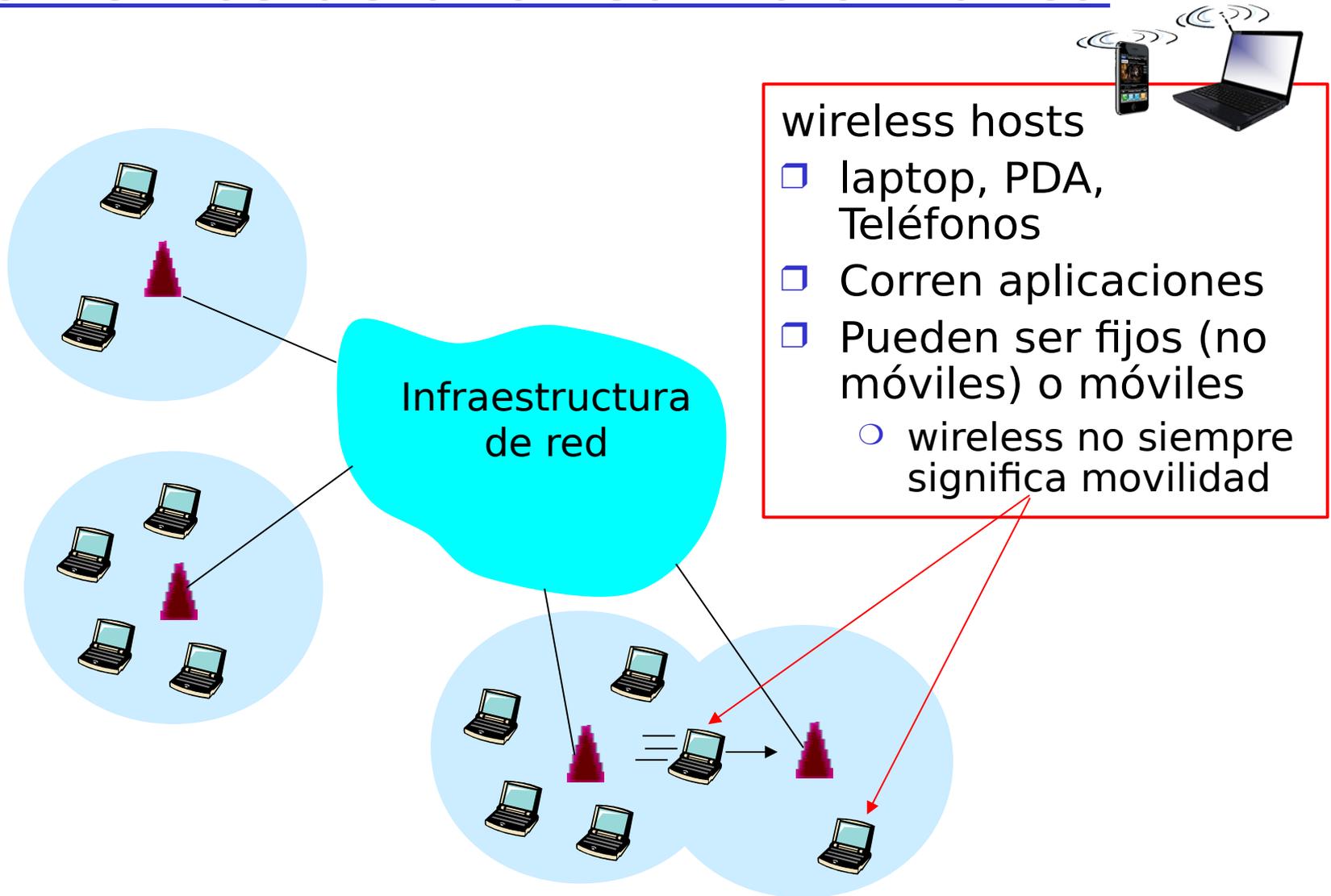
- ❑ 6.2 Enlaces Wireless, características
 - CDMA
- ❑ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ❑ 6.4 Acceso a Internet vía celular
 - arquitectura
 - estándares (e.g., GSM)

ELO322

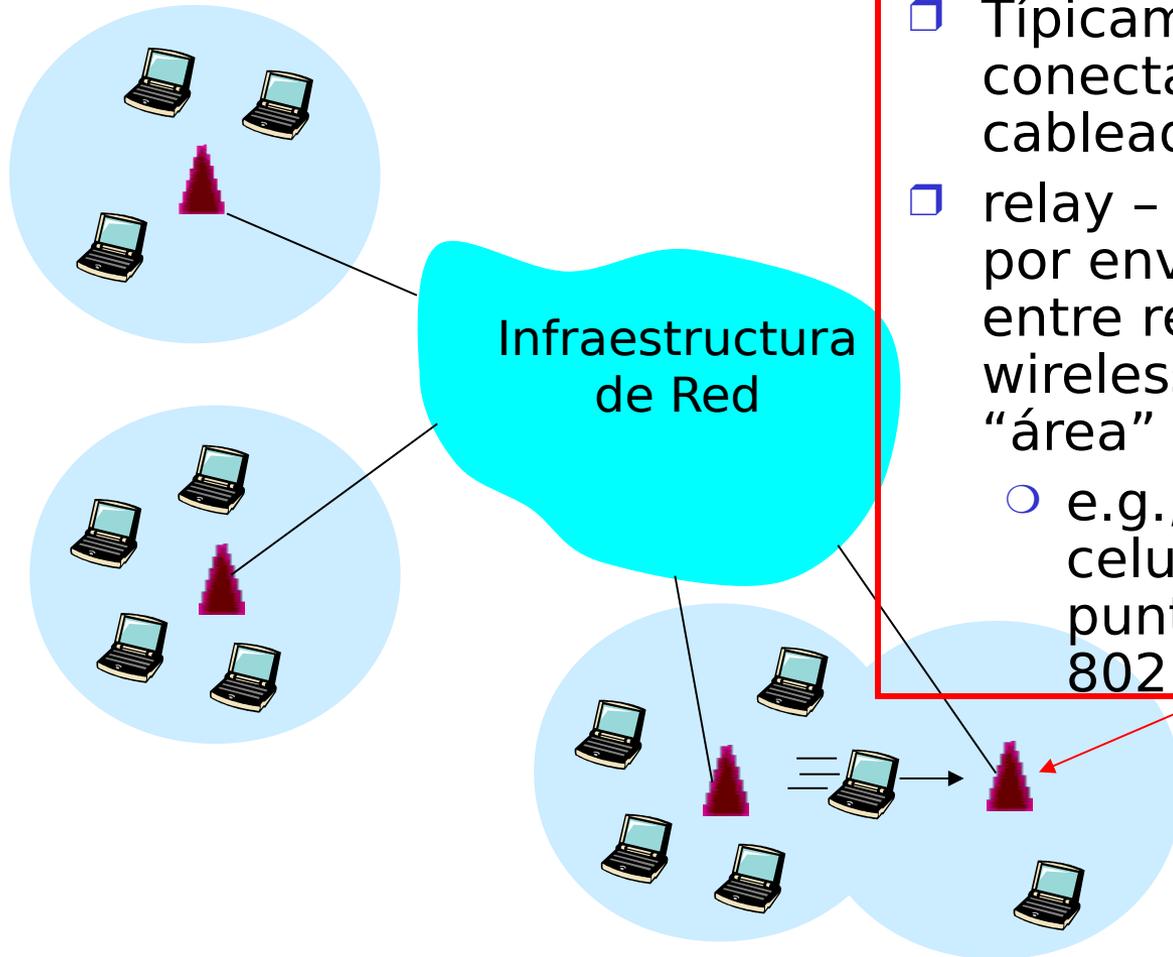
Movilidad

- ❑ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ❑ 6.6 IP móvil
- ❑ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ❑ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- 6.9 Resumen

Elementos de una red inalámbrica



Elementos de una red inalámbrica

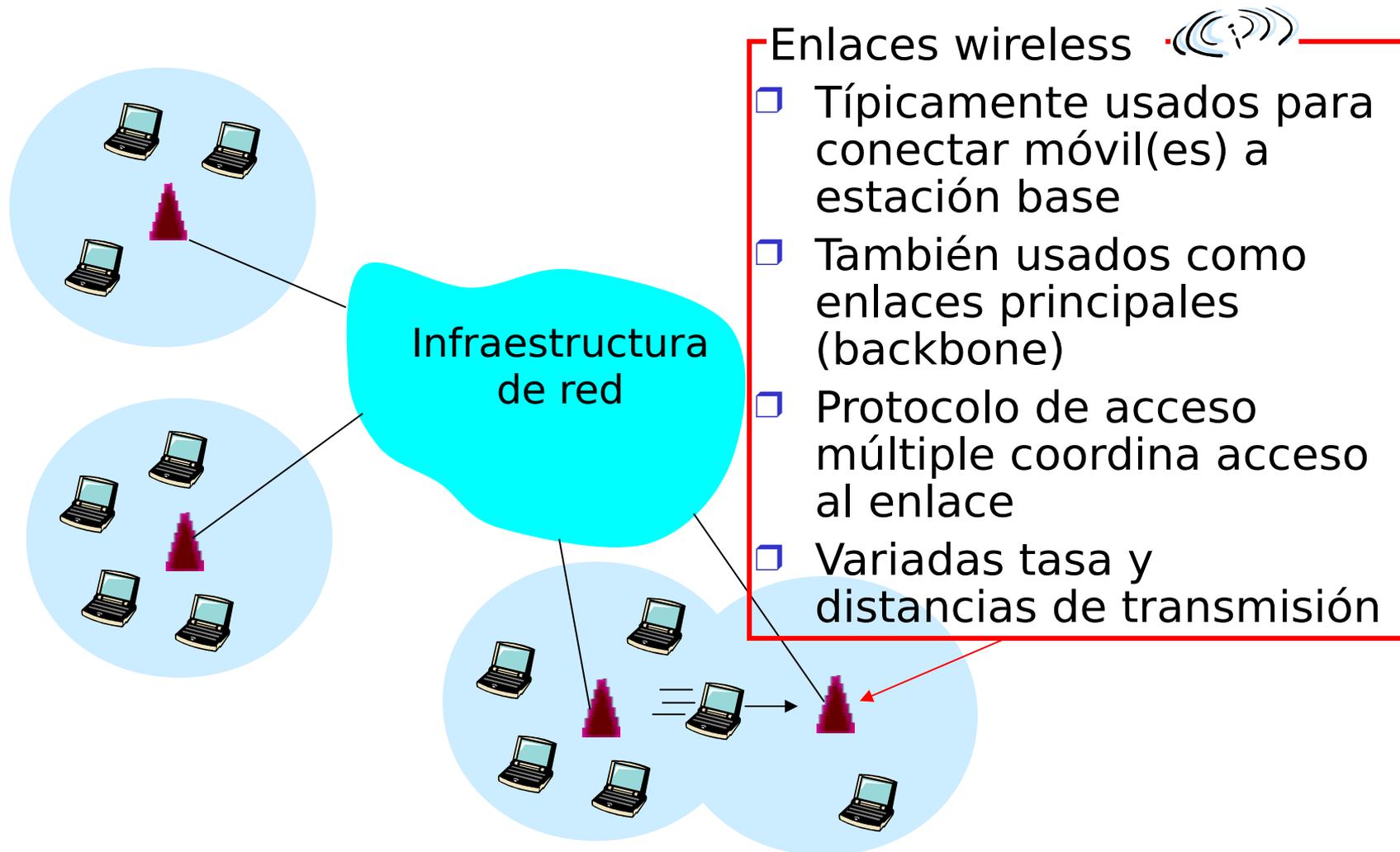


Estación base



- Típicamente conectada a red cableada
- relay – responsables por envío de paquetes entre red cableada y wireless host(s) en su “área”
 - e.g., torres celulares, (APs) puntos de acceso 802.11

Elementos de una red inalámbrica



Características de estándares de enlaces inalámbricos

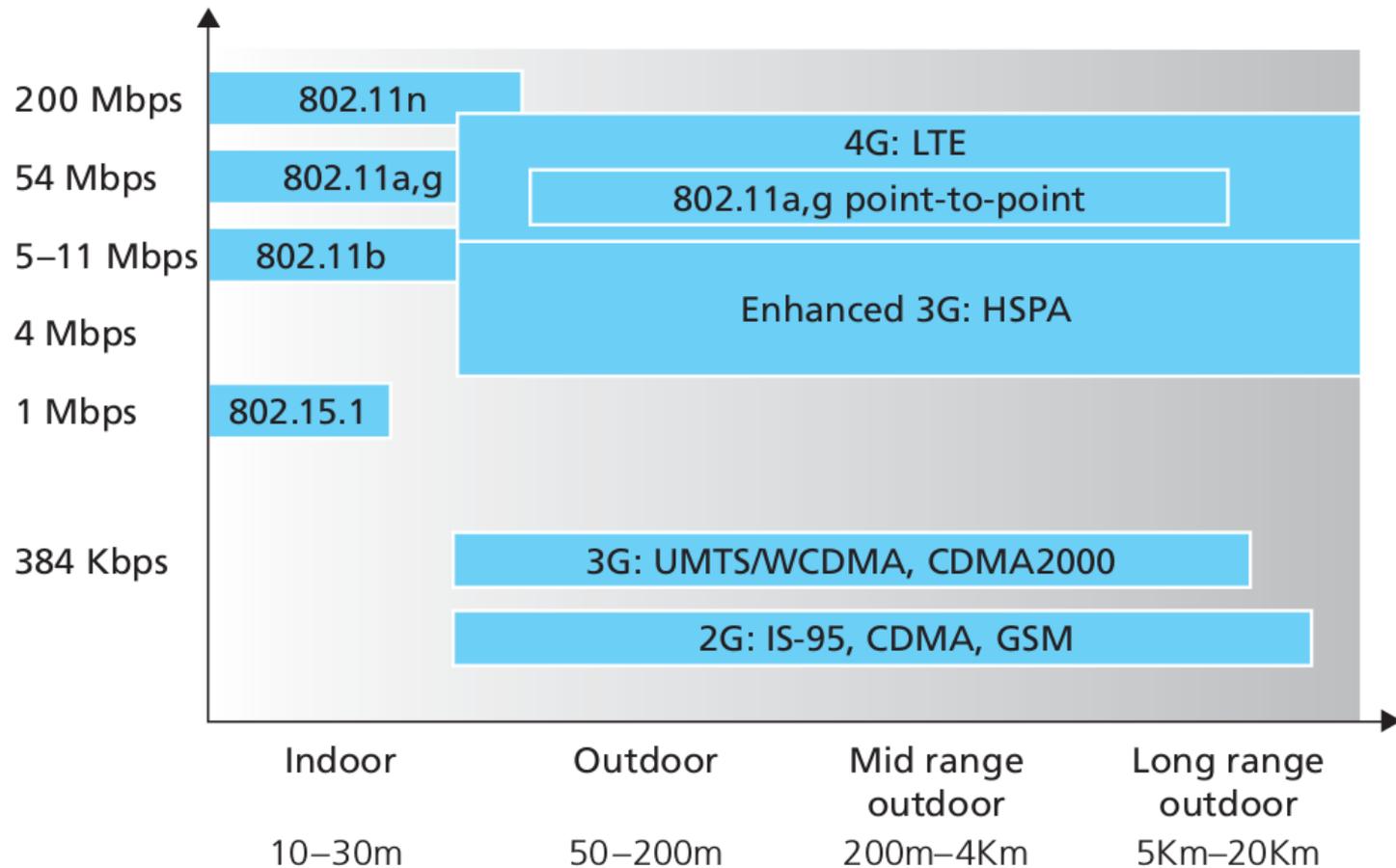
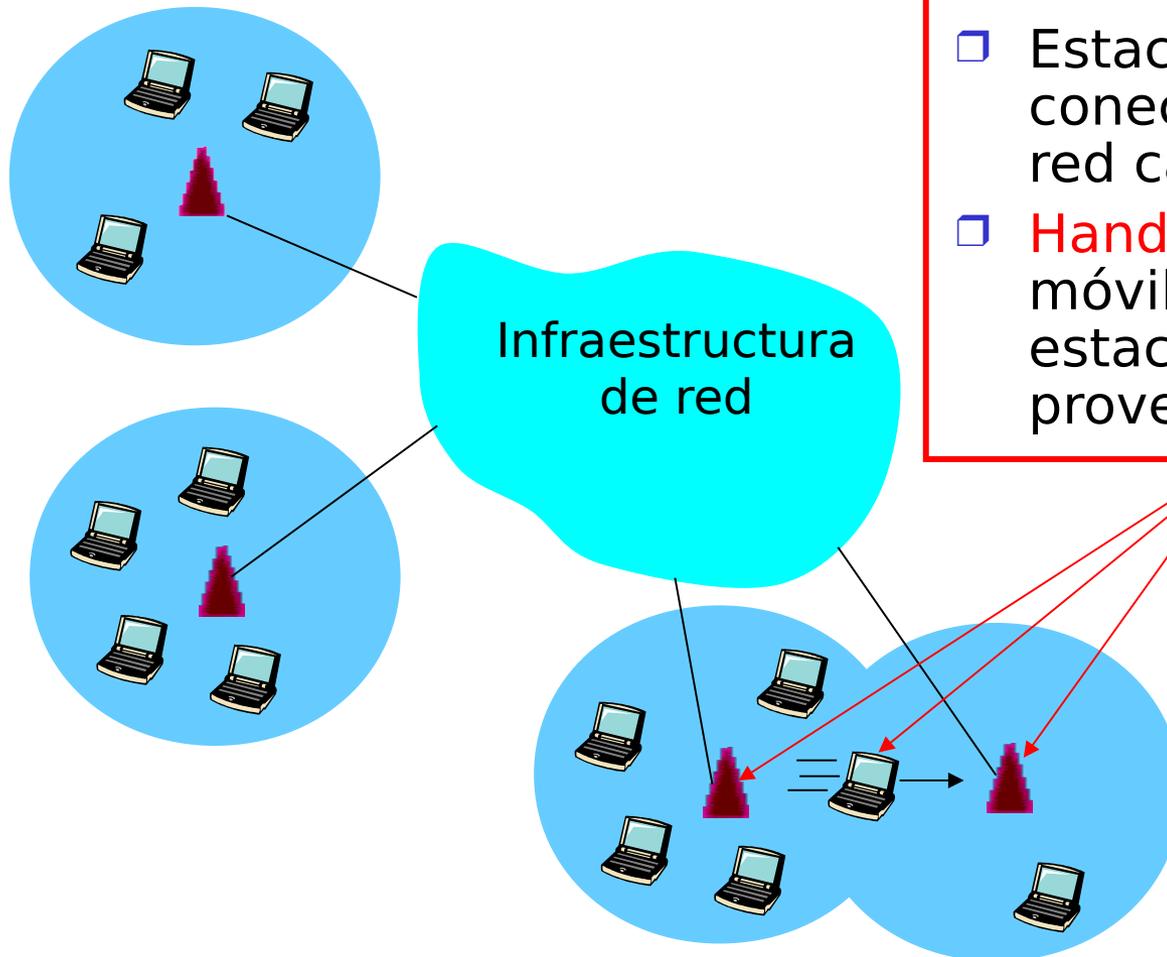


Figure 6.2 ♦ Link characteristics of selected wireless network standards

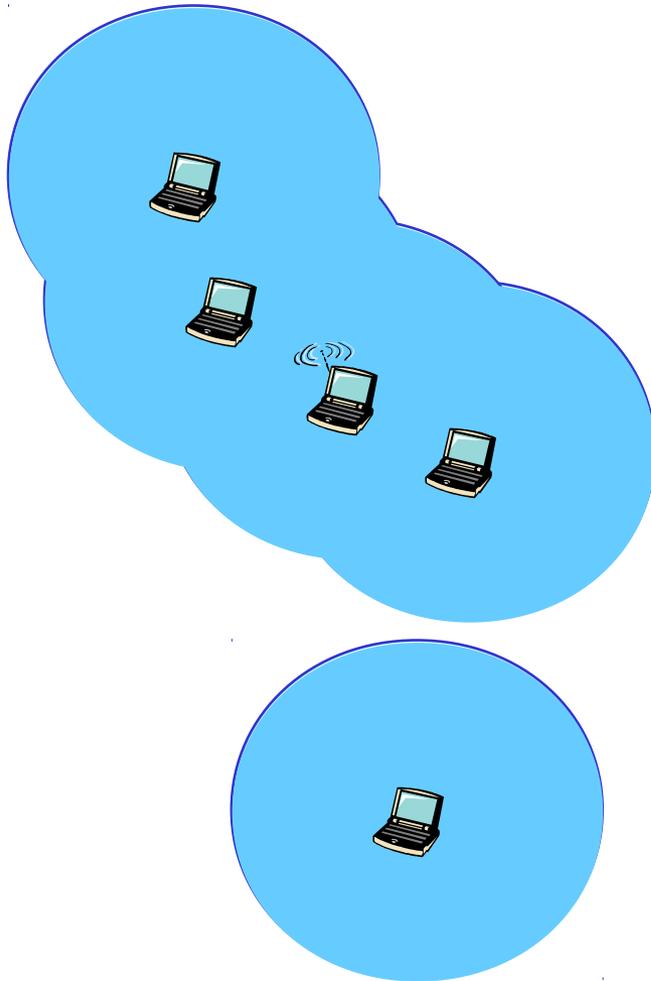
Elementos de una Red Inalámbrica



Modo infraestructura

- ❑ Estación base conecta móviles a la red cableada
- ❑ **Handoff o handover:** móvil cambia de estación base que provee conectividad

Elementos de una red inalámbrica



Modo Ad hoc

- ❑ no hay estación base
- ❑ Nodos sólo pueden transmitir a otros dentro de su cobertura
- ❑ nodos se organizan en red entre ellos, proveen servicios de ruteo, asignación de direcciones, entre ellos

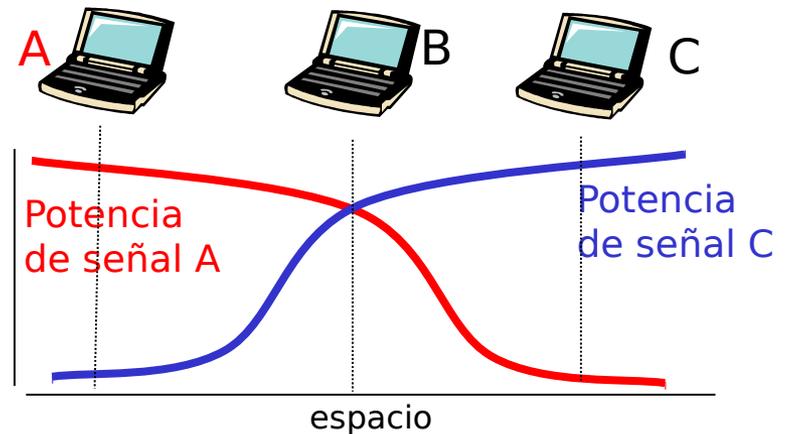
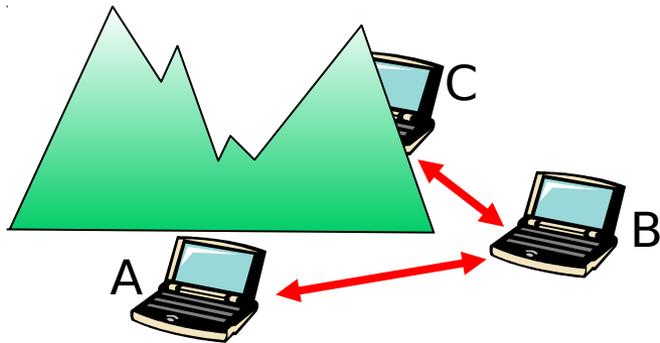
Características de los enlaces inalámbricos

Diferencias con enlaces cableados

- **Potencia de la señal reducida:** señales de radio se atenúan al propagarse (pérdidas de enlace)
- **interferencia de otras fuentes:** frecuencias estándares de redes wireless (e.g., 2.4 GHz) compartidas con otros dispositivos (e.g., teléfonos); otros como motores.
- **Propagación multitrayectoria:** señal de radio se refleja en objetos y tierra, llega a destino con diferencias de tiempo

Características de las redes Inalámbricas

Transmisores y receptores inalámbricos múltiples crean problemas adicionales (además de acceso múltiple):



Problema del terminal oculto

- B, A se escuchan
- B, C se escuchan
- A, C no se escuchan, A, C no saben de su interferencia en B

Decaimiento de señal:

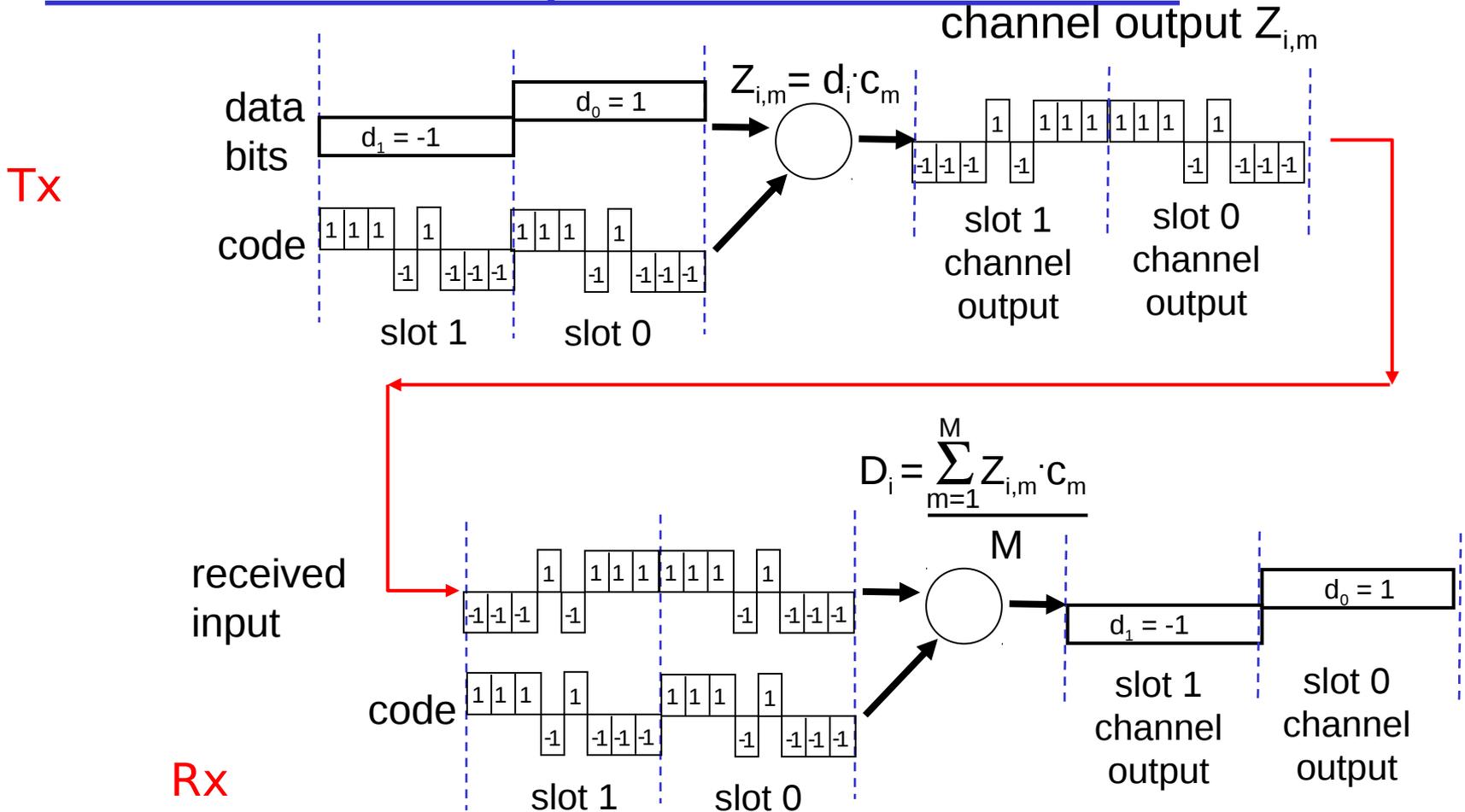
- B, A se escuchan
- B, C se escuchan
- A, C no se escuchan e interfieren en B

Acceso múltiple por División de Código - Code Division Multiple Access (CDMA)

- ❑ Usado en varios estándares de canales broadcast inalámbricos (celular, satélite, etc)
- ❑ “Código” único asignado a cada cliente; i.e., código define partición
- ❑ Todos los usuarios comparten la misma frecuencia, pero cada usuario tiene su secuencia de bits propia (i.e., código también llamado “chip”) para codificar los datos
- ❑ *Señal codificada* = (data original) X (secuencia de chipping)
- ❑ *decodificación*: producto interno de la señal codificada con la secuencia de chipping
- ❑ Permite que múltiples usuarios puedan “coexistir” y transmitir simultáneamente con interferencia mínima (si el código es “ortogonal”, es decir la suma de su producto es cero.)

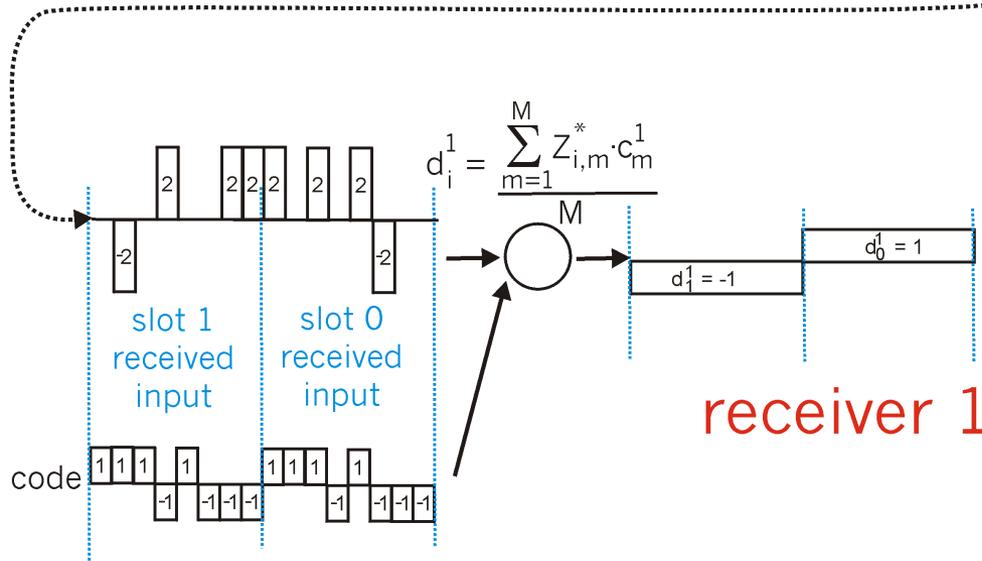
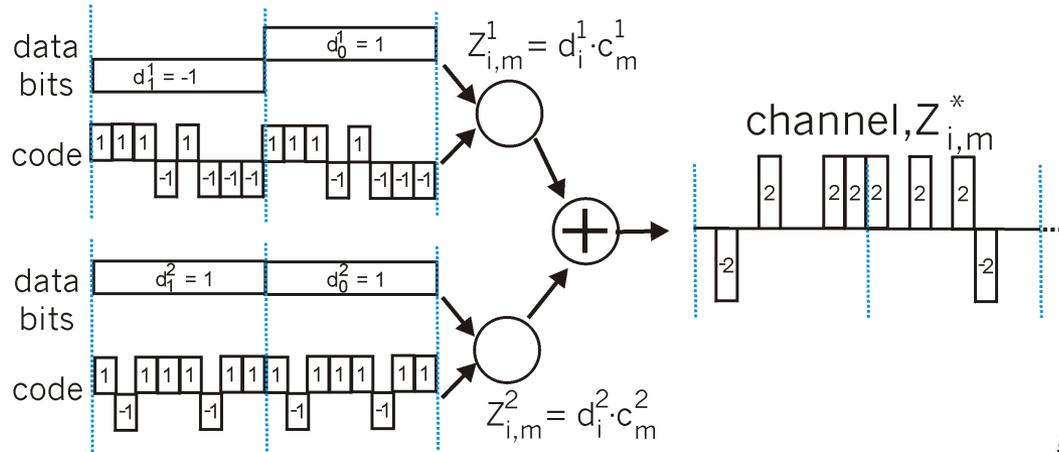
CDMA

Codificación/Decodificación



CDMA: interferencia de dos-Txs

senders



Capítulo 6: Contenidos

6.1 Introducción

Wireless

- ❑ 6.2 Enlaces Wireless, características
 - CDMA
- ❑ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ❑ 6.4 Acceso a Internet vía celular
 - arquitectura
 - estándares (e.g., GSM)

Movilidad

- ❑ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ❑ 6.6 IP móvil
- ❑ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ❑ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- ❑ 6.9 Resumen

IEEE 802.11 Wireless LAN

❑ 802.11b

- 2.4-2.5 GHz espectro de radio “no licenciado”
- hasta 11 Mbps
- Direct sequence spread spectrum (DSSS) en capa física
 - Todos los hosts usan el mismo código de chip

❑ 802.11a

- Frec. 5-6 GHz
- hasta 54 Mbps

❑ 802.11g

- Frec. 2.4-2.5 GHz
- hasta 54 Mbps

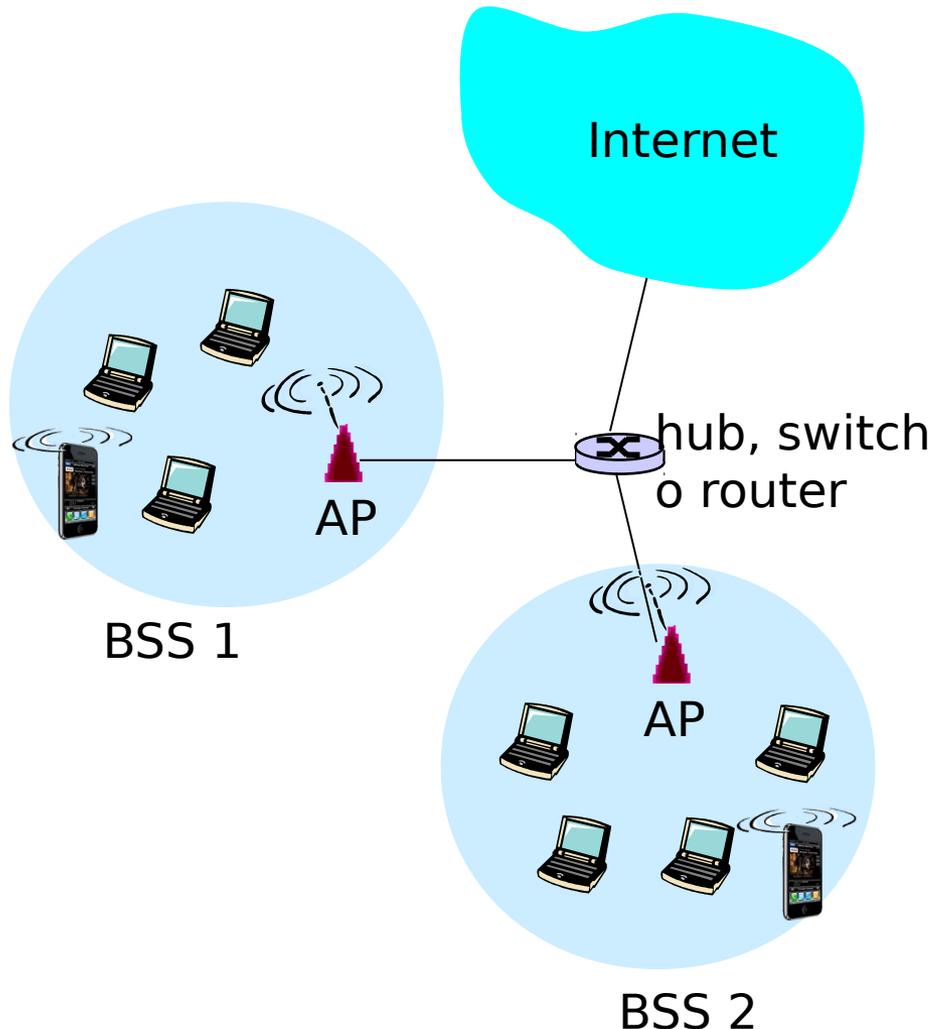
❑ 802.11n: antenas múltiples

- Frec. 2.4-5 GHz
- Hasta 200 Mbps

-
- ❑ Todos usan CSMA/CA para acceso múltiple
 - ❑ Todos tienen versiones con estación base y ad-hoc

Hasta aquí llegamos con ELO322
el 1° sem. 2016

802.11 Arquitectura LAN



- Hosts inalámbricos se comunican con estación base
 - Estación base= access point (AP)
- Basic Service Set (BSS) (aka “cell”) en modo infraestructura contiene:
 - Hosts inalámbricos
 - access point (AP): Estación base
- Modo ad hoc: sólo hosts

aka: **also known as**

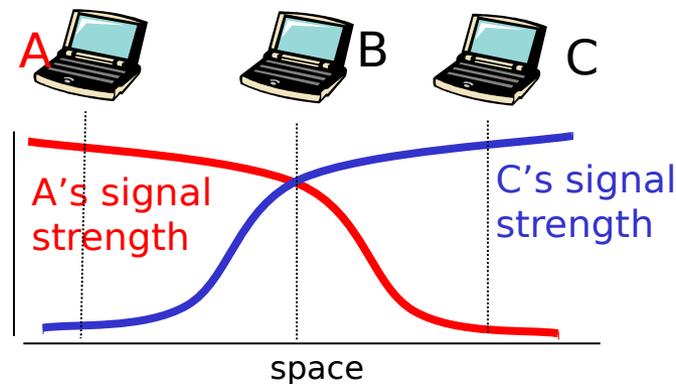
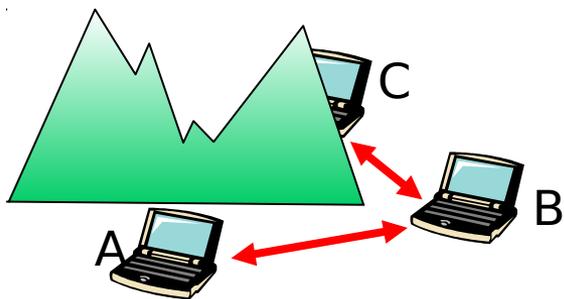
802.11: Canales, asociación

- ❑ 802.11b: 2.4GHz-2.485GHz espectro dividido en 11 canales de frecuencias diferentes
 - Administrador de AP elige frecuencia (canal).
 - Posible interferencia: canal puede ser el mismo que el de AP vecino!
- ❑ host: deben *asociarse* con AP
 - Rastrea canales, escuchando por *trama beacon* que contiene el nombre del AP (SSID) y dir. MAC
 - selecciona AP a cual asociarse
 - Puede efectuar autenticación [Capítulo 8]
 - Típicamente corre DHCP para obtener IP en la subred del AP

SSID: Service Set IDentification

IEEE 802.11: acceso múltiple

- ❑ Abolir colisiones: 2 o más nodos transmitiendo al mismo tiempo
- ❑ 802.11: CSMA - sensar antes de transmitir
 - Evita colisión con transmisión en curso de otros nodos
- ❑ 802.11: *no* usa detección de colisión!
 - Difícil para receptor (sensar colisión) cuando está transmitiendo debido a pequeña señal recibida (desvanecimiento)
 - No puede sensar todas la colisiones: terminal oculto, desvanecimiento
 - meta: **abolir colisiones**: CSMA/C(ollision)A(voidance)



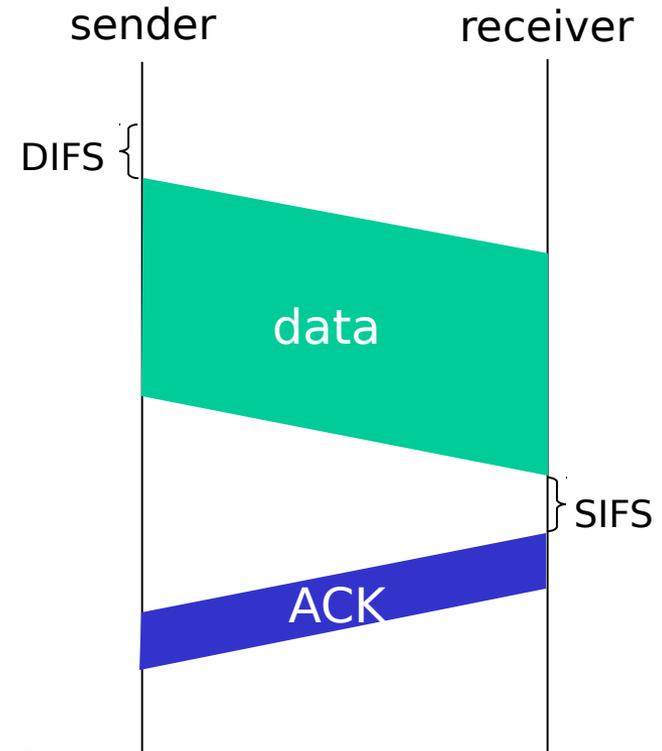
IEEE 802.11 Protocolo MAC: CSMA/CA

802.11 Tx

- 1 si sensa canal libre por **DIFS** entonces transmite trama entera (no CD)
- 2 si sensa canal ocupado entonces
Inicia tiempo de backoff aleatorio
Timer se decrementa mientras canal está libre
Transmite cuando el timer expira
Si no hay ACK, incrementa intervalo de backoff aleatorio, repite 2

802.11 Rx

- si trama recibida es OK
retorna ACK después de **SIFS** (ACK necesario debido además a problema del terminal oculto)



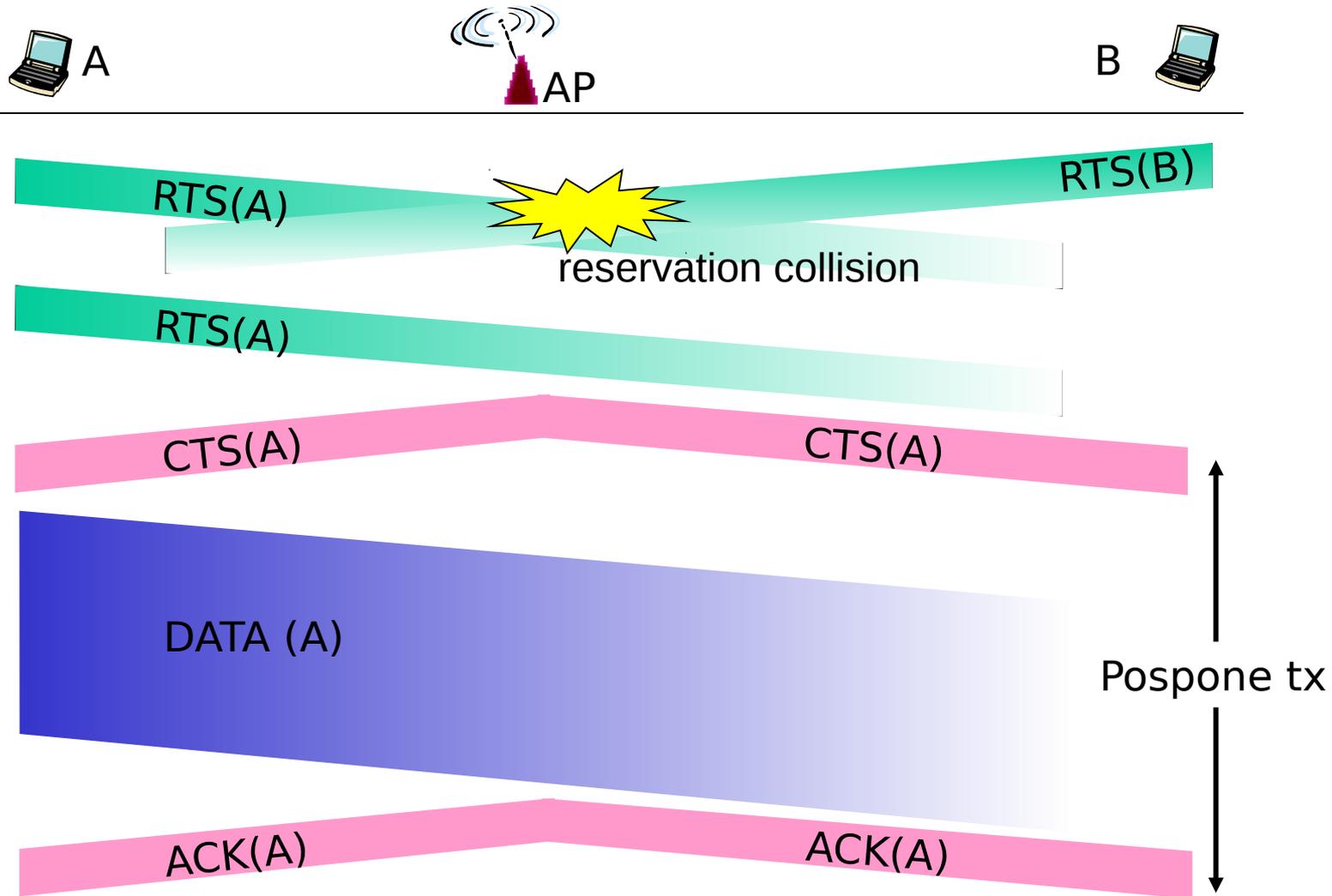
Abolición de colisiones (cont.)

idea: permitir a Tx “reservar” el canal en lugar de usar acceso aleatorio de tramas: abolir colisiones de largas tramas de datos.

- ❑ Tx primero transmite request-to-send (RTS) *pequeño* a BS (AP) usando CSMA
 - RTSs pueden colisionar entre sí (pero son cortos)
- ❑ BS difunde un clear-to-send CTS en respuesta a RTS
- ❑ CTS es escuchado por todos los nodos
 - Tx transmite su trama
 - Otras estaciones posponen su transmisión

Permite abolir colisiones de tramas de datos completamente usando paquetes de reserva pequeños!

Abolición de Colisiones: RTS-CTS



Algunas implementaciones de ARP actualizan la asociación IP-MAC cuando se recibe un mensaje de respuesta ARP aún cuando no se haya difundido una consulta ARP. Muestre cómo esta debilidad puede ser explotada para hacer pasar por una máquina intermedia el tráfico que se desea enviar al router.



- ❑ La máquina atacante puede enviar una respuesta ARP a la máquina A diciendo que su MAC es la correspondiente a la IP del router. Luego envía una respuesta ARP al router diciendo que su MAC es la correspondiente a la IP de la máquina A.

Programas como wireshark permiten monitorear todos los paquetes disponibles en el cable de la interfaz que ésta captura. Suponga que usted necesita monitorear con wireshark todos paquetes de un brazo robótico conectado a un switch, ¿Cómo lo puede hacer?

- ❑ Ese monitoreo se puede realizar con facilidad usando un HUB, el cual se conecta entre el switch y el brazo robótico. Así conectamos nuestro computador con wireshark al hub y tenemos acceso a todo el tráfico enviado y recibido por el brazo robótico.

Alguien se pregunta ¿Por qué los switches ocupan CSMA/CD cuando envían datos siendo que usan dos pares trenzados para enviar datos y dos para recibir datos? Puede usted dar una explicación.

- ❑ Los switches funcionan igualmente si en una de sus bocas tiene conectando otro switch o un hub. Cuando se conecta un hub, el switch debe usar CSMA/CD pues cuando el par receptor de datos está activo, todos los pares receptores de los equipos el hub lo estará. El envío de datos por parte del switch en este caso generará colisión.

Fin ... ELO322