

Capitolo 6

Wireless

e reti mobili

Nota per l'utilizzo:

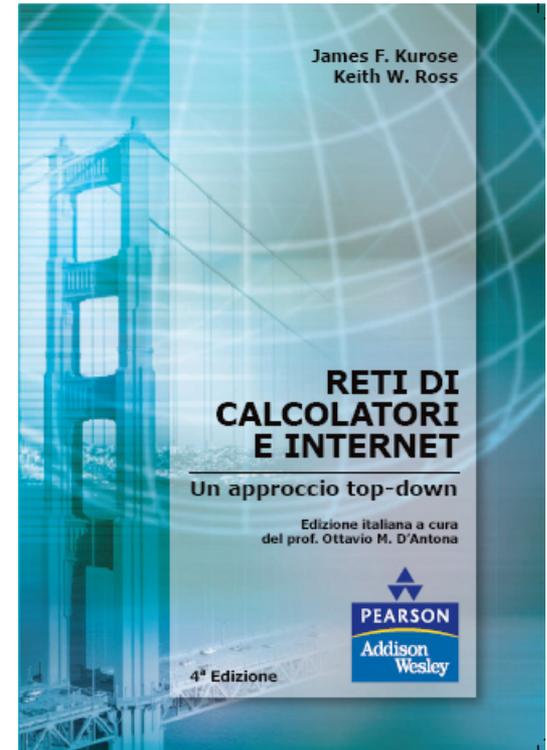
Abbiamo preparato queste slide con l'intenzione di renderle disponibili a tutti (professori, studenti, lettori). Sono in formato PowerPoint in modo che voi possiate aggiungere e cancellare slide (compresa questa) o modificarne il contenuto in base alle vostre esigenze.

Come potete facilmente immaginare, da parte nostra abbiamo fatto *un sacco* di lavoro. In cambio, vi chiediamo solo di rispettare le seguenti condizioni:

- ❑ se utilizzate queste slide (ad esempio, in aula) in una forma sostanzialmente inalterata, fate riferimento alla fonte (dopo tutto, ci piacerebbe che la gente usasse il nostro libro!)
- ❑ se rendete disponibili queste slide in una forma sostanzialmente inalterata su un sito web, indicate che si tratta di un adattamento (o che sono identiche) delle nostre slide, e inserite la nota relativa al copyright.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

All material copyright 1996-2007
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved



*Reti di calcolatori e Internet:
Un approccio top-down*

4ª edizione
Jim Kurose, Keith Ross

Pearson Paravia Bruno Mondadori Spa
©2008

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

Background:

- ❑ Nell'ultimo decennio il numero degli abbonati ai servizi di telefonia mobile ha superato il numero degli abbonati alle linee fisse!
- ❑ L'avvento dei laptop e dei palmari, con le loro promesse di accesso a Internet in ogni momento e in ogni luogo, potrebbe generare un'identica esplosione anche dell'uso dei dispositivi wireless per Internet?
- ❑ Due sfide importanti (ma differenti)
 - Comunicazione su collegamento wireless
 - Gestione degli utenti mobili che cambiano il punto di collegamento alla rete

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet

- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

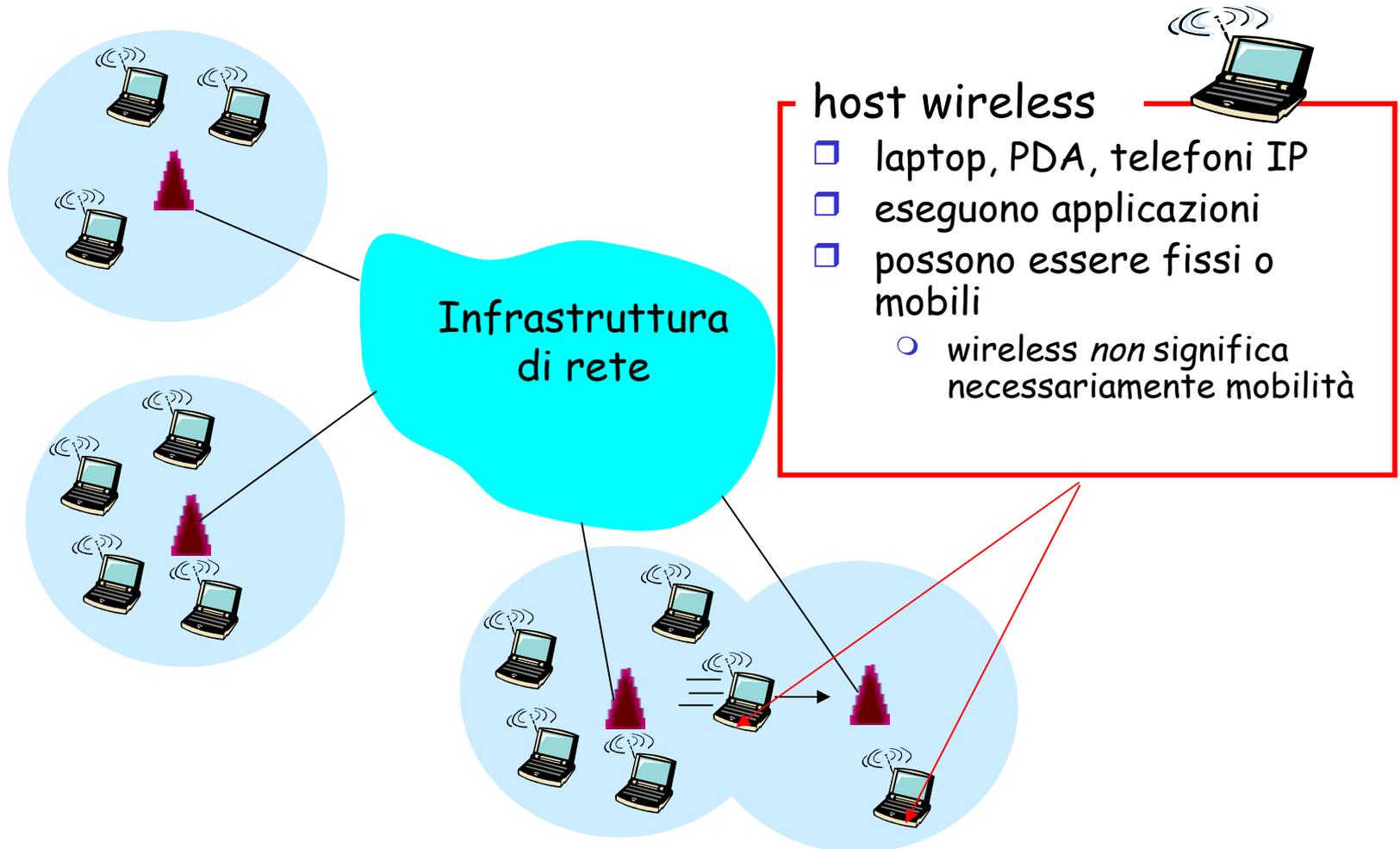
6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

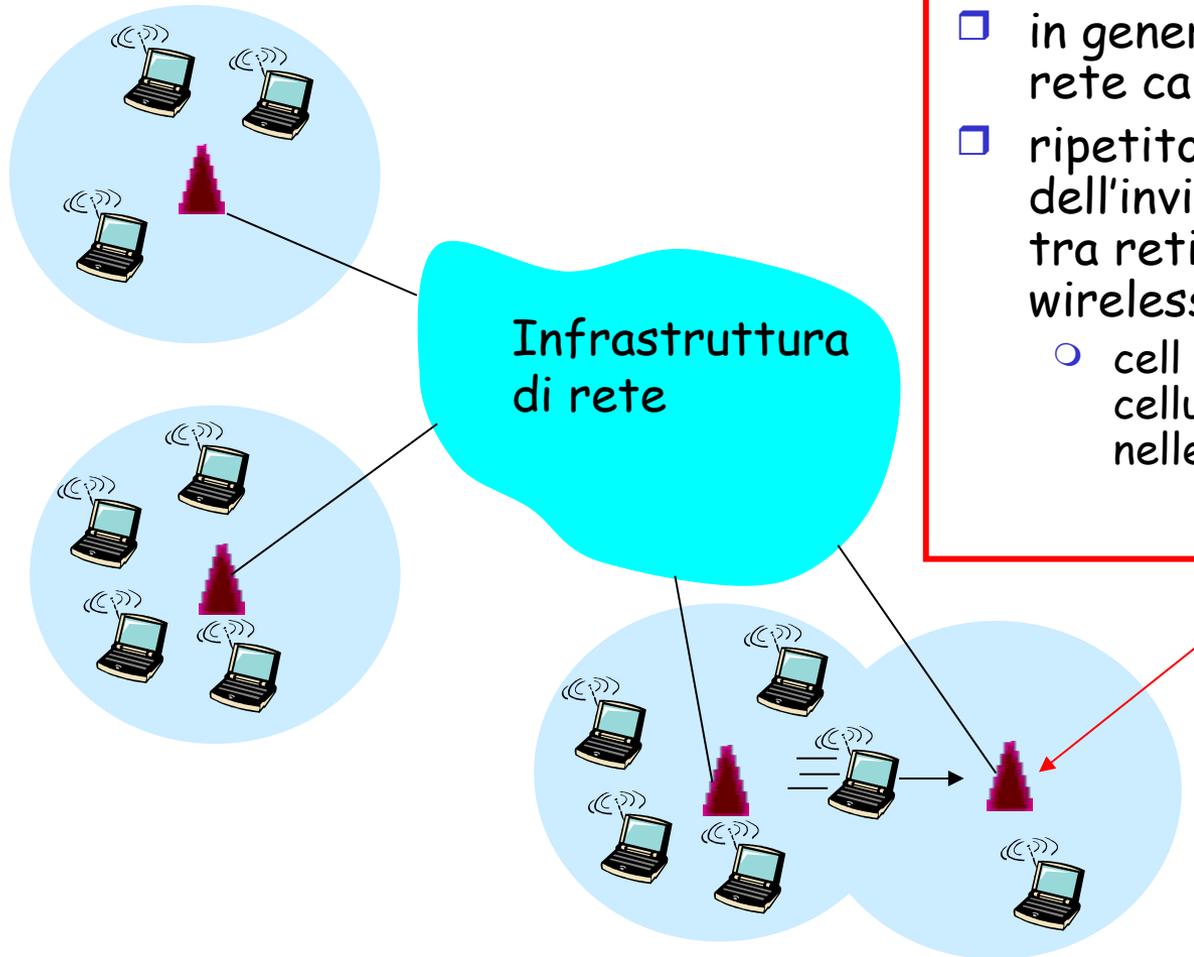
6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Componenti di una rete wireless



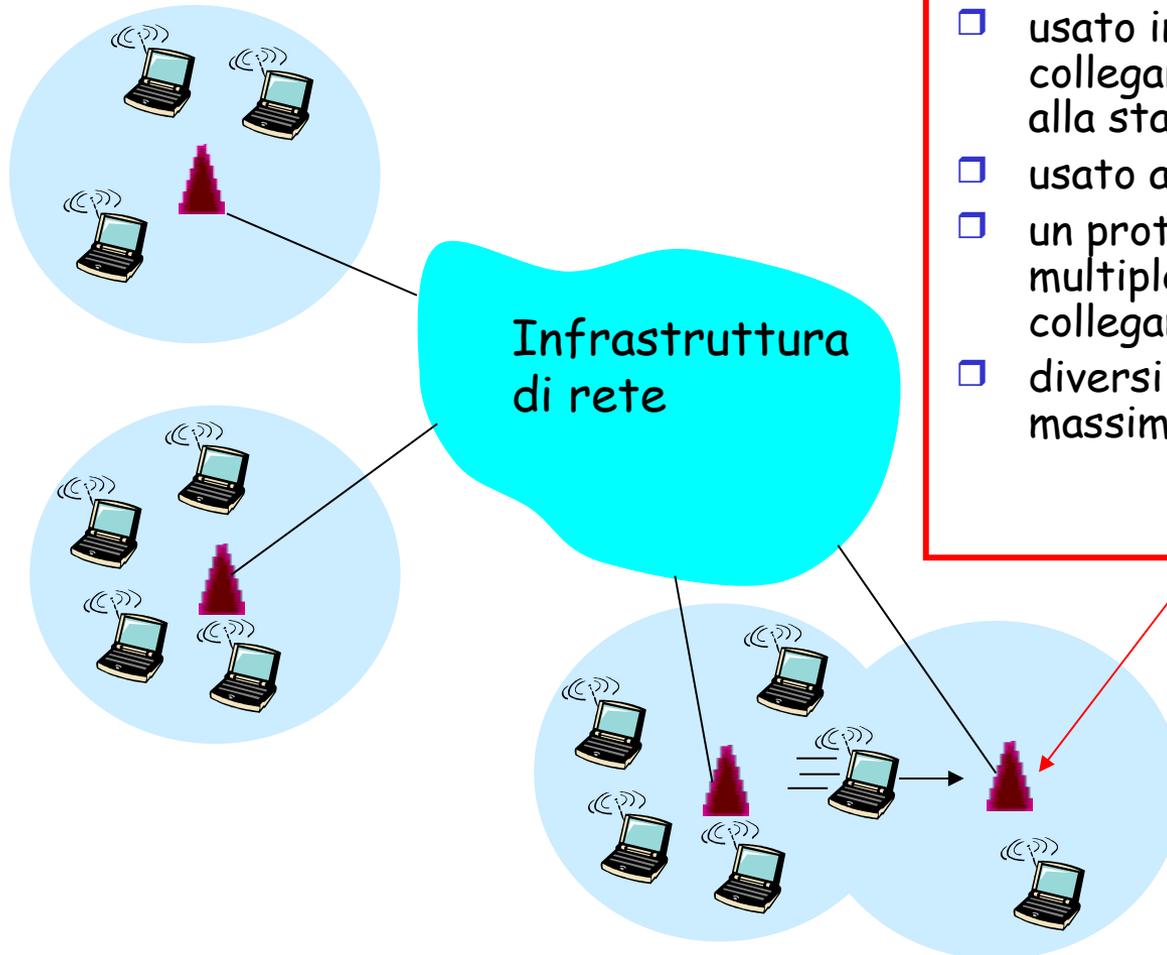
Componenti di una rete wireless



stazione base

- in genere connessa a una rete cablata
- ripetitore: responsabile dell'invio di pacchetti tra reti cablate e host wireless nella sua "area"
 - cell tower nelle reti cellulari e access point nelle LAN 802.11

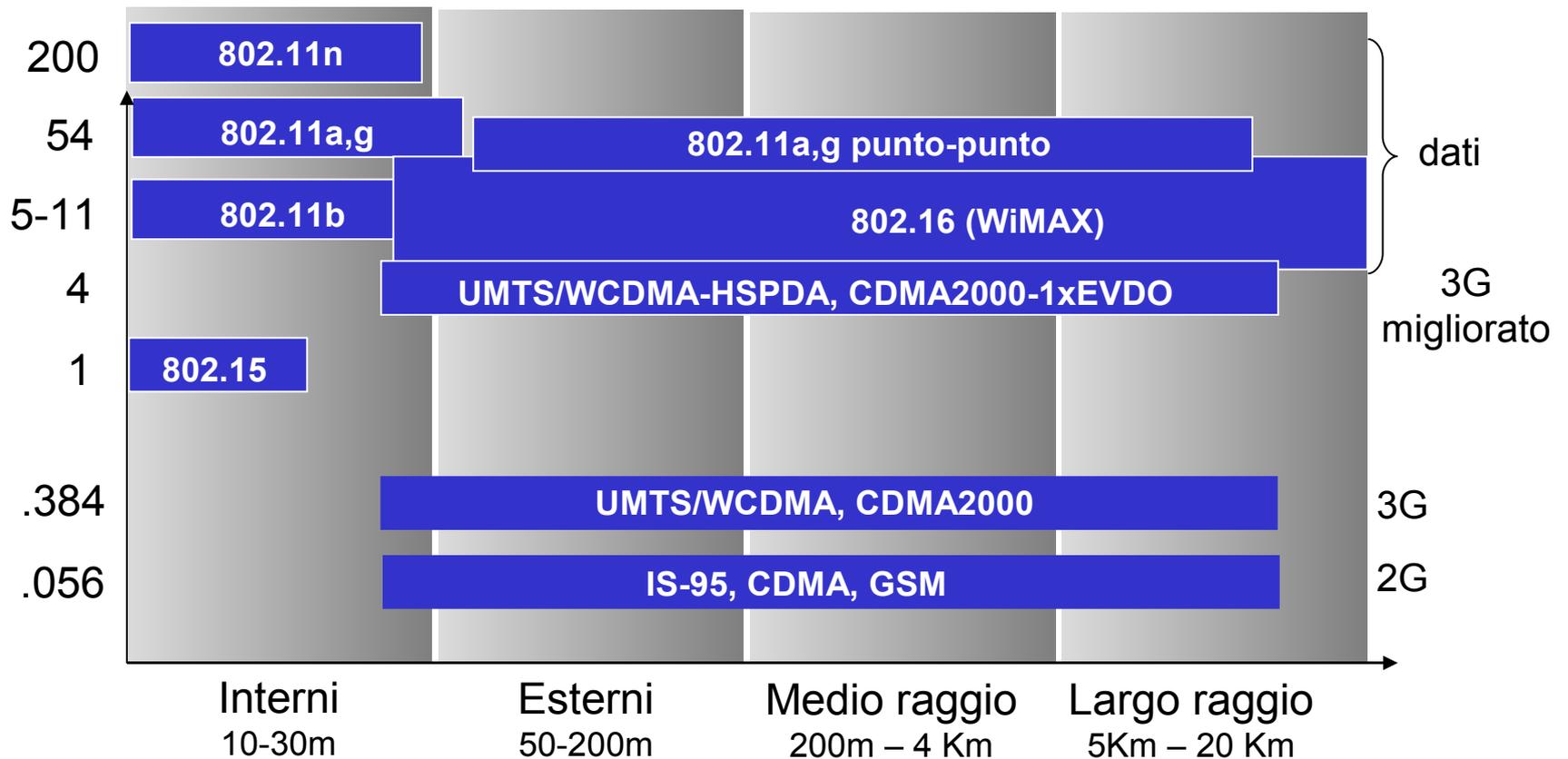
Componenti di una rete wireless



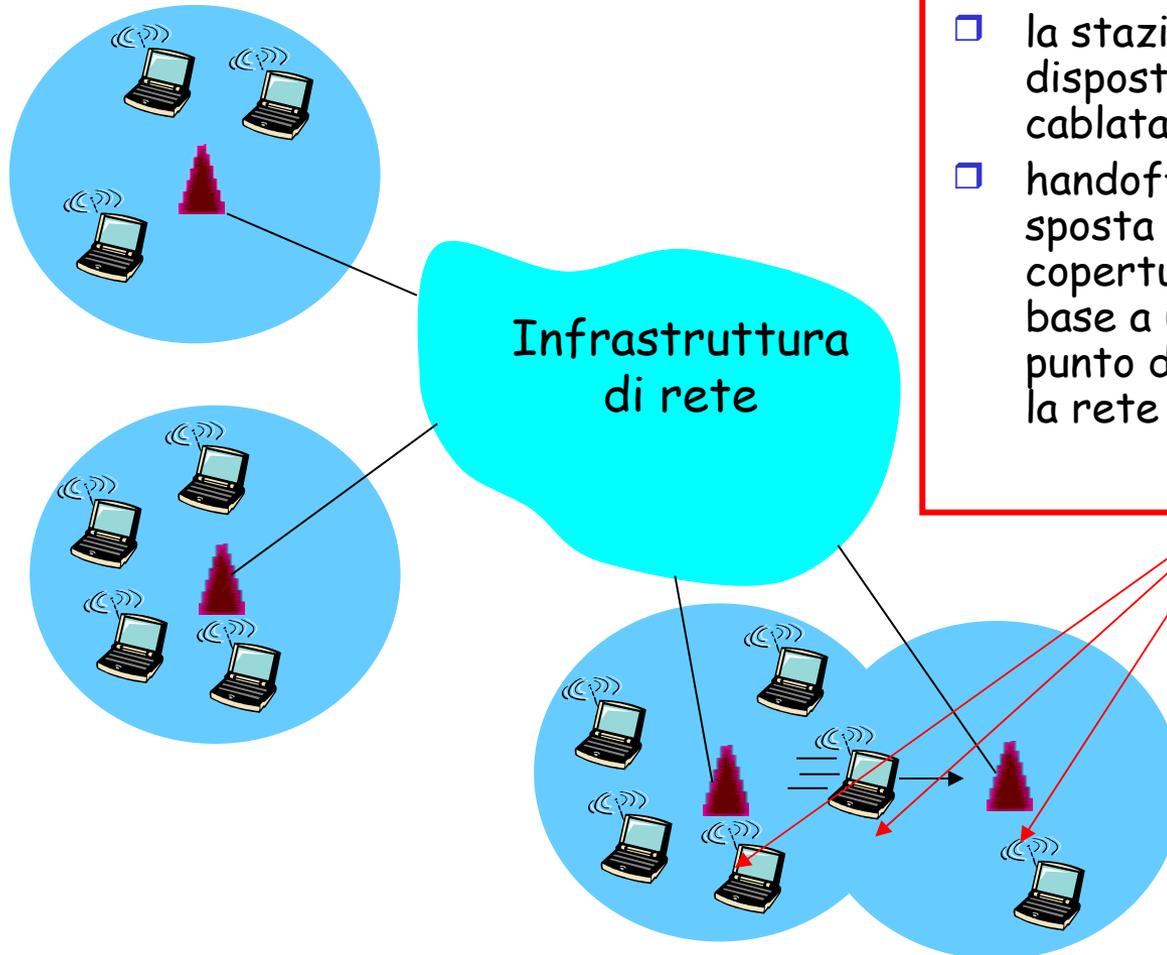
Collegam. wireless

- usato in genere per collegare dispositivi mobili alla stazione base
- usato anche come dorsale
- un protocollo ad accesso multiplo regola l'accesso al collegamento
- diversi tassi trasmissivi e massime distanze utili

Standard a livello di link per reti wireless



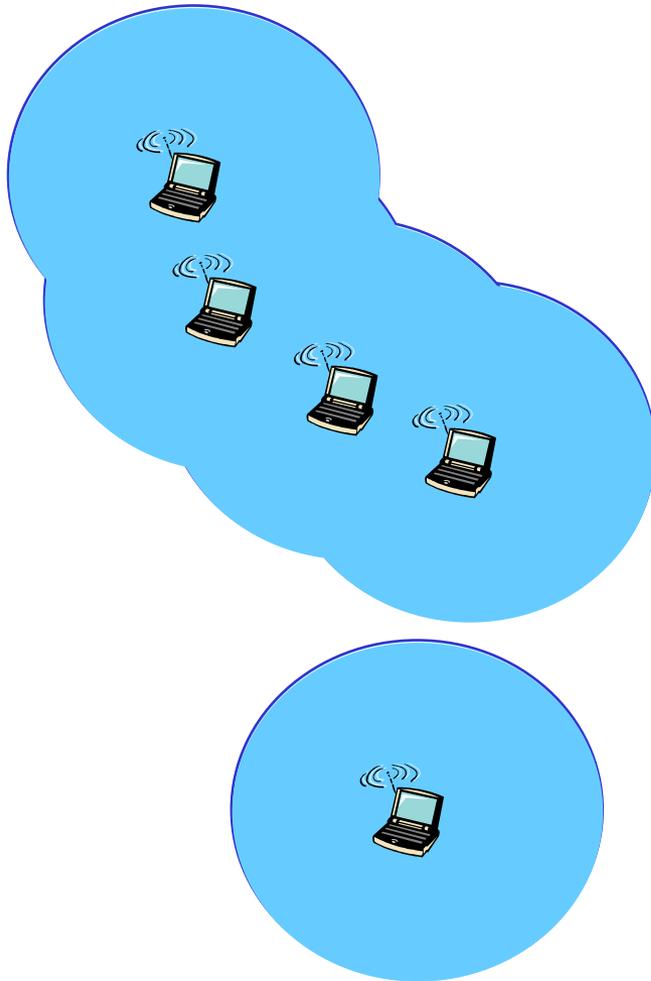
Componenti di una rete wireless



modalità infrastruttura

- la stazione base connette i dispositivi mobili a una rete cablata
- handoff: quando l'host si sposta dall'area di copertura di una stazione base a un'altra cambia il suo punto di collegamento con la rete globale

Componenti di una rete wireless



Reti ad hoc

- non ci sono stazioni base
- gli host wireless non hanno alcuna infrastruttura cui connettersi
- gli host stessi provvedono ai servizi d'instradamento, di assegnazione degli indirizzi, di DNS.

Tassonomia delle reti wireless

	hop singolo	hop multipli
Modalità infrastruttura (es. AP)	L'host si collega a una stazione base (WiFi, WiMAX, cellulare) che lo collega al resto della rete	Stazione base, tuttavia alcuni nodi potrebbero dover fare affidamento ad altri nodi wireless
Senza infrastruttura	Senza stazione base, uno dei nodi può coordinare la trasmissione degli altri (Bluetooth, reti ad hoc)	Senza stazione base, i nodi possono dover ritrasmettere i messaggi a molti altri nodi per raggiungere la destinazione

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet

- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

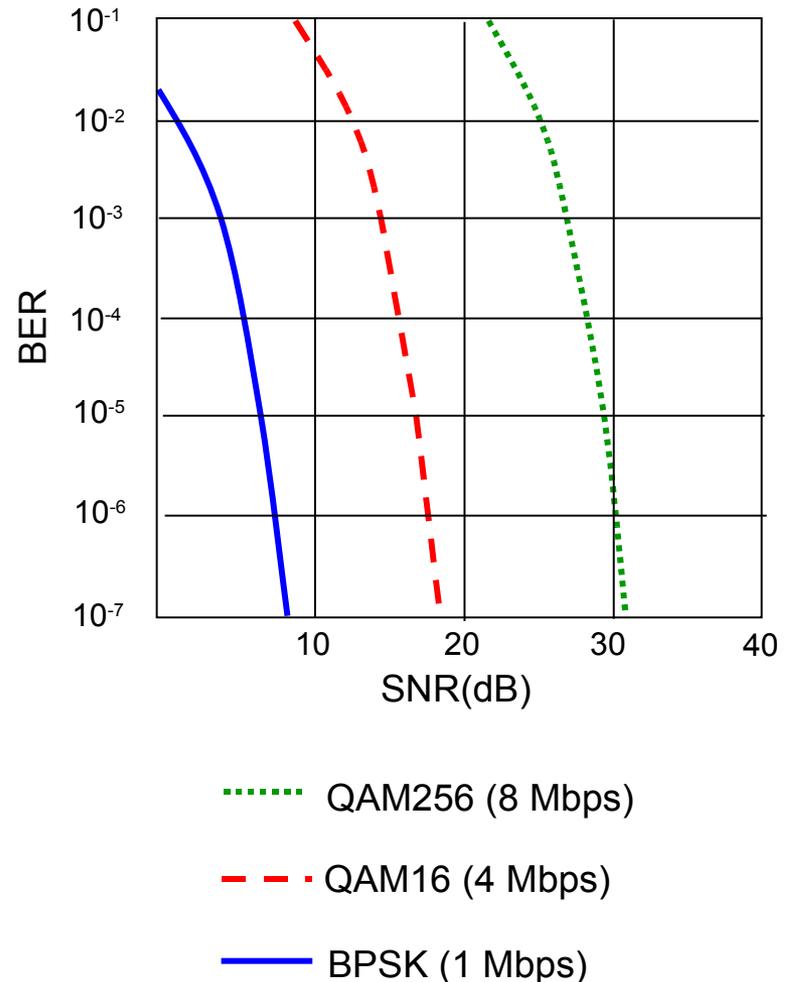
Le differenze rispetto a un collegamento cablato ...

- **attenuazione del segnale:** le radiazioni elettromagnetiche si attenuano quando attraversano determinati ostacoli; nello spazio libero l'intensità del segnale si attenua al crescere della distanza percorsa (*path loss*)
- **interferenze da parte di altre sorgenti:** frequenze wireless standard (es. 2,4 GHz) condivise da altri dispositivi (es. telefonini); anche rumori ambientali (es. motori) causano interferenza
- **propagazione su più cammini:** una parte delle onde elettromagnetiche si riflette su oggetti e sul terreno, compiendo cammini di diversa distanza tra trasmittente e ricevente

... rendono la comunicazione attraverso un collegamento wireless (persino un punto-punto) molto più "complessa".

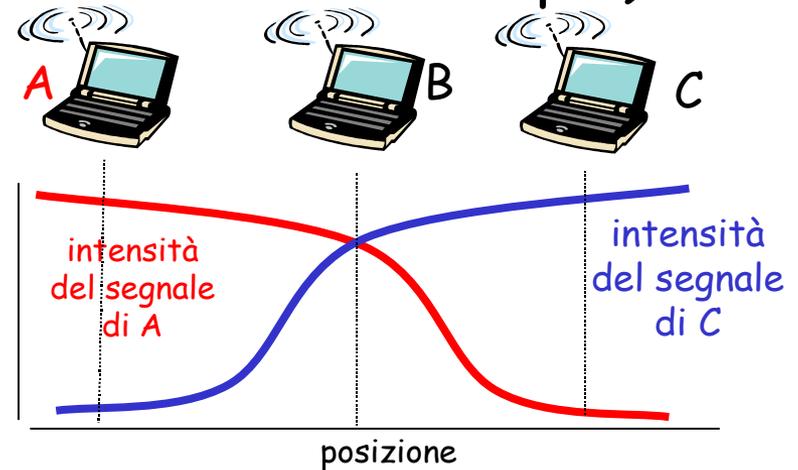
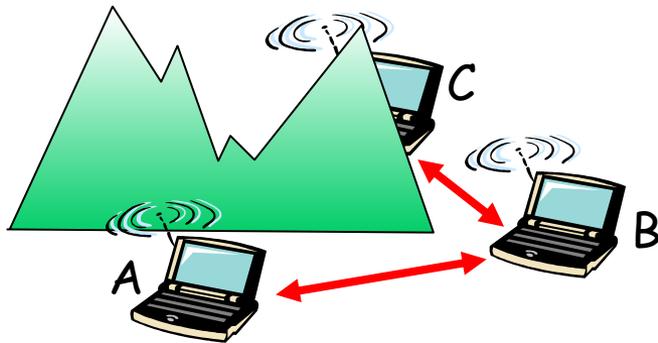
Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

- SNR: signal-to-noise ratio
 - un SNR più grande facilita il ricevente nell'estrazione del segnale trasmesso dal rumore di fondo.
- *Bilanciamento di SNR e BER*
 - Per un dato schema di modulazione, maggiore è SNR minore sarà il BER
 - Per un dato SNR, una tecnica di modulazione con più elevato tasso di trasmissione dei bit avrà un BER più alto



Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

Più mittenti e riceventi wireless creano problemi aggiuntivi (oltre a quelli legati all'accesso multiplo):



Problema del terminale nascosto

- B, A possono comunicare
- B, C possono comunicare
- A, C non possono comunicare
ma possono causare
interferenza presso la
destinazione B

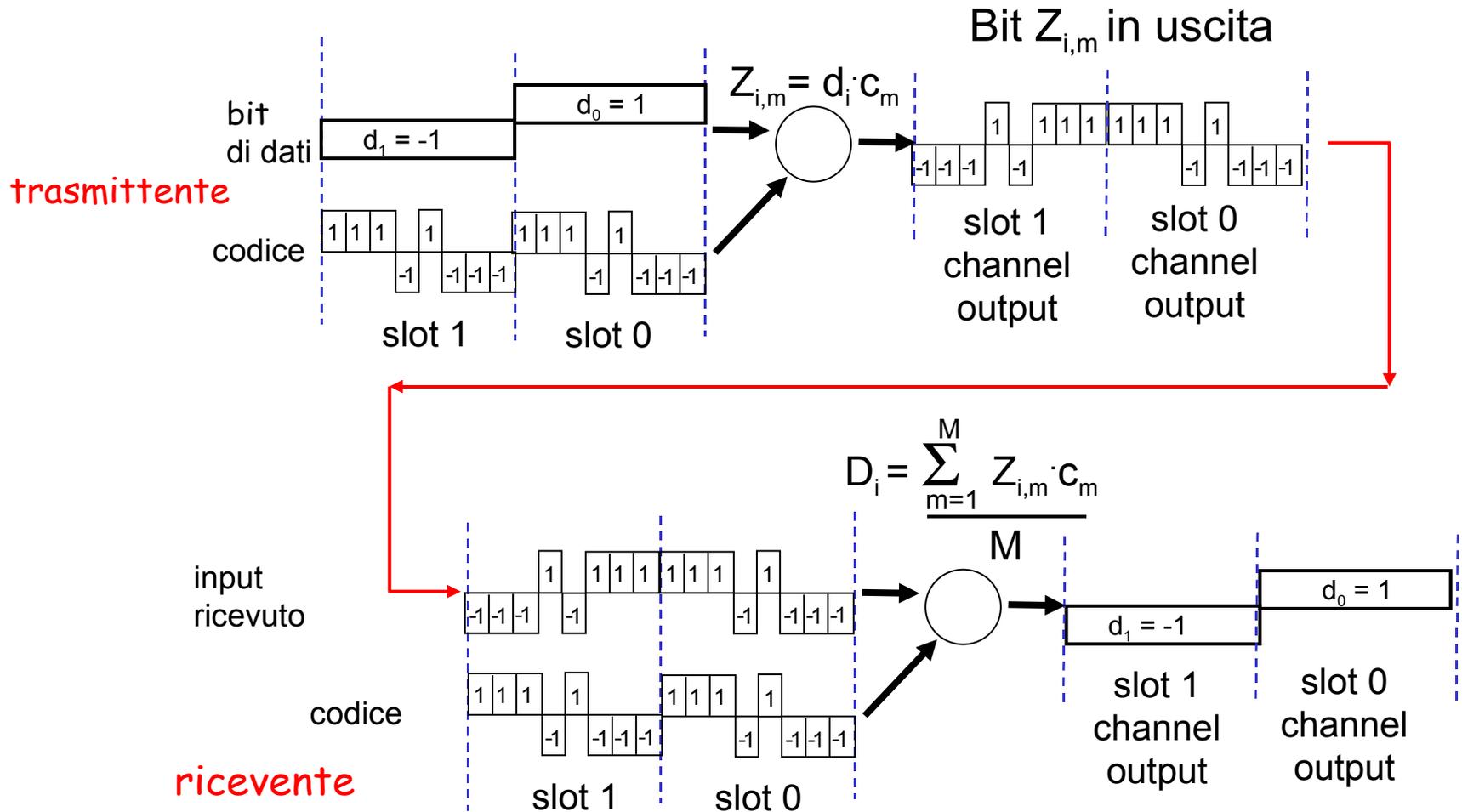
Fading:

- B, A possono comunicare
- B, C possono comunicare
- A, C non possono comunicare
ma causano interferenza
presso B

Code Division Multiple Access (CDMA)

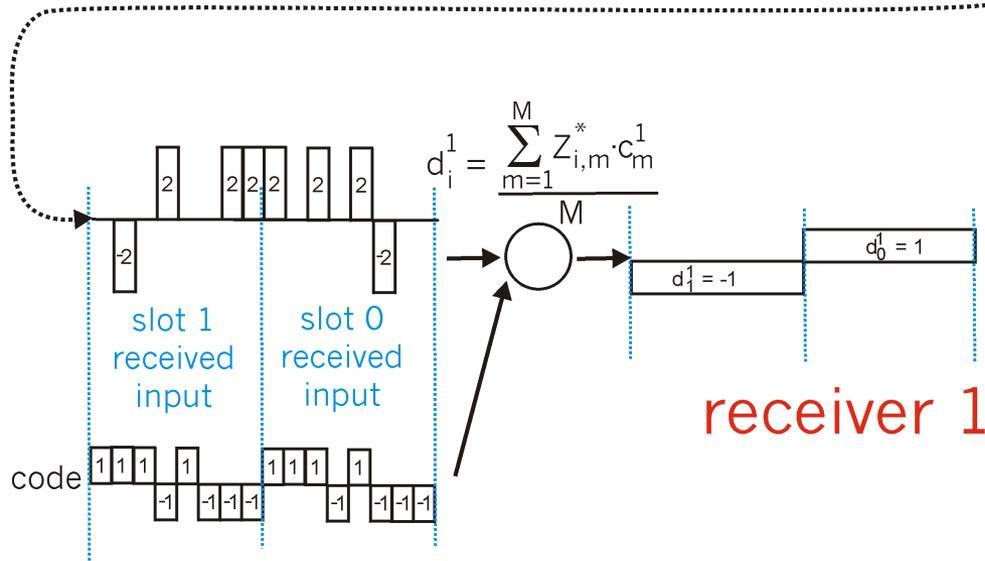
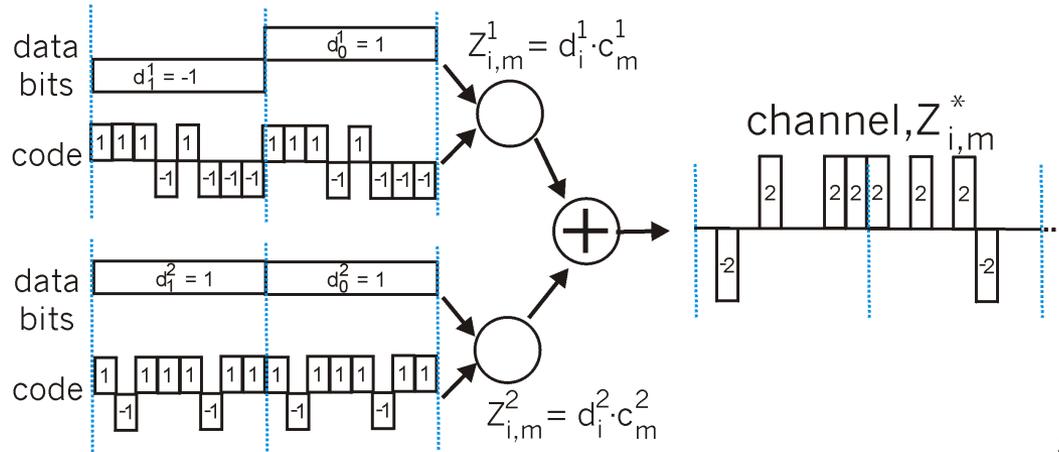
- ❑ È il protocollo di accesso al canale condiviso più diffuso nelle reti wireless e nelle tecnologie cellulari.
- ❑ Un "codice" unico viene assegnato a ciascun utente (*code set partitioning*).
- ❑ Tutti gli utenti condividono la stessa frequenza, ma ciascun utente ha una propria sequenza "chipping" per codificare i dati.
- ❑ *Segnale codificato* = (dati originari) X (sequenza chipping).
- ❑ *Decodifica*: prodotto interno del segnale codificato e sequenza chipping.
- ❑ Consente a più utenti di "coesistere" e trasmettere simultaneamente con un'interferenza minima (se i codici sono "ortogonali").

CDMA Codifica/Decodifica



CDMA: due trasmittenti

senders



Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet

- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

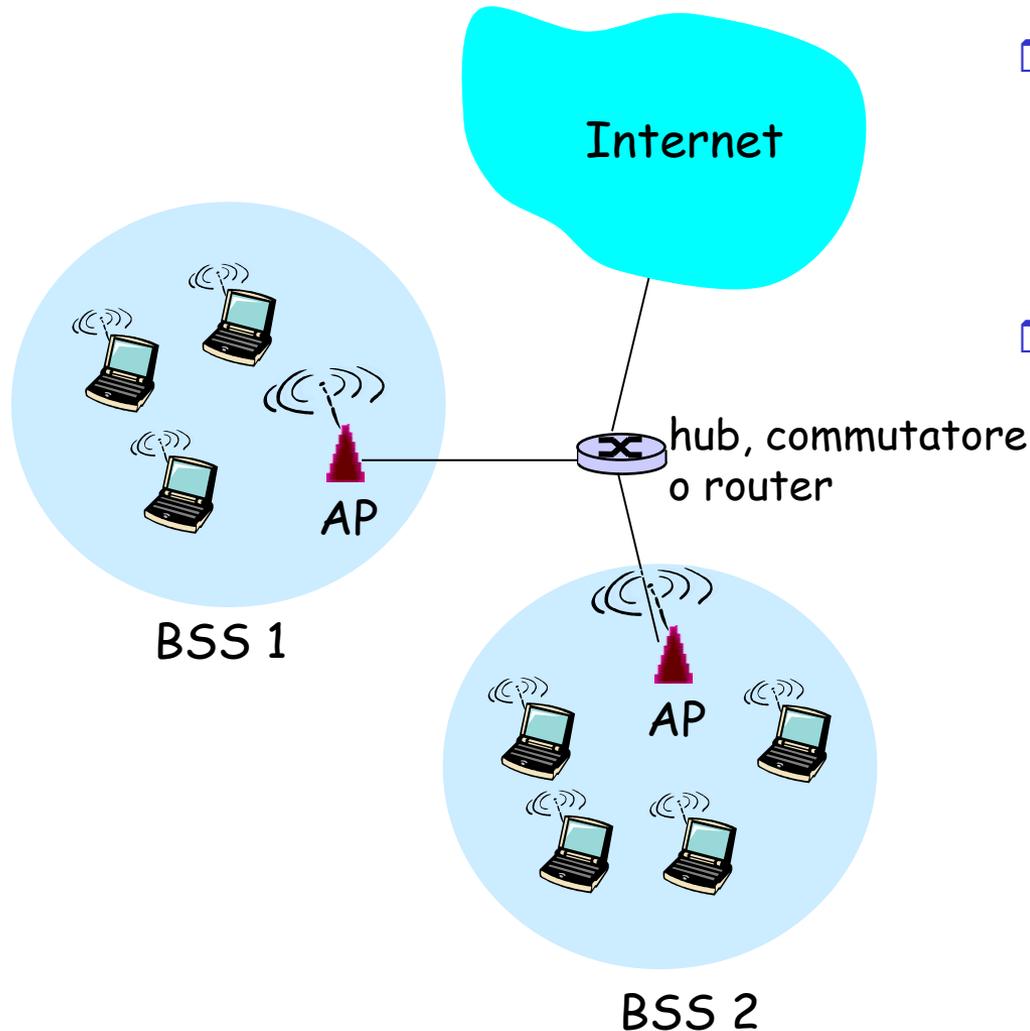
6.9 Riassunto

Wi-Fi 802.11 wireless LAN

- **802.11b**
 - da 2,4 a 5 GHz
 - fino a 11 Mbps
 - DSSS (*direct sequence spread spectrum*) a livello fisico
 - ⌘ tutti gli host usano lo stesso codice chipping
- **802.11a**
 - da 5 a 6 GHz
 - fino a 54 Mbps
- **802.11g**
 - da 2.4 a 5 GHz
 - fino a 54 Mbps
- **802.11n**
 - da 2,4 a 5 GHz
 - fino a 200 Mbps

Tutte utilizzano lo stesso protocollo di accesso al mezzo, *CSMA/CA*.
Tutte utilizzano la stessa struttura di pacchetto a livello di link.

Architettura delle LAN 802.11



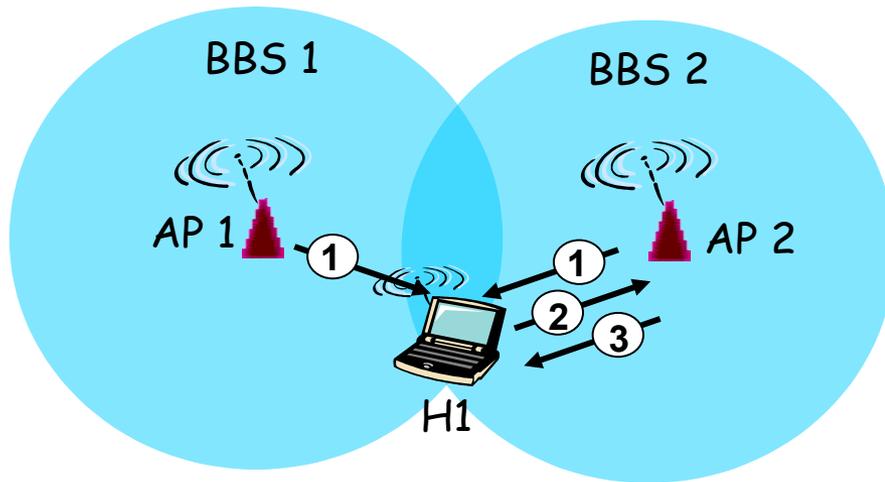
- gli host wireless comunicano con la stazione base
 - stazione base = punto di accesso (AP)
- Basic Service Set (BSS) (detto anche "cella") in modalità infrastruttura contiene:
 - host wireless
 - punto di accesso (AP): stazione base
 - modalità ad hoc: solo host

802.11: canali e associazioni

- 802.11b: da 2,4GHz a 2,485GHz. In questi 85 MHz di banda sono definiti 11 canali parzialmente sovrapposti (due canali non si sovrappongono solo se sono separati da quattro o più canali; in particolare i canali 1, 6 e 11 costituiscono l'unica terna priva di sovrapposizione
 - AP admin sceglie le frequenze per il punto di accesso
 - Possibili interferenze: il canale può essere lo stesso scelto dall'AP vicino!

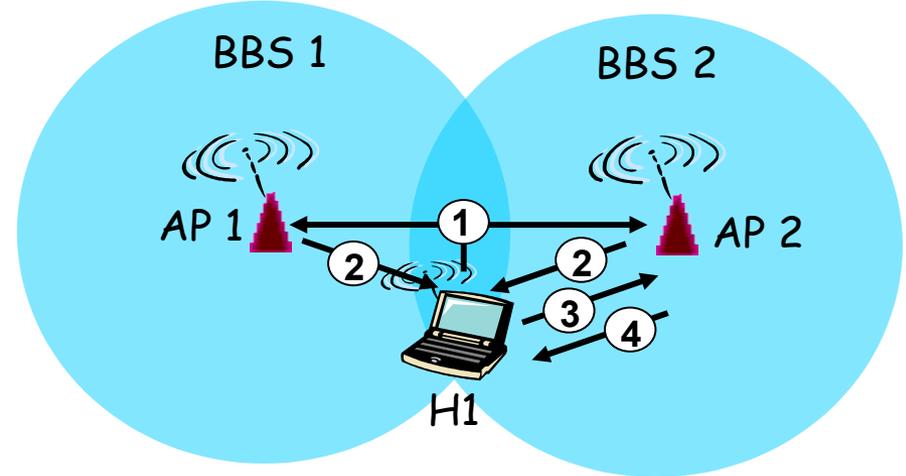
- host: deve essere *associato* con un AP
 - l'AP deve inviare periodicamente *pacchetti beacon* che contengono il proprio codice SSID e il proprio indirizzo MAC
 - Sceglie l'AP cui associarsi e dialogheranno utilizzando il protocollo di associazione
 - Può eseguire autenticazione [Capitolo 8]
 - La stazione invierà un messaggio di ricerca DHCP nella sottorete attraverso l'AP associato per ottenere un indirizzo IP (nella sottorete)

802.11: Scansione passiva e attiva



Scansione passiva:

- (2) Frame beacon inviati dagli AP
- (3) Invio di un frame di richiesta associazione da H1 all'AP selezionato
- (4) Invio di un frame di risposta di associazione dall'AP selezionato a H1

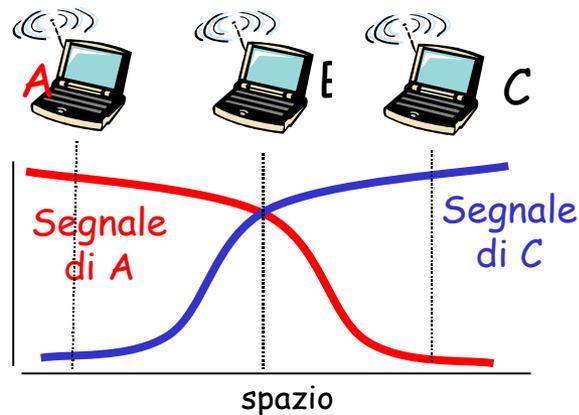
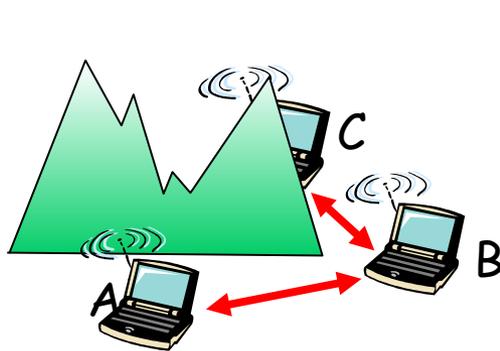


Scansione attiva:

- (2) Frame sonda di richiesta inviato in broadcast da H1
- (3) Frame sonda di risposta inviato dagli AP
- (4) Invio di un frame di richiesta di associazione da H1 all'AP selezionato
- (5) Invio di un frame di risposta di associazione dall'AP selezionato a H1

IEEE 802.11: accesso multiplo

- 802.11: CSMA: ascolta il canale prima di trasmettere
rilevazione della portante: non si verifica collisione con la trasmissione in corso
- 802.11: non rileva le collisioni!
 - Difficoltà in ricezione (*sense collision*) durante la trasmissione, a causa della debolezza del segnale ricevuto (fading)
 - In ogni caso, non potrebbe rilevare tutte le collisioni: terminale nascosto, fading
 - Obiettivo: **evitare le collisioni**: CSMA/C(ollision)A(voidance)



IEEE 802.11 Protocollo MAC : CSMA/CA

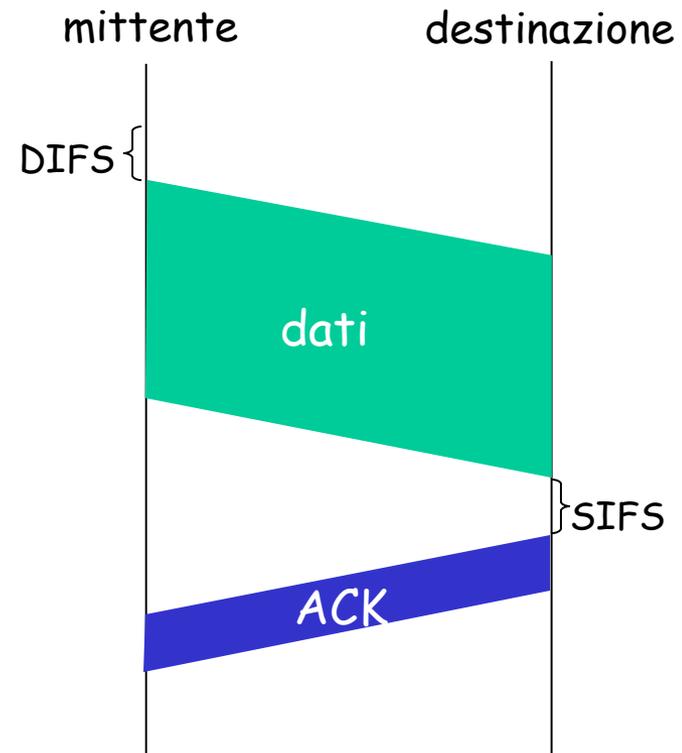
Mittente 802.11

- 1 se percepisce il canale inattivo, allora:
 - trasmette l'intero pacchetto (no CD)
- 2 se percepisce il canale occupato, allora:
 - sceglie un valore di ritardo casuale
 - decrementa questo valore quando il canale sarà percepito come inattivo
 - quando il contatore arriva a zero, trasmette l'intero pacchetto
 - se non riceve ACK, sceglie un nuovo valore di ritardo casuale, superiore a quello scelto in precedenza

Destinazione 802.11

Se il pacchetto ricevuto è OK

- invia un ACK (necessario a causa del problema del terminale nascosto)



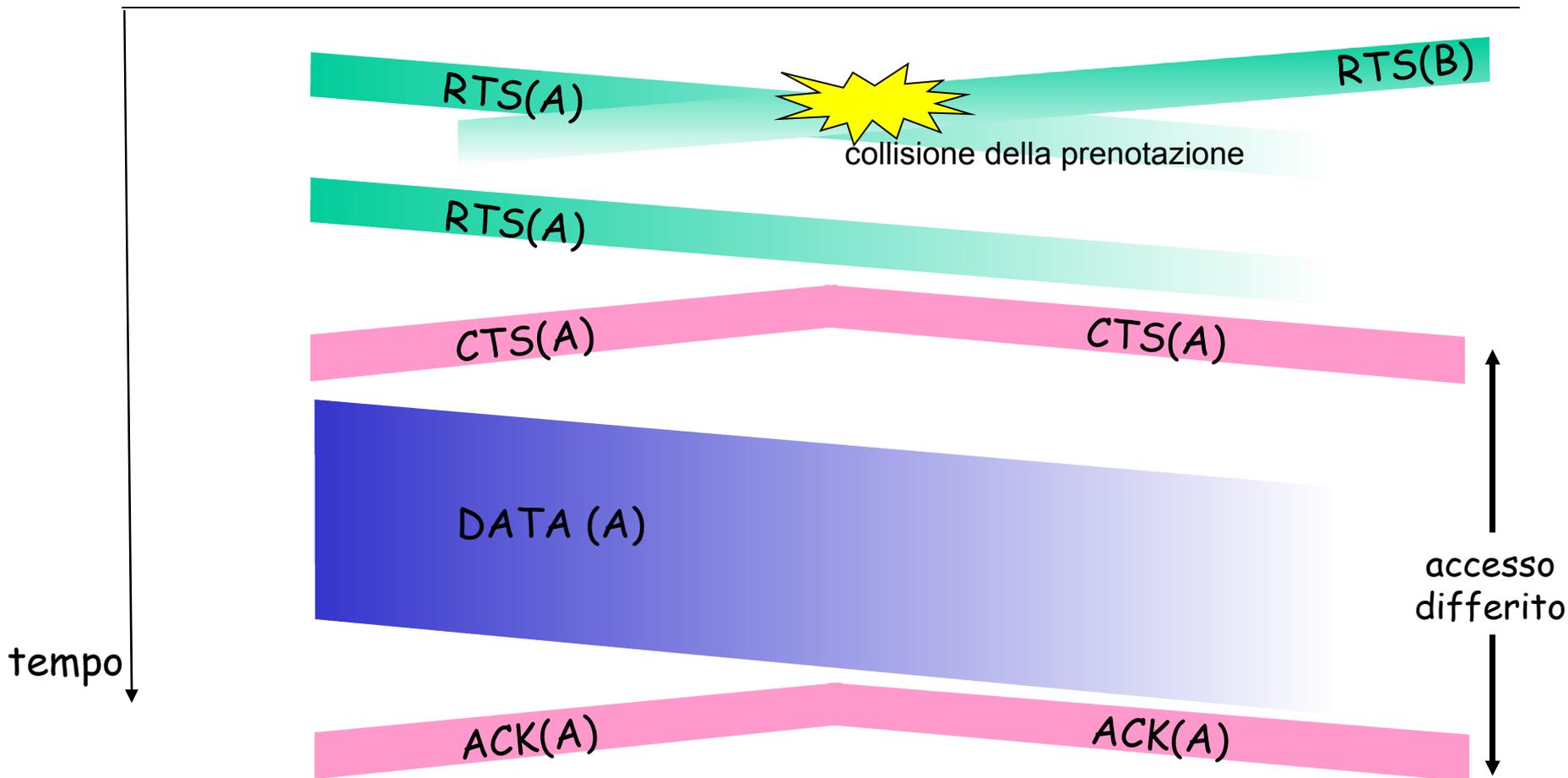
Evitare le collisioni: RTS/CTS

idea: consentire al mittente di "prenotare" il canale: si evitano così le collisioni anche durante l'invio di lunghi pacchetti di dati.

- ❑ opzionale; non viene sempre usato
- ❑ Il mittente inizia a trasmettere un *piccolo* pacchetto RTS (*request-to-send*) all'AP usando CSMA
 - possono verificarsi collisioni tra i pacchetti RTS (ma sono comunque molto piccoli)
- ❑ AP risponde diffondendo in broadcast il pacchetto CTS (*clear-to-send*) in risposta al pacchetto RTS ricevuto
- ❑ Il pacchetto CTS è ricevuto da tutti i nodi
 - il mittente invierà il pacchetto
 - le altre stazioni rimanderanno eventuali trasmissioni

Evitare completamente le collisioni
usando piccoli pacchetti di prenotazione!

Evitare le collisioni: scambio di pacchetti RTS-CTS



Pacchetto 802.11: indirizzamento



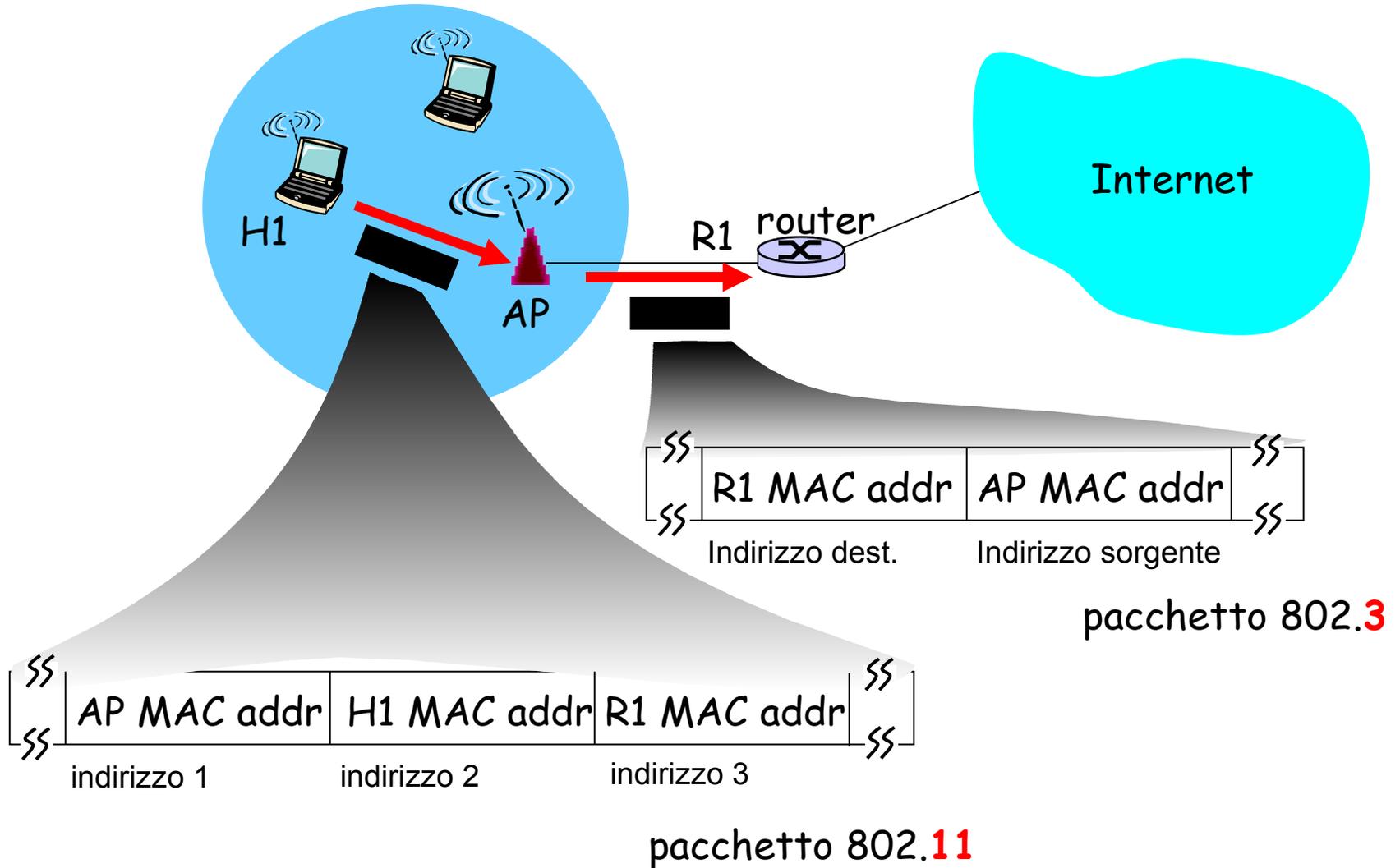
Indirizzo 1: indirizzo MAC dell'host wireless o AP che deve ricevere il pacchetto

Indirizzo 2: indirizzo MAC dell'host wireless o AP che trasmette il pacchetto

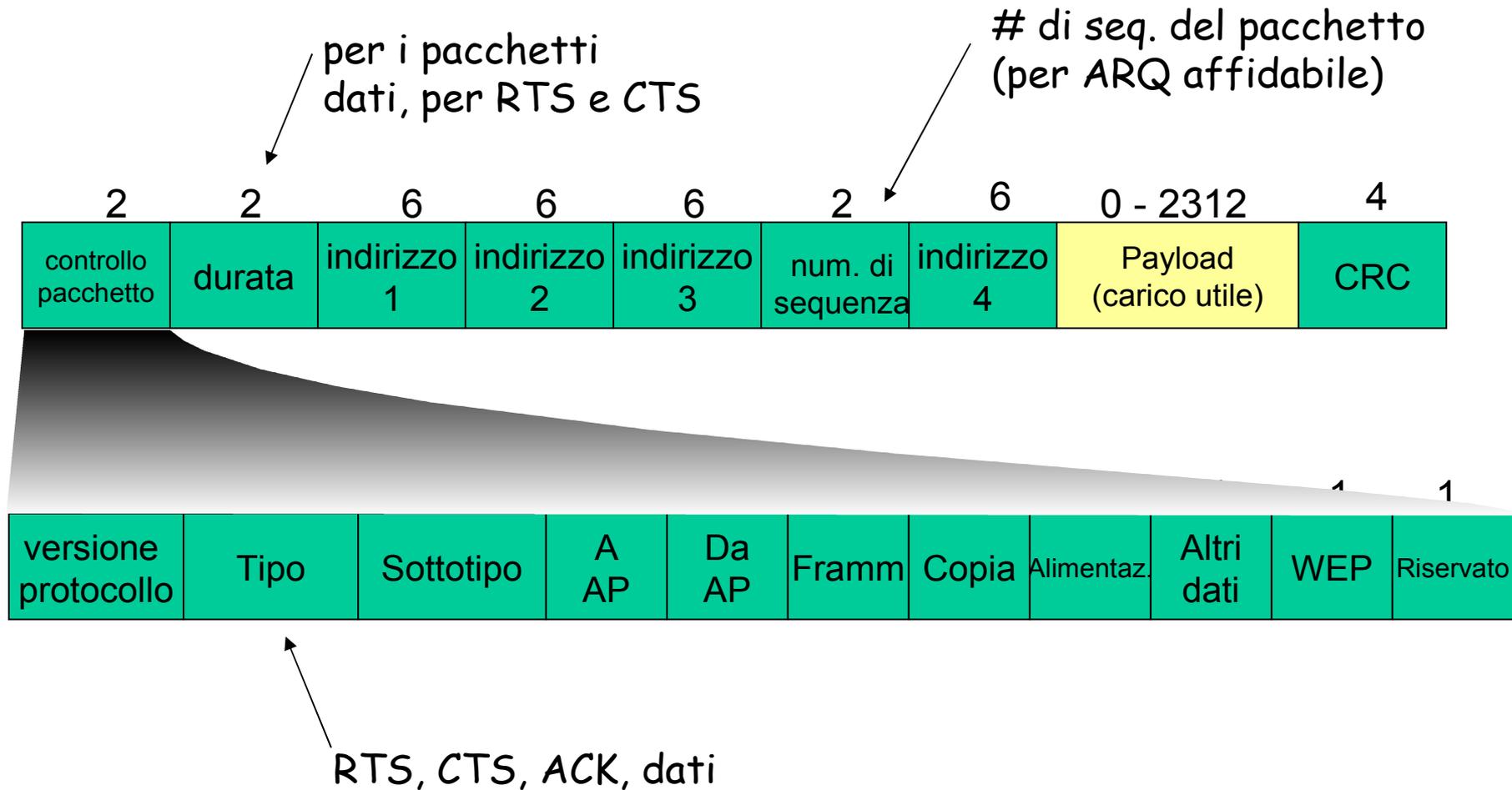
Indirizzo 3: indirizzo MAC dell'interfaccia router cui l'AP è collegato

Indirizzo 4: usato solo in modalità ad hoc

Pacchetto 802.11: indirizzamento

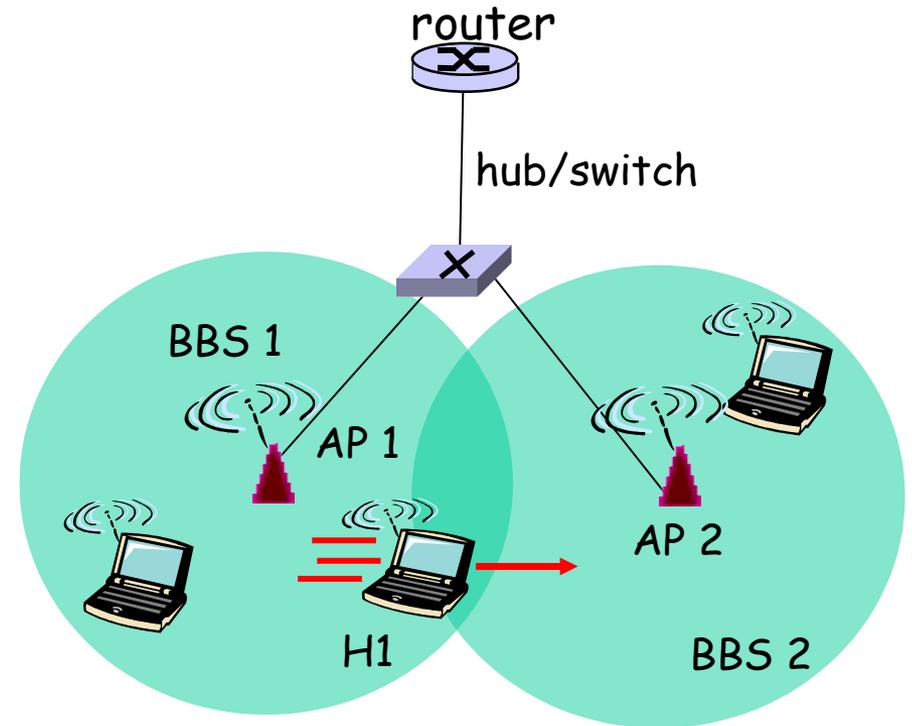


Pacchetto 802.11: approfondimenti



802.11: mobilità sulle sottoreti

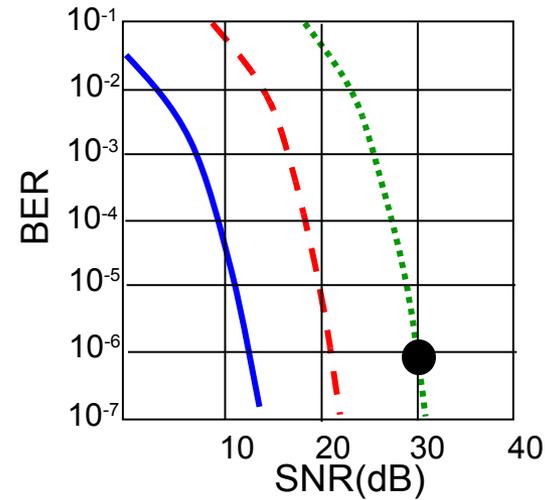
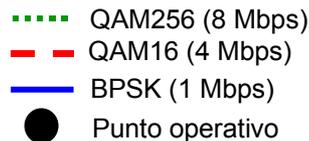
- H1 rimane nella stessa sottorete IP: l'indirizzo IP può rimanere invariato
- commutatore: quale AP è associato a H1?
 - I commutatori si auto-istruiscono (Cap. 5) e "ricordano" quale porta può essere usata per raggiungere H1



802.11: funzionalità avanzate

Adattamento del tasso trasmissivo

- Stazione base, utente mobile che cambia dinamicamente il proprio tasso trasmissivo (tecnica di modulazione a livello fisico) e di conseguenza varia SNR



1. SNR cala e BER aumenta quando il nodo si allontana dalla stazione base
2. Se BER diventa troppo elevato, commuta a un tasso trasmissivo più basso ma con BER inferiore

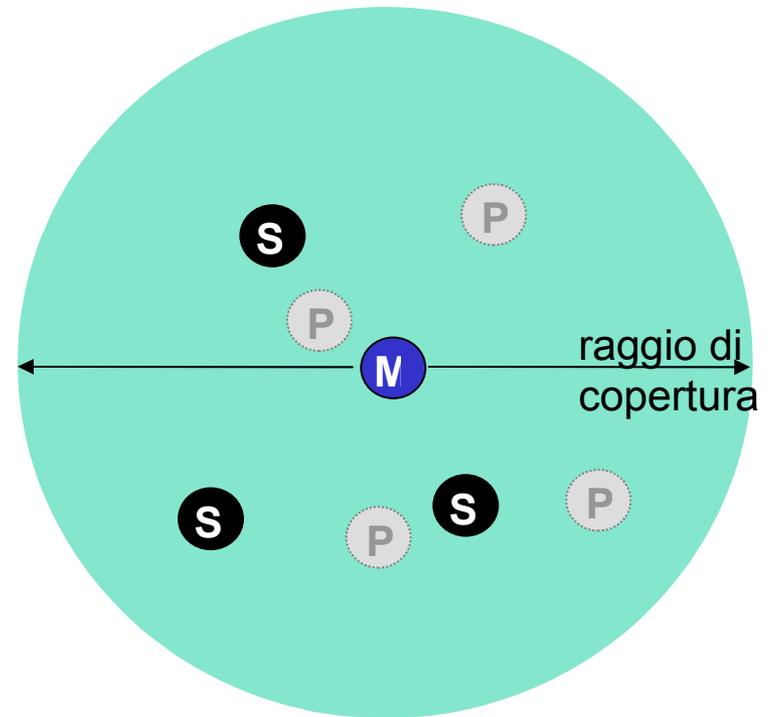
802.11: funzionalità avanzate

Gestione della potenza

- Nodo ad AP: "Sto per diventare inattivo fino al prossimo frame beacon"
 - AP sa che non deve trasmettere frame a questo nodo
 - il nodo si riattiva prima del successivo frame beacon
- frame beacon: contiene la lista dei nodi i cui frame sono stati memorizzati dall'AP
 - un nodo che non ha frame da inviare o da ricevere può rimanere inattivo il 99% del tempo, con un conseguente significativo risparmio di energia

802.15: wireless personal area network

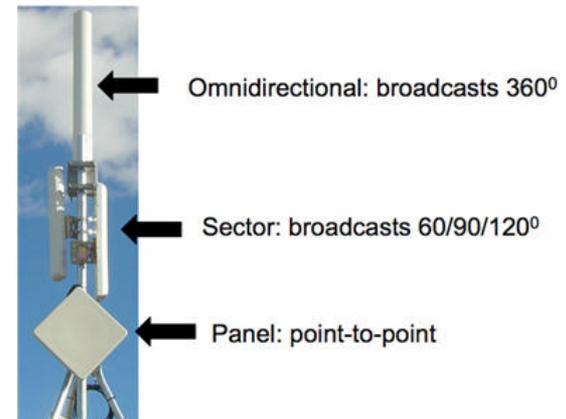
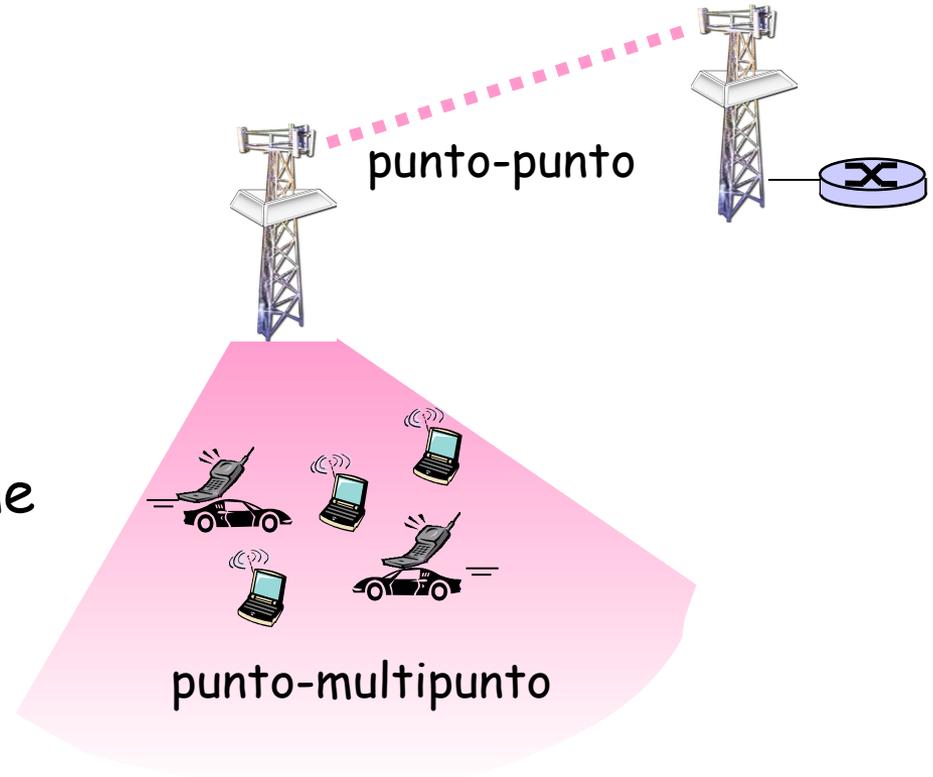
- ❑ circa 10 m di raggio di copertura
- ❑ Simula un cavo a bassa frequenza (per mouse, tastiera, altre periferiche)
- ❑ ad hoc: nessuna infrastruttura
- ❑ master/slave:
 - gli slave chiedono il permesso per inviare (al master)
 - il master gestisce le richieste
- ❑ 802.15: evoluzione dalla specifica Bluetooth
 - banda da 2,4-2,5 GHz
 - fino a 721 kbps



- N** Master
- S** Slave
- P** In sosta (inattivo)

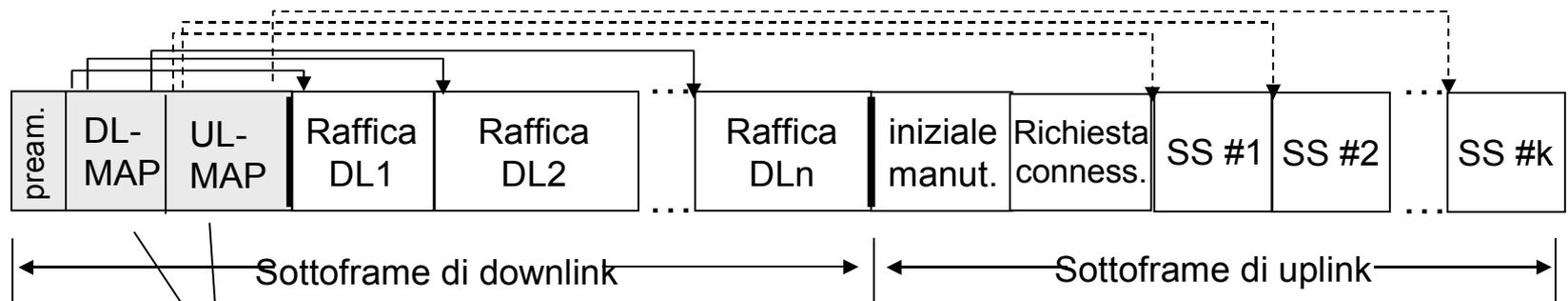
802.16: WiMAX

- Come in 802.11 e reti cellulari: architettura con stazione base
 - le trasmissioni avvengono tra utenti a/dalla stazione base con antenna omnidirezionale
 - base station-to-base station backhaul with point-to-point antenna
- Diversamente da 802.11:
 - ~ 10 chilometri
 - ~14 Mbps



802.16: WiMAX: Struttura del frame TDM

- ❑ Sottoframe di downlink: dalla stazione base al nodo
- ❑ Sottoframe di uplink: dal nodo alla stazione base



La stazione base coordina le trasmissioni dei pacchetti a livello di collegamento, sia in downstream sia in upstream

- ❑ Lo standard WiMAX fornisce il meccanismo per lo scheduling, ma non l'algoritmo di scheduling