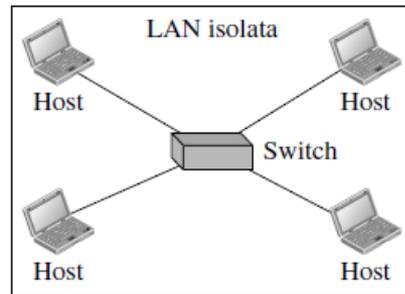
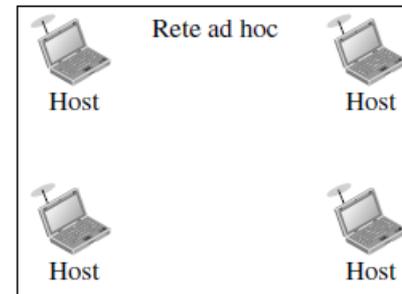


Reti wireless: caratteristiche

- Mezzo trasmissivo = aria → segnale broadcast → protocolli MAC
- Mobilità: host possono muoversi liberamente dentro LAN wireless
- LAN wireless isolate ("ad hoc networks") ≠ LAN cablate isolate (no switch)

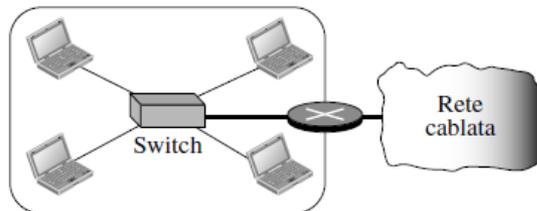


Cablata

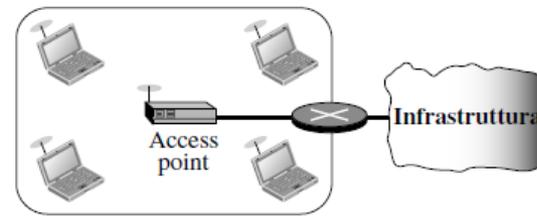


Wireless

- LAN wireless può connettersi ad altre reti mediante base station/AP (≠switch: comunicazioni anche dirette tra host)



LAN cablata



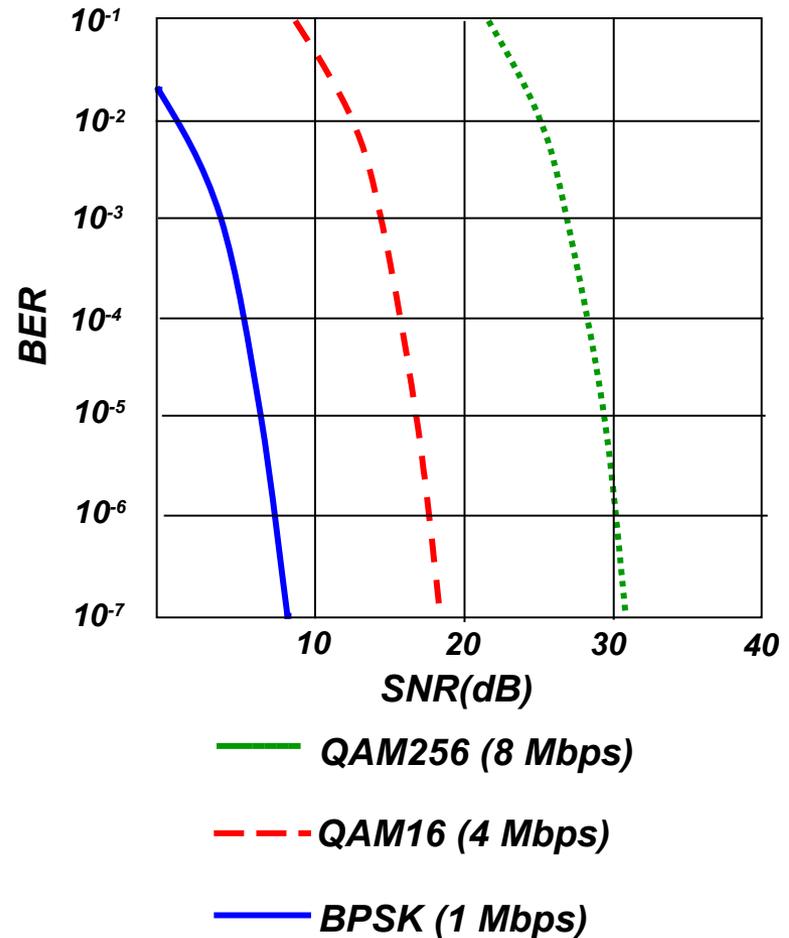
Rete con infrastruttura

Reti wireless: caratteristiche

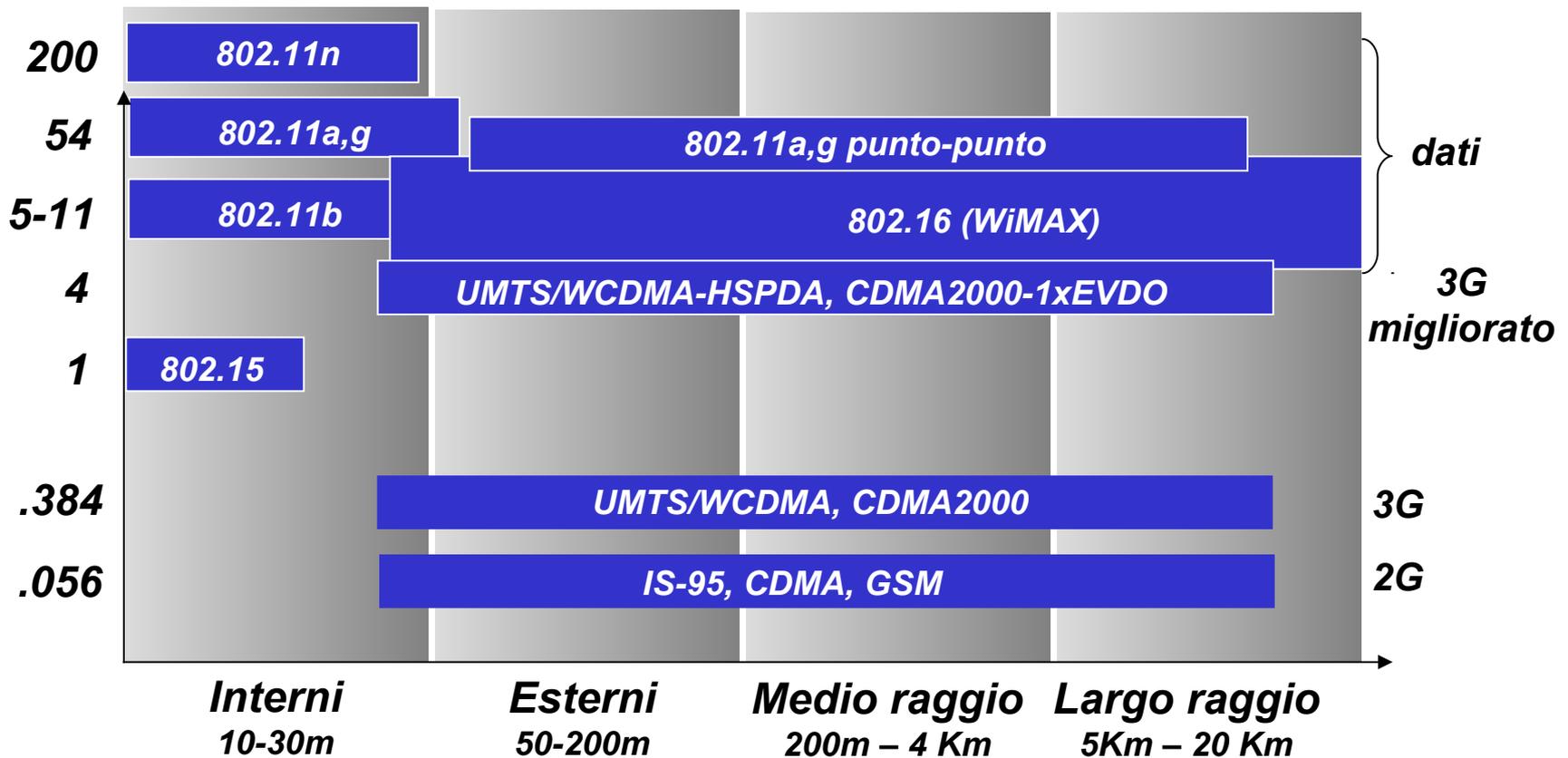
- Attenuazione segnale
- Interferenze
 - trasmettitori che usano stessa banda per altre comunicazioni
- Propagazione multi-path
 - onde elettromagnetiche riflesse da ostacoli, ricevente riceve segnali diversi in varie fasi
- Errori
 - SNR (Signal to Noise Ratio) – rumore di fondo, anche naturale (sole, ecc.)

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



Standard a livello di link per reti wireless

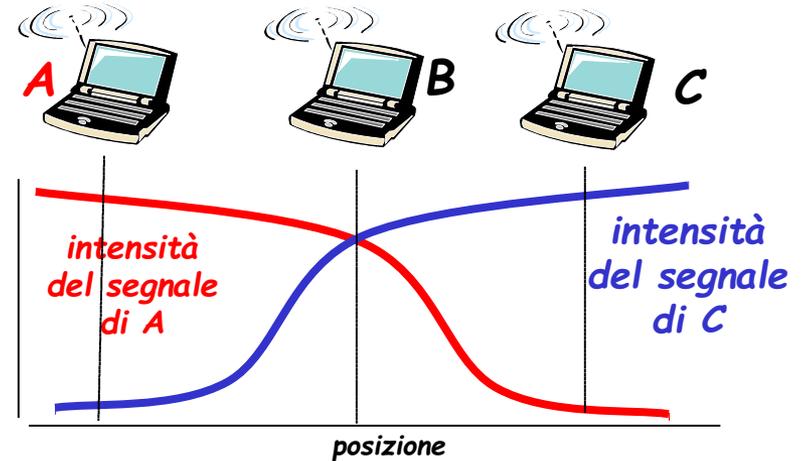
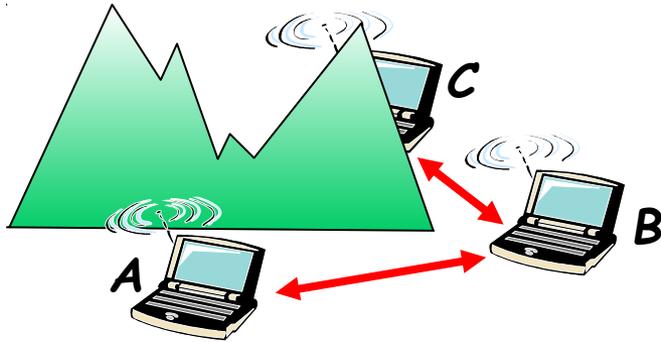


Tassonomia delle reti wireless

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

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

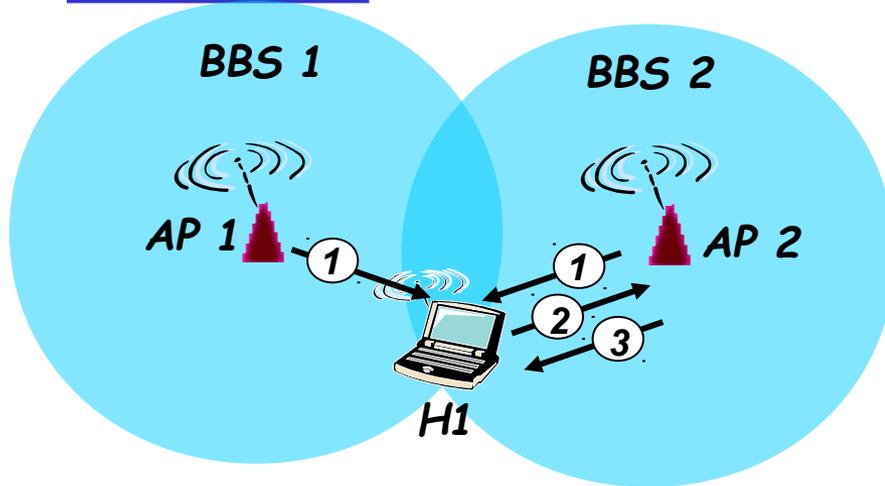
Fading:

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

802.11: canali

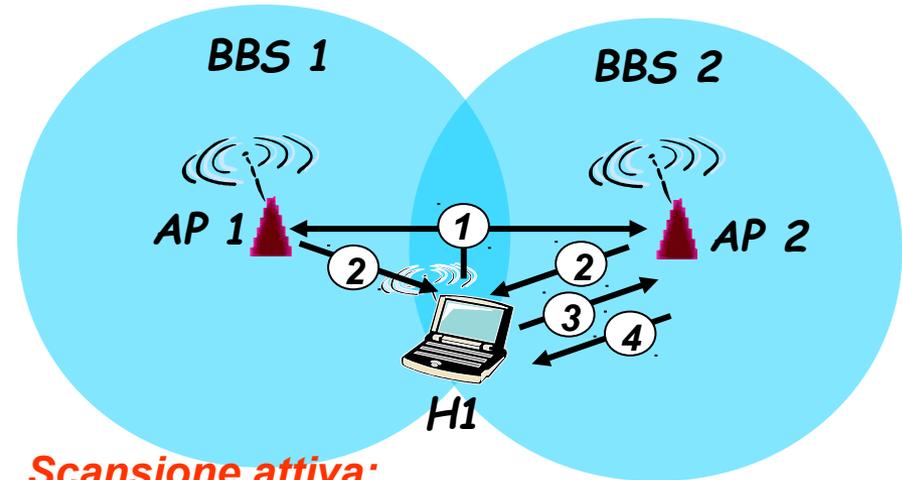
- **802.11b: da 2,4GHz a 2,485GHz (banda ISM).** In questi 85 MHz di banda sono definiti **11 canali parzialmente sovrapposti** (due canali non si sovrappongono solo se sono separati da quattro o più canali; in particolare i canali 1, 6 e 11 costituiscono l'unica terna priva di sovrapposizione- dovuta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

802.11: Scansione passiva e attiva



Scansione passiva:

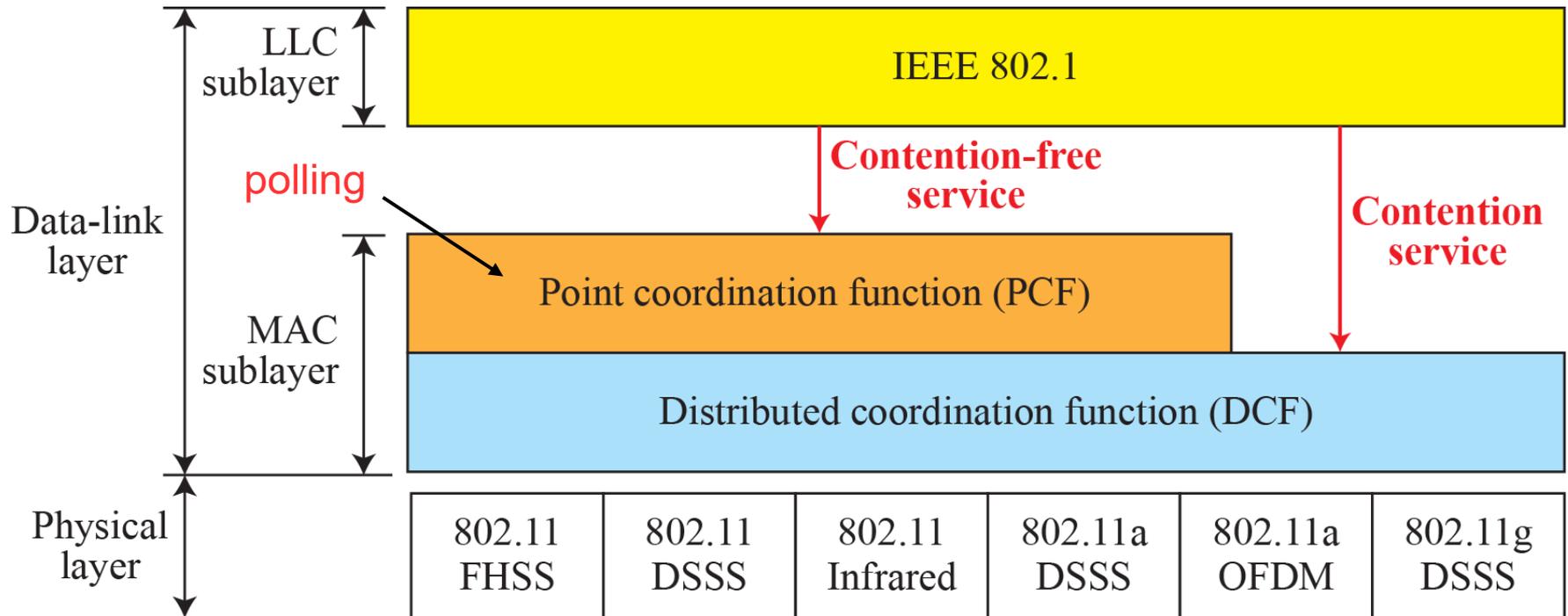
- (1) Frame beacon inviati dagli AP
- (2) Invio di un frame di richiesta associazione da H1 all'AP selezionato
- (3) Invio di un frame di risposta di associazione dall'AP selezionato a H1



Scansione attiva:

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

Livelli Data link e fisico in IEEE 802.11 standard



IEEE 802.11 Protocollo MAC : CSMA/CA

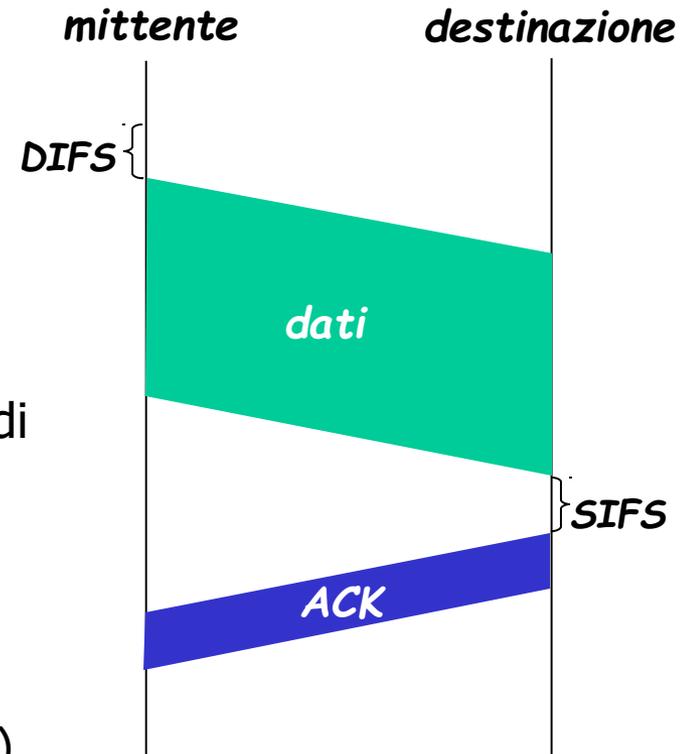
Mittente 802.11 (CSMA)

- 1 se percepisce il canale inattivo (per un tempo DIFS), 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 e per eventuali collisioni) dopo aver aspettato un tempo di durata SIFS



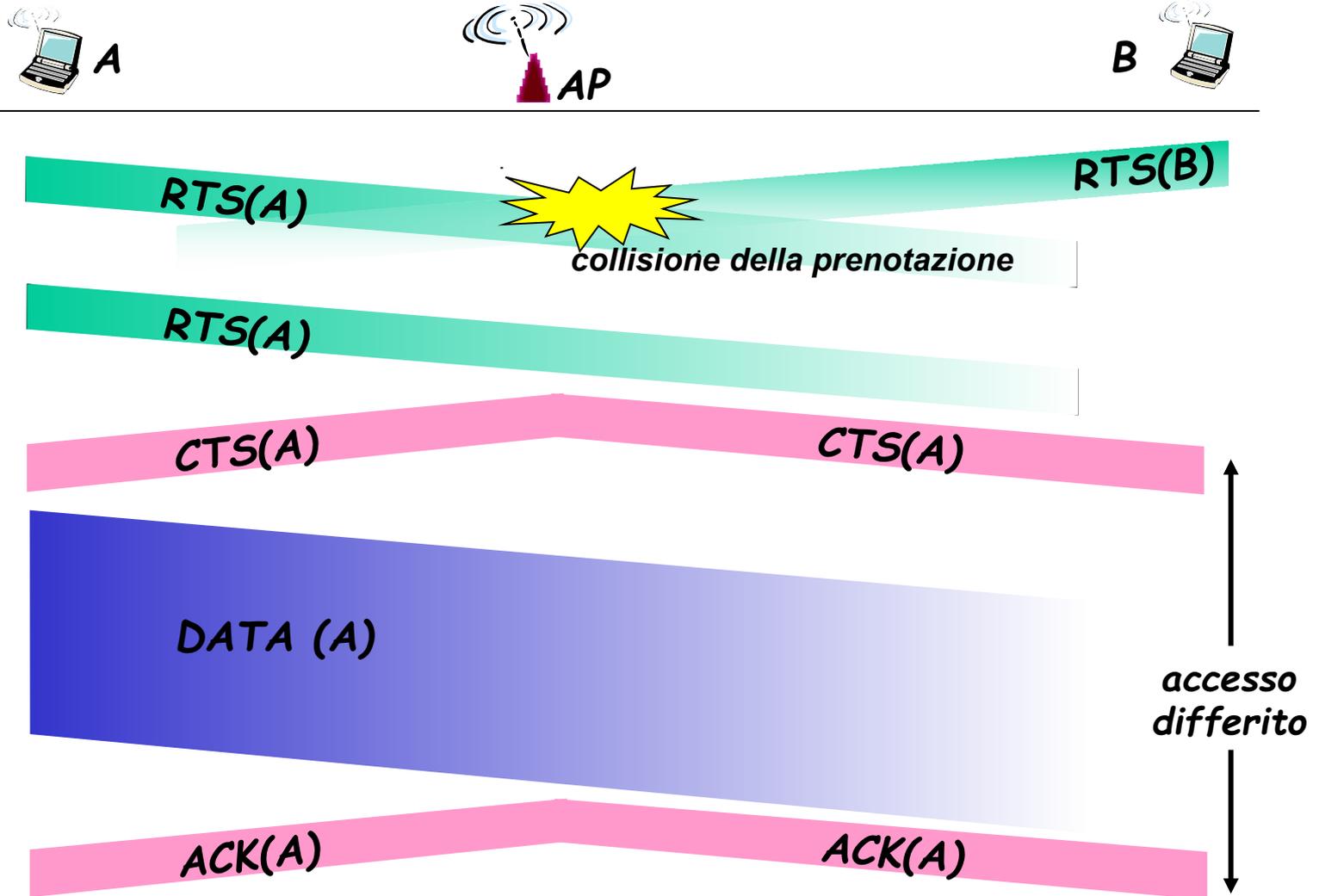
Evitare le collisioni: RTS/CTS

idea: consentire al mittente di “prenotare” il canale: si evitano così le collisioni anche durante l’invio di lunghi pacchetti di dati (**posso comunicare con te?**)

- ❑ opzionale; non viene sempre usato (quando **non** conviene?)
- ❑ Il mittente inizia a trasmettere un *piccolo* pacchetto RTS (*request-to-send*) usando CSMA
 - possono verificarsi collisioni tra i pacchetti RTS (ma sono comunque molto piccoli)
- ❑ Destinatario (*non necessariamente l’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 (aspetterà un SIFS e) invierà il pacchetto
 - le altre stazioni rimanderanno eventuali trasmissioni (NAV)

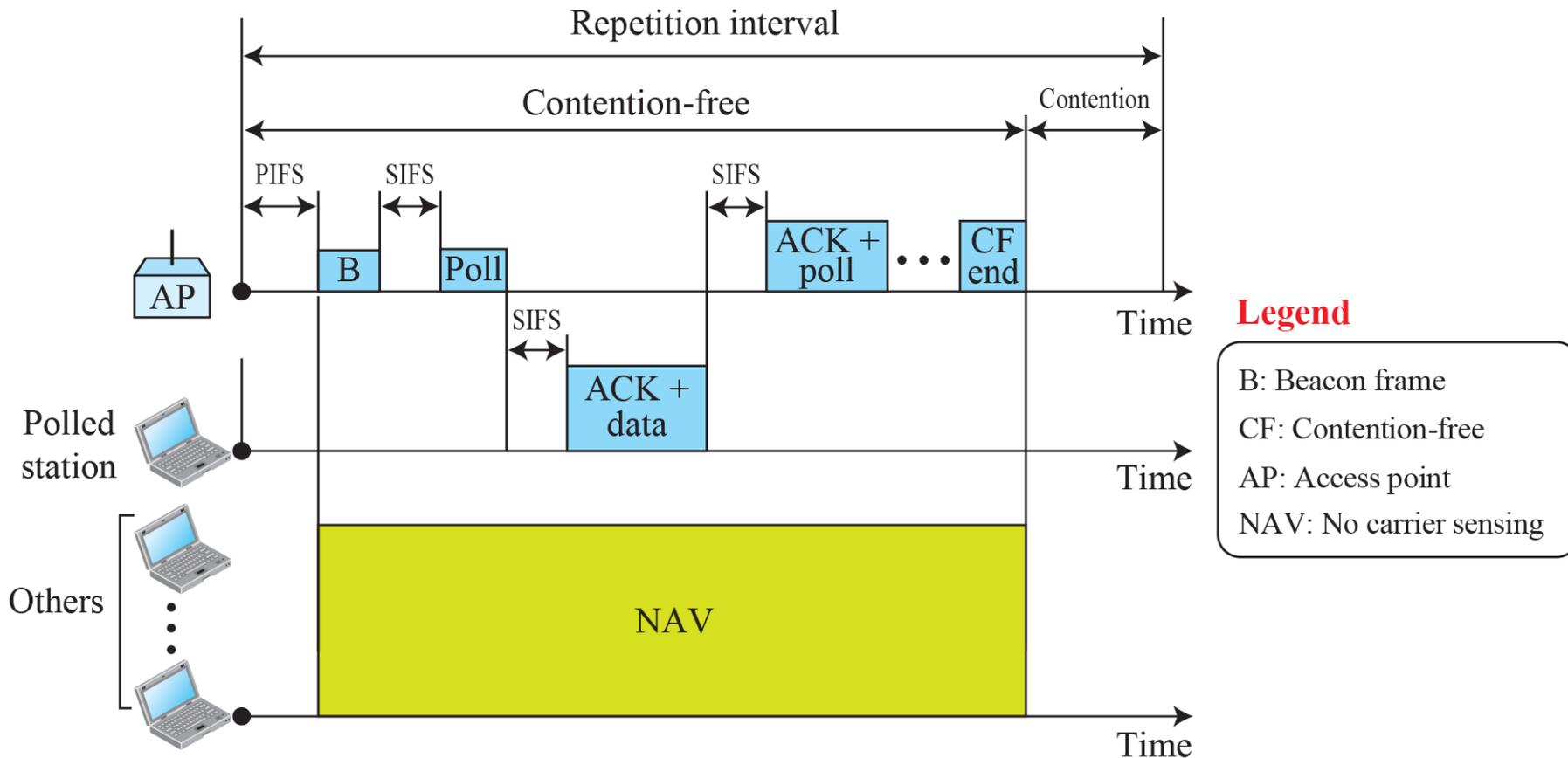
***Evitate completamente le collisioni (dove?)
usando piccoli pacchetti di prenotazione!***

Evitare le collisioni: scambio di pacchetti RTS-CTS



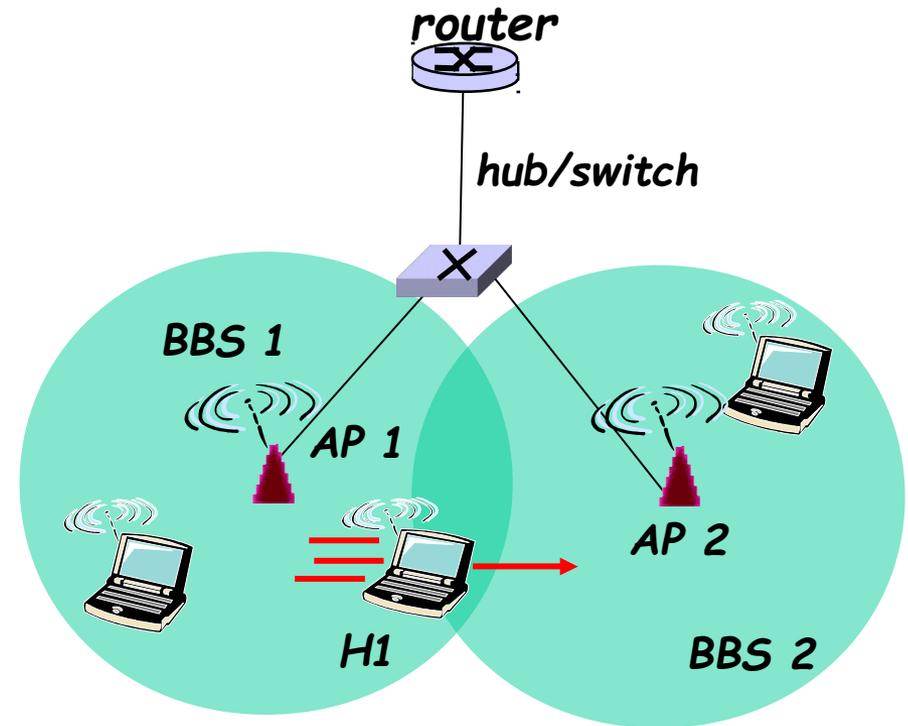
Esempio di funzionamento (caso contention-free)

Uso **protocollo ad appello**



802.11: mobilità sulle sottoreti

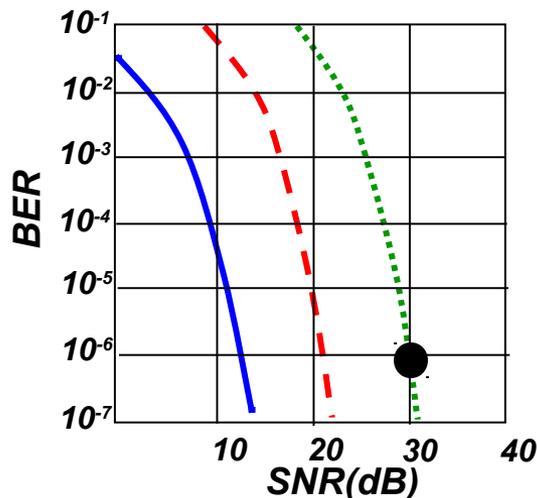
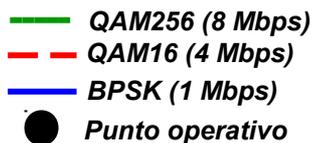
- H1 rimane nella stessa sottorete IP: l'indirizzo IP può rimanere invariato
- switch: a quale AP è associato H1?
 - Gli switch si auto-istruiscono e "ricordano" quale "porta" può essere usata per raggiungere H1



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: tecnica *near-far* (anche nei cellulari)

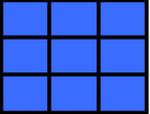


1. SNR cala e BER aumenta quando il nodo si allontana dalla stazione base
2. Se BER diventa troppo elevato, commuta a un tasso trasmissivo più basso ma con BER inferiore

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*

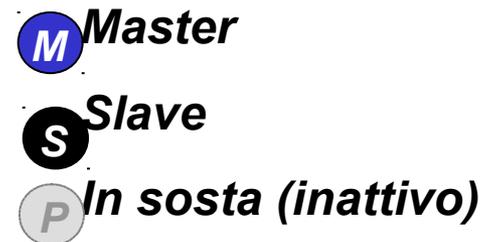
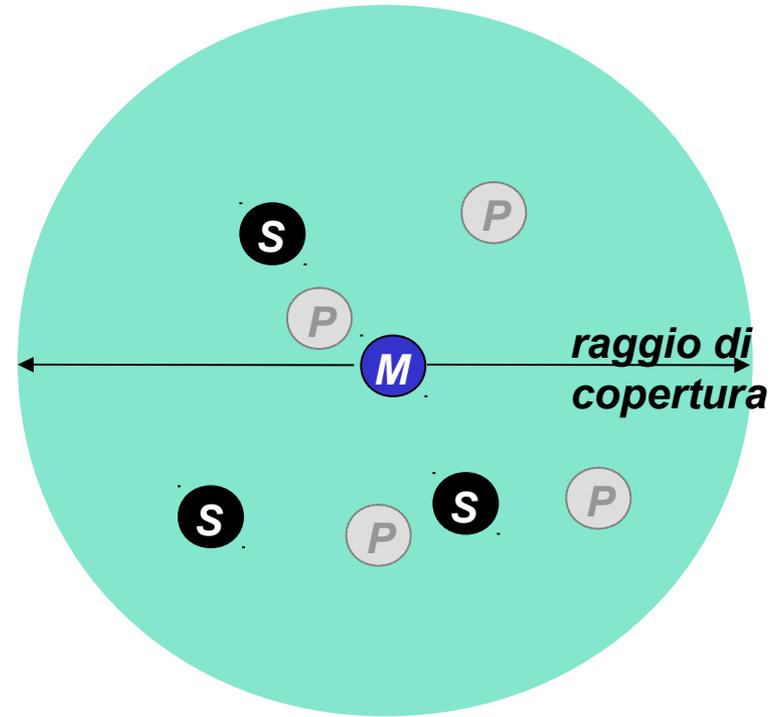


IEEE 802.11: livello fisico

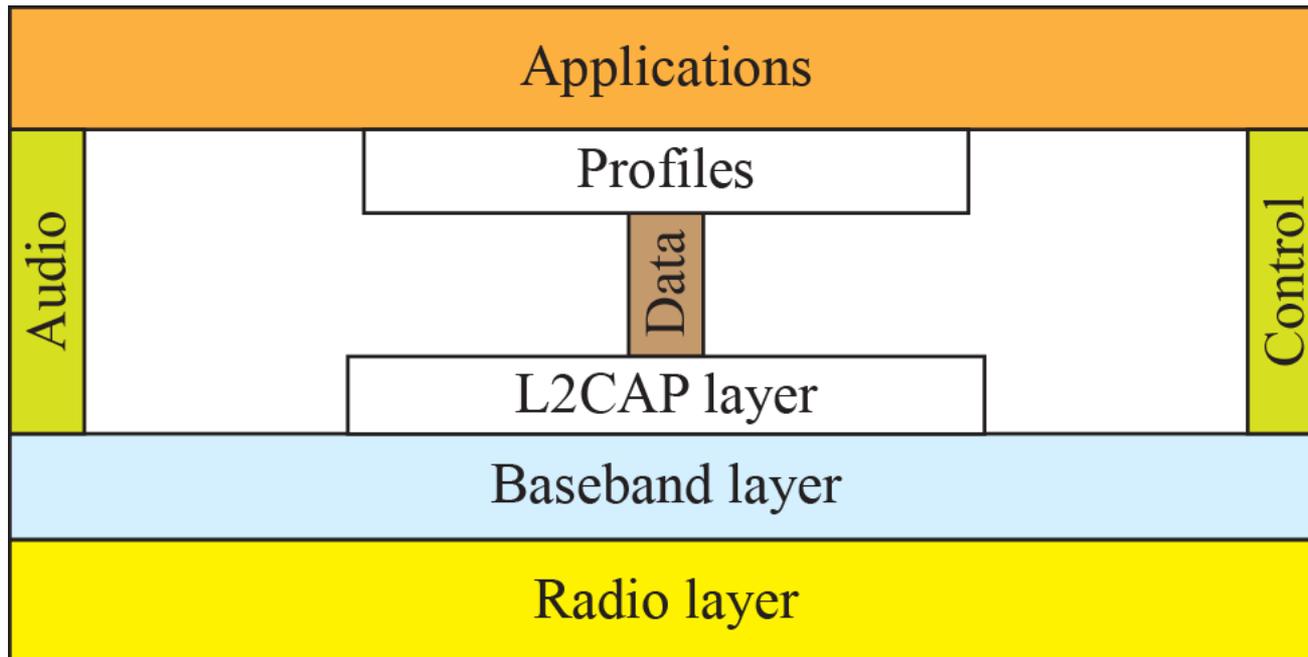
<i>IEEE</i>	<i>Technique</i>	<i>Band</i>	<i>Modulation</i>	<i>Rate (Mbps)</i>
802.11	FHSS	2.400–4.835 GHz	FSK	1 and 2
	DSSS	2.400–4.835 GHz	PSK	1 and 2
	None	Infrared	PPM	1 and 2
802.11a	OFDM	5.725–5.850 GHz	PSK or QAM	6 to 54
802.11b	DSSS	2.400–4.835 GHz	PSK	5.5 and 11
802.11g	OFDM	2.400–4.835 GHz	Different	22 and 54
802.11n	OFDM	5.725–5.850 GHz	Different	600

802.15.1: 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 (sicuro?)
- ❑ master/slave:
 - gli slave chiedono il permesso per inviare (al master)
 - il master gestisce le richieste
- ❑ 802.15.1: evoluzione dalla specifica Bluetooth
 - banda da 2,4-2,5 GHz
 - fino a 721 kbps



Bluetooth: pila protocollare (non TCP/IP! Ericsson)



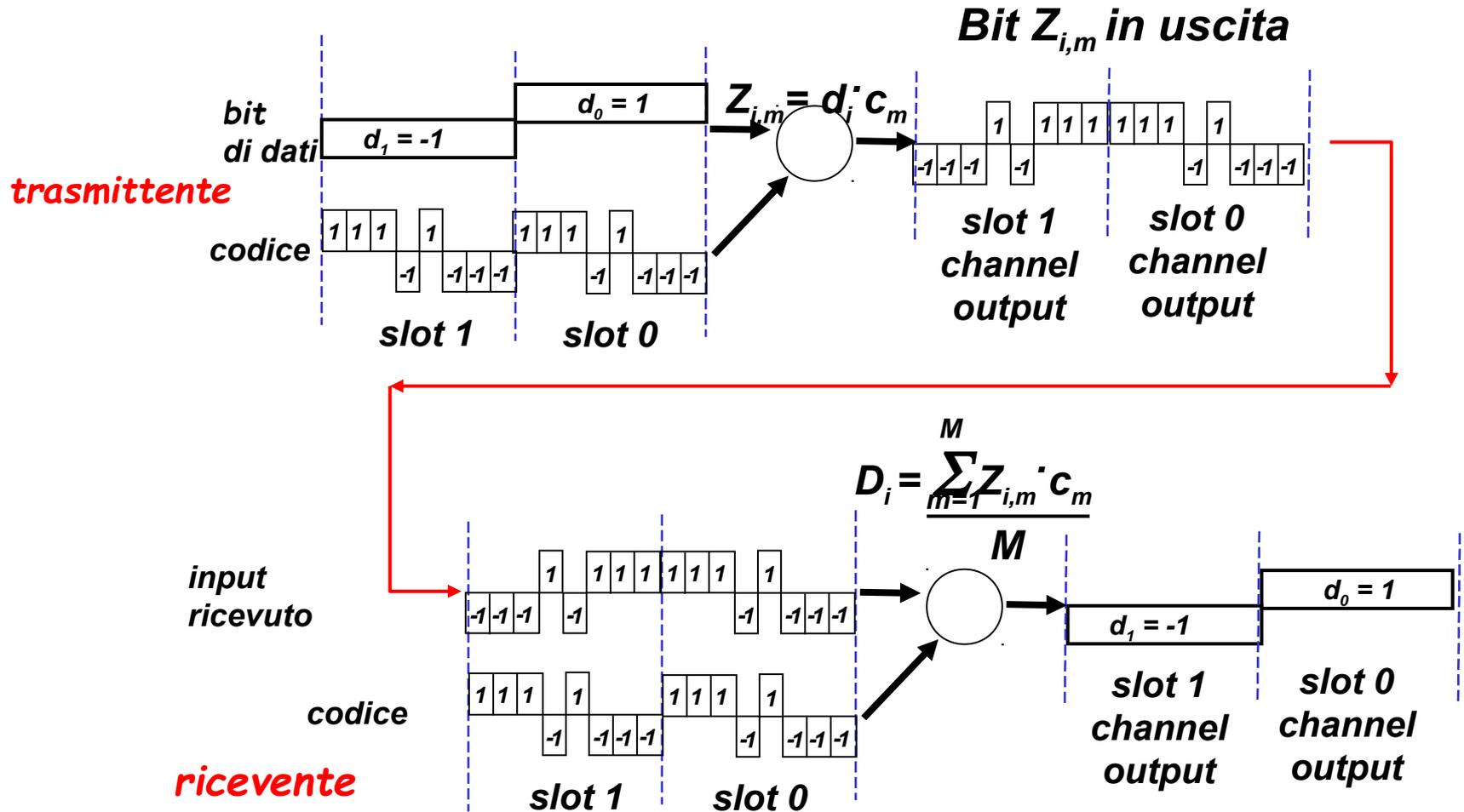
Bluetooth: accesso al mezzo condiviso

- ***Forma di TDMA, slot di 625 μ s***
- ***Protocollo ad appello => no collisioni***
- ***Comunicazione solo tra la primaria e una secondaria***
- ***Comunicazione half-duplex (mittente e destinatario inviano e ricevono, ma non contemporaneamente)***
- ***Livello fisico: FHSS con 1600 hop/s => “salti” ogni 625 μ s***
- ***TDMA => sincronizzazione: chi sincronizza? Il master!***
- ***Chi sceglie la sequenza di frequenze? Il master!***
- ***Come si sceglie il master? Come ci si associa?***
 - ***Associazione tipo WiFi. Se fallisce x volte di seguito, ci si auto-proclama master di una nuova piconet (e Internet? Come ci si collega?)***

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 originali) 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: funziona con ogni "codice"? NO!

Solo con codici "ortogonali"! (proprietà algebrica legata ai campi di Galois)

senders

