

Università di Roma Tor Vergata
Corso di Laurea triennale in Informatica
Sistemi operativi e reti
A.A. 2016-17

Pietro Frasca

Parte II: Reti di calcolatori

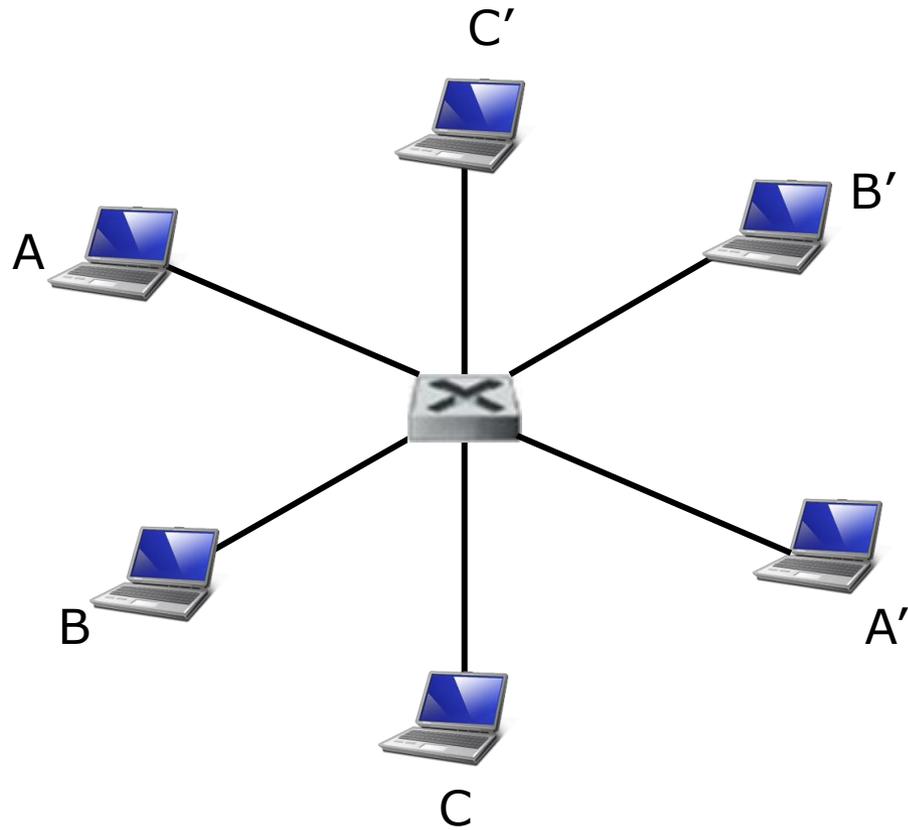
Lezione 23

Lunedì 29-05-2017

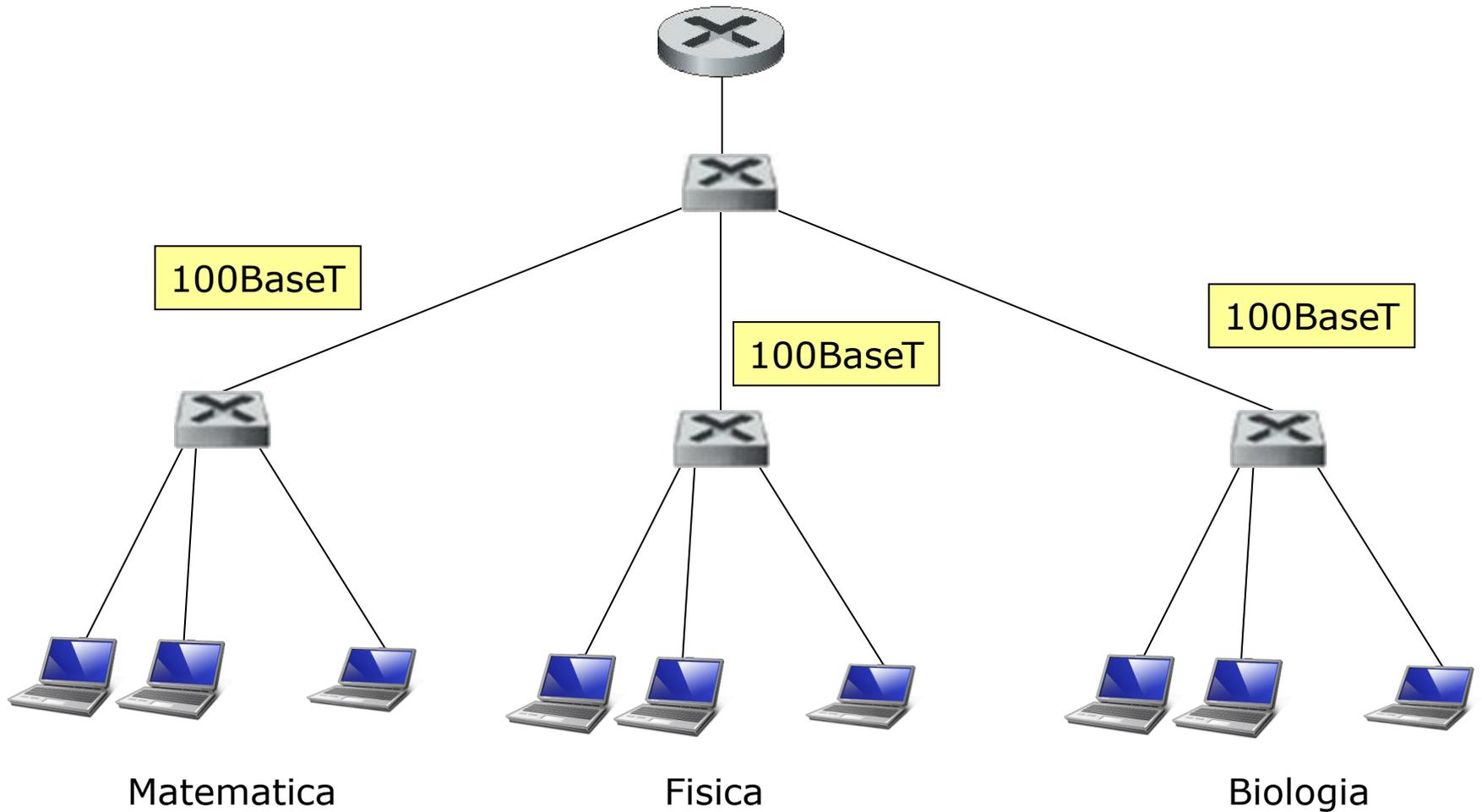
Auto-apprendimento

- Uno switch costruisce la sua tabella automaticamente e dinamicamente. Questo funzionamento, plug-and-play è realizzato come segue.
 - 1. La tabella dello switch è inizialmente vuota.
 - 2. Quando un frame arriva a un'interfaccia e l'indirizzo di destinazione del frame non è nella tabella, lo switch invia copie del frame ai buffer di uscita di *tutte* le altre interfacce.
 - 3. Per ciascun **frame ricevuto**, lo switch memorizza nella sua tabella
 - (a) **l'indirizzo LAN** contenuto nel *campo indirizzo sorgente del frame*,
 - (b) **l'interfaccia da cui arriva il frame**,
 - (c) **il tempo in cui il frame è memorizzato**.
 - 4. Quando un frame arriva su una delle interfacce e l'indirizzo di destinazione del frame è nella tabella, allora lo switch **inoltra il frame all'interfaccia appropriata**.

- (5) Lo switch **cancella un indirizzo** dalla tabella se per un certo periodo di tempo (tempo di invecchiamento, *aging time*) non riceve alcun frame con quell'indirizzo come **indirizzo sorgente**.
- Un'altra importante caratteristica degli switch è che possono funzionare in modalità **full-duplex**, cioè, possono inviare e ricevere frame nello stesso momento. Ovviamente, nella modalità full-duplex non viene usato il CSMA/CD.
- Gli switch possono avere molte porte con diverse velocità di trasmissione a 10, 100 Mbit/s e a 1 Gbit/s.
- Uno switch con un elevato numero di interfacce consente una connessione diretta (**accesso punto-punto**) fra gli host e lo switch stesso.



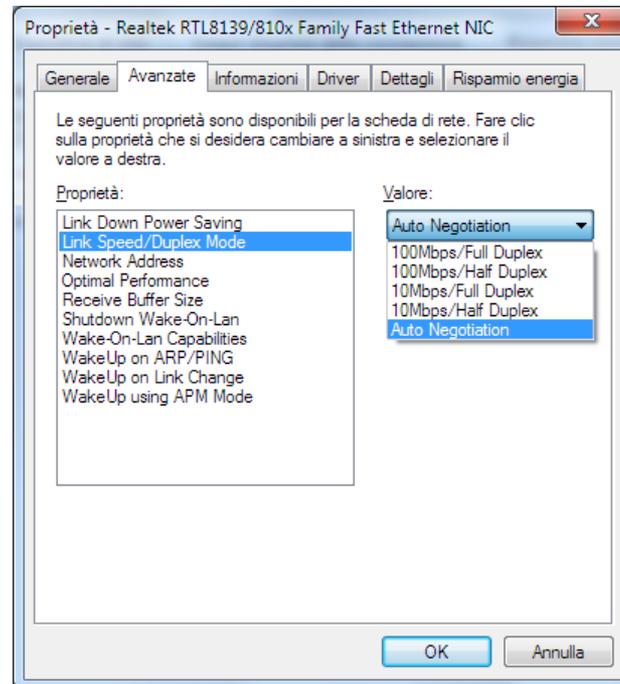
Switch che fornisce accesso ethernet dedicato a sei host



Lan Ethernet cablata con switch. Schema a più livelli.

- Vediamo ora come gli switch, e gli host direttamente connessi ad essi, funzionano nella modalità full-duplex.
- Grazie all'accesso punto-punto, quando l'host A trasmette un frame nel mezzo trasmissivo (ad esempio un cavo UTP o una fibra ottica) che lo connette allo switch, non c'è possibilità che il frame collida con una trasmissione di altri host o dello switch.
- Poiché gli switch hanno un comportamento «store and forward», cioè memorizzano e rinviando frame, uno switch trasmetterà al massimo un frame alla volta su qualunque porta alle quali sono connessi gli host. Quindi con le connessioni dirette, non è necessario l'uso del CSMA/CD.
- Generalmente un adattatore attiva in modo automatico la modalità full-duplex quando un host è connesso ad uno switch.

- Per esempio, nella figura precedente, l'host A può inviare un file ad A' mentre B invia un file a B' e C sta inviando un file a C'. Se ciascun host ha una scheda dell'adattatore a 100 Mbit/s, allora il throughput complessivo durante il simultaneo trasferimento dei file è di 300 Mbit/s.
- Se A e A' hanno adattatori a 10 Mbit/s e i restanti host hanno adattatori a 100 Mbit/s, allora il throughput complessivo durante i tre trasferimenti simultanei dei file è 220 Mbit/s.

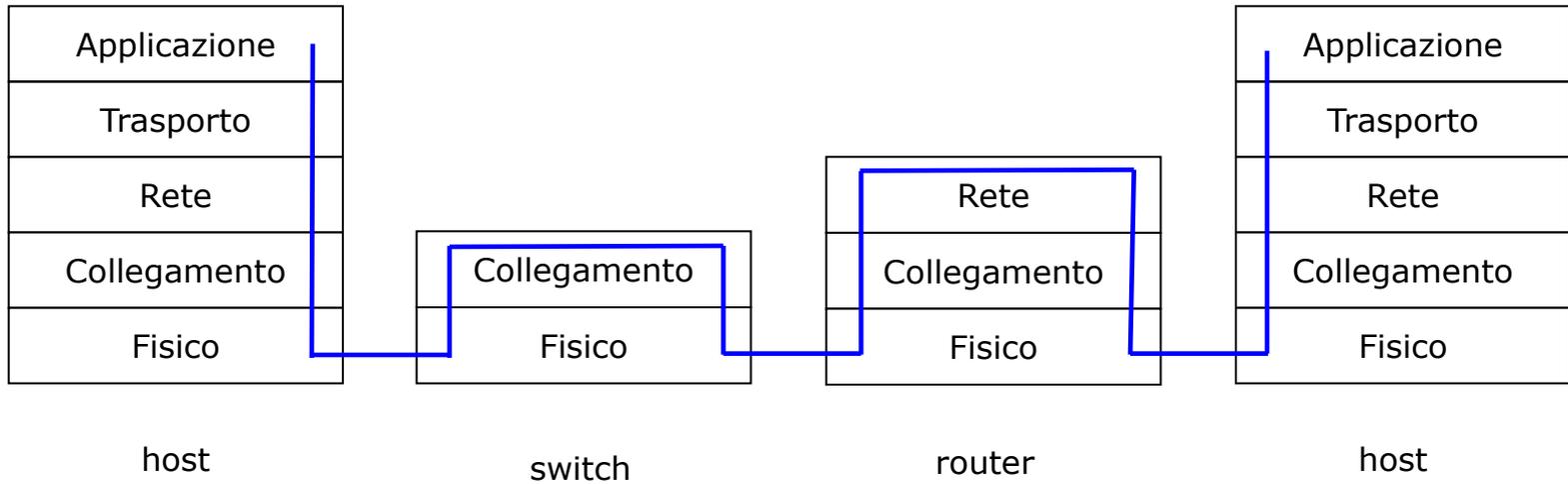


Esempio di configurazione della velocità di trasmissione/modalità full duplex per un adattatore di un host (windows).

Confronto tra switch e router

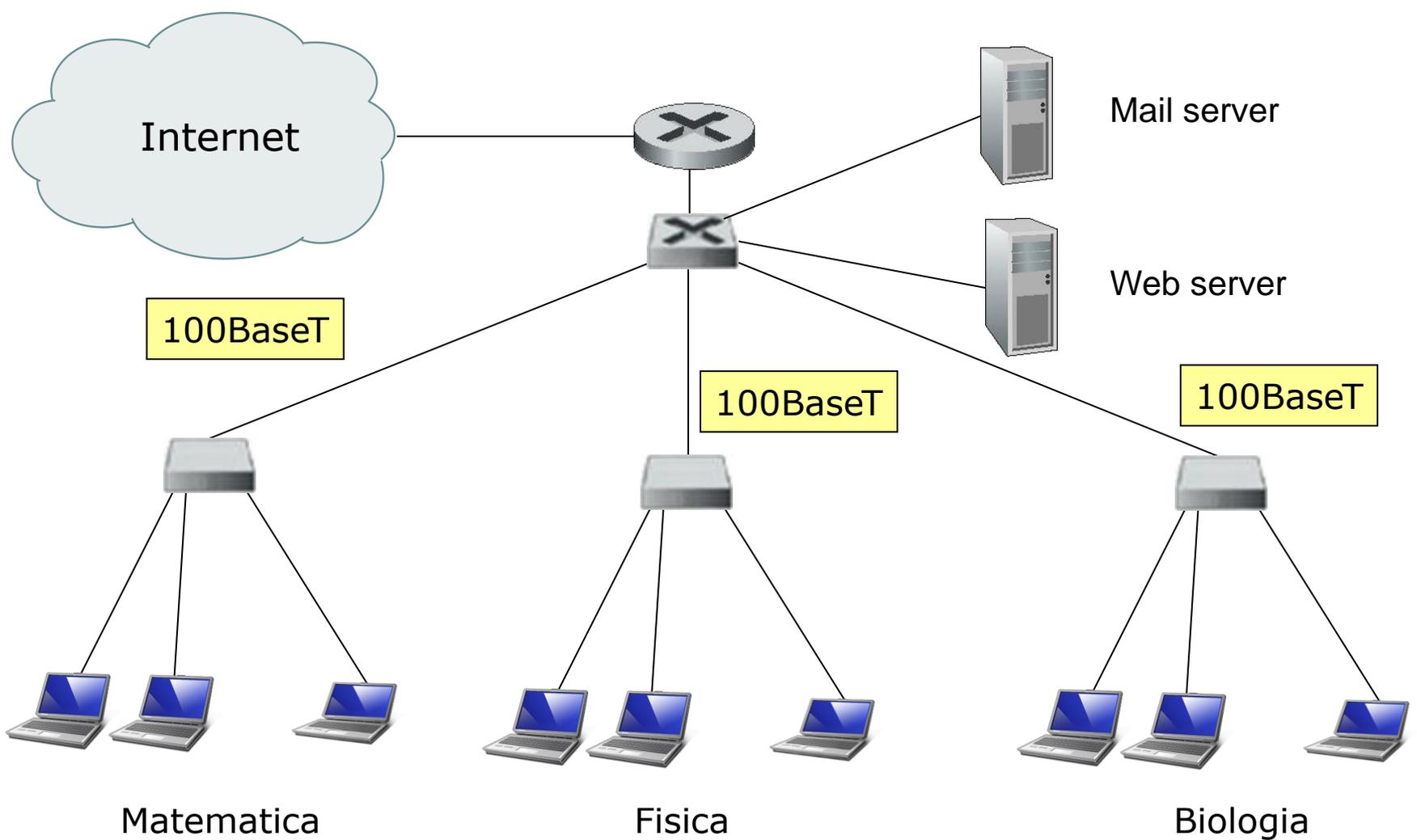
- Come abbiamo visto, i router sono commutatori di pacchetto che instradano i pacchetti usando gli indirizzi IP dello strato di rete (livello 3) mentre gli switch sono commutatori di pacchetto dello strato di collegamento (livello 2).
- Generalmente, gli switch hanno velocità di commutazione dei pacchetti più alte di quelle dei router in quanto devono solo elaborare i frame del livello 2, mentre i router devono elaborare anche i datagram del livello 3 e, inoltre, eseguono i protocolli di instradamento.
- Gli switch non offrono alcuna protezione contro le **inondazioni broadcast**. Infatti, se un host, a causa di un'applicazione o di un guasto, trasmette un flusso continuo di frame broadcast di Ethernet, gli switch inoltreranno tutti questi frame, causando il blocco dell'intera rete.

- I router, invece, bloccano le inondazioni broadcast dello strato 2.
- Per reti piccole, costituite da poche centinaia di host con pochi segmenti LAN gli switch sono sufficienti, perché localizzano il traffico e incrementano il throughput aggregato senza necessità di configurazione.
- Ma le reti più grandi, costituite da migliaia di host, oltre agli switch è necessario usare i router.
- I router forniscono un più completo isolamento del traffico, e usano percorsi più "intelligenti" fra gli host della rete.

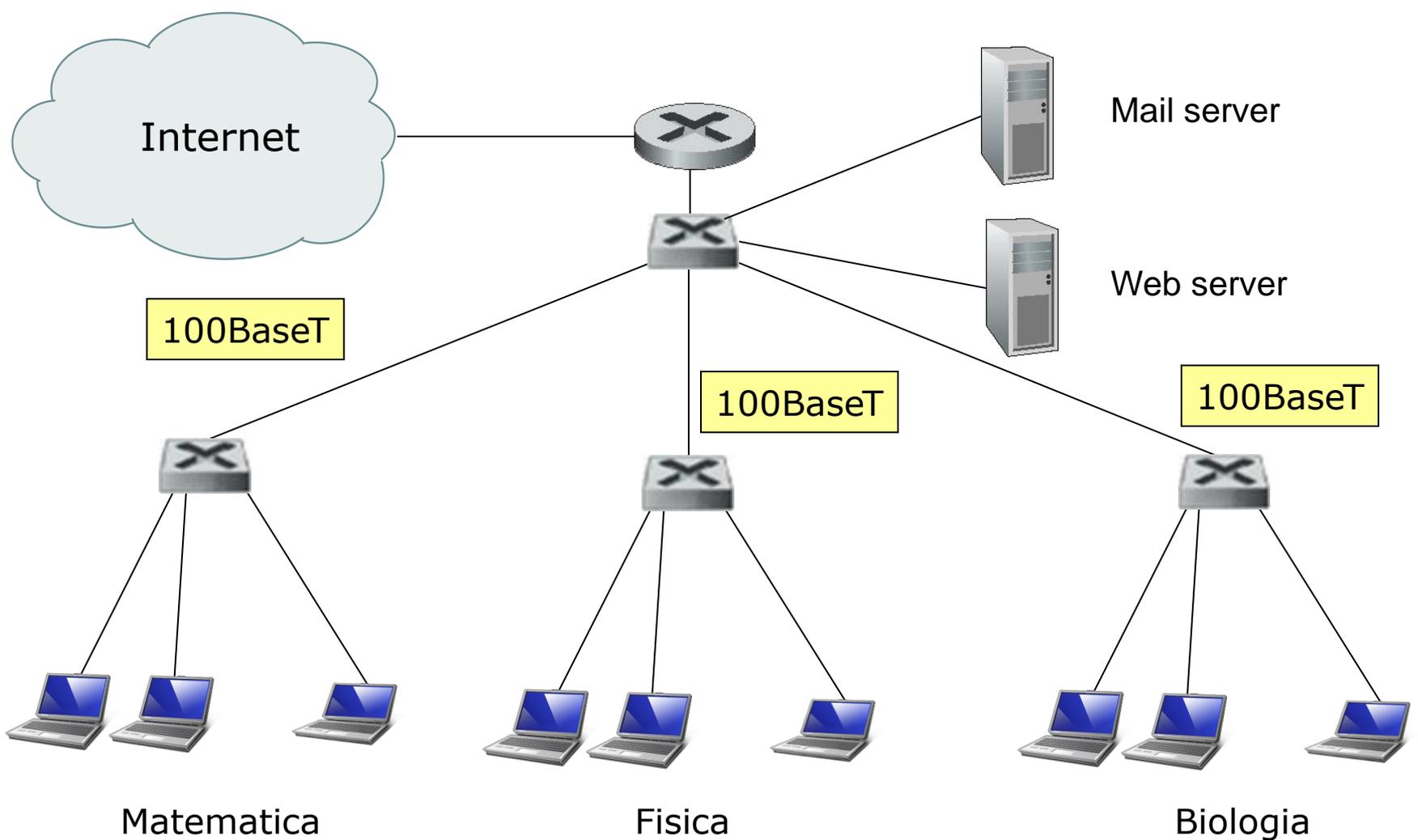


Elaborazione dei pacchetti in switch, router e host.

- La figura seguente mostra una rete che usa hub, switch e router.
- ciascuno dei tre dipartimenti ha i suoi segmenti Ethernet a 100 Mbit/s con il proprio hub.
- Poiché ciascun hub dipartimentale ha una connessione allo switch, tutto il traffico intradipartimentale è confinato ai segmenti Ethernet del dipartimento
- I server Web e di posta elettronica hanno ciascuno un accesso dedicato a 100 Mbit/s al commutatore. Infine, un router, che porta a Internet ha un accesso dedicato a 100 Mbit/s al commutatore.



Rete con hub, switch e router.

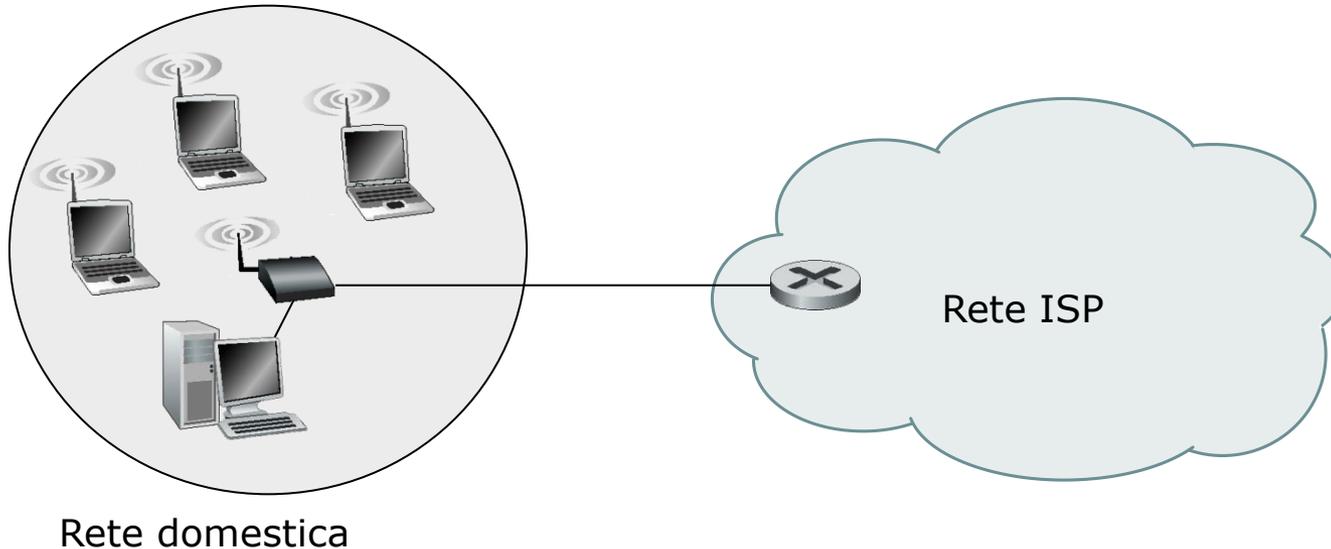


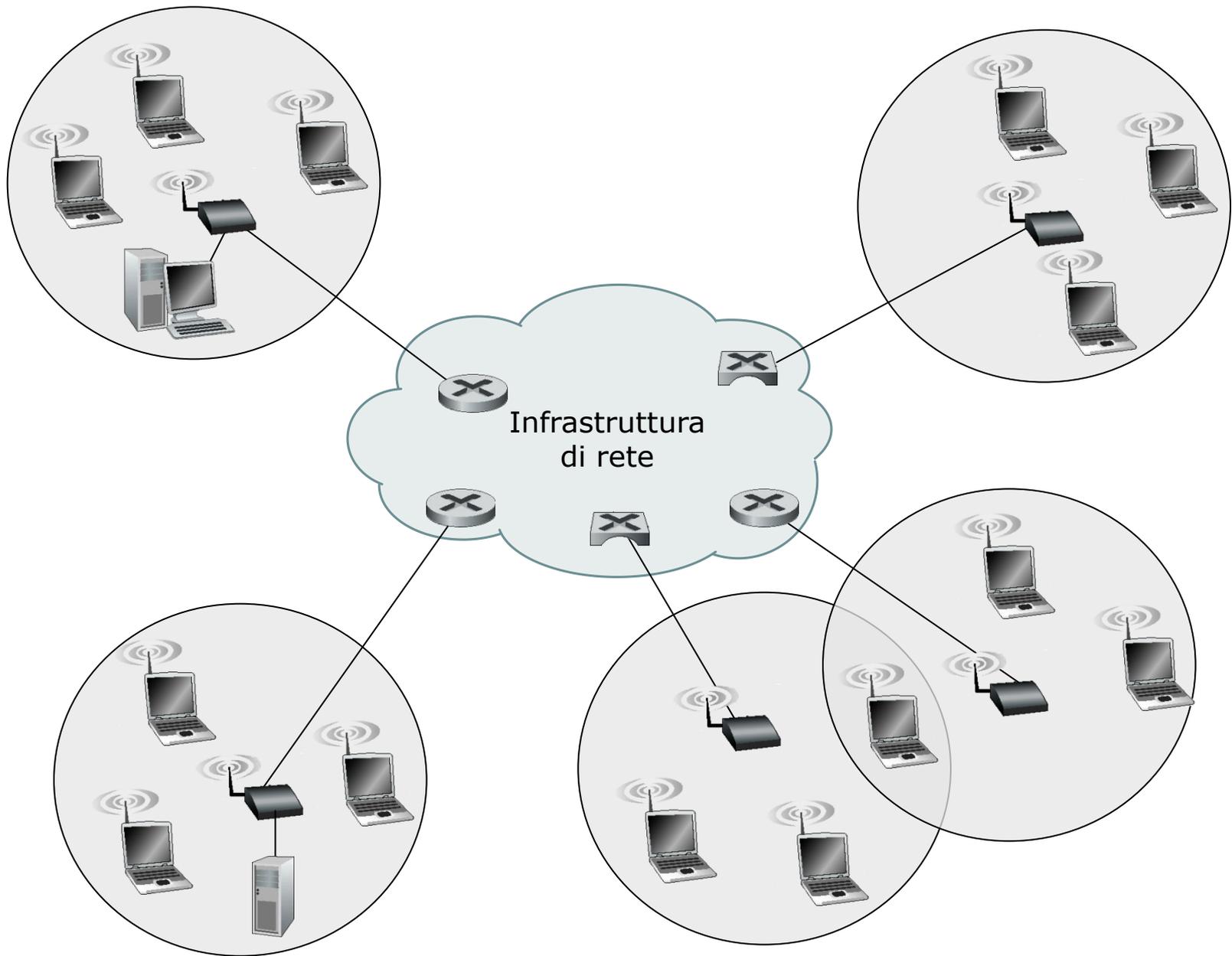
Rete con switch e router (Topologia attuale con prestazioni migliori).

Reti wireless

- Una rete wireless è costituita dai seguenti componenti:
 - **Host wireless.** Possono essere dispositivi di vario tipo come ad esempio PC, portatili, tablet, smartphone, smart TV. Gli host possono essere fissi o mobili.
 - **Collegamenti wireless.** Un host si connette alla stazione base o a un altro host attraverso un canale wireless. Attualmente, ci sono varie tecnologie wireless ciascuna caratterizzata da una diversa velocità di trasmissione e una massima distanza di copertura.
 - **Stazione base (access point).** Una stazione base provvede alla trasmissione e alla ricezione dei pacchetti che gli host ad essa associati trasmettono e ricevono. Un host per trasmettere in una rete wireless deve essere "**associato**" a una stazione base.

- La stazione base è connessa ad una rete, per esempio ad una rete domestica o a una rete ethernet cablata aziendale e funziona quindi come ripetitore tra gli host wireless ad essa associati e la rete fissa. Nelle reti domestiche gli access point (AP) e switch sono inclusi nel modem router NAT WLAN.
- Gli host associati a una stazione base, funzionano come gli host connessi con cavi a una rete ethernet, in quanto tutti i servizi di rete come l'assegnazione degli indirizzi e l'instradamento, sono forniti dalla rete cui quella stazione base è connessa.

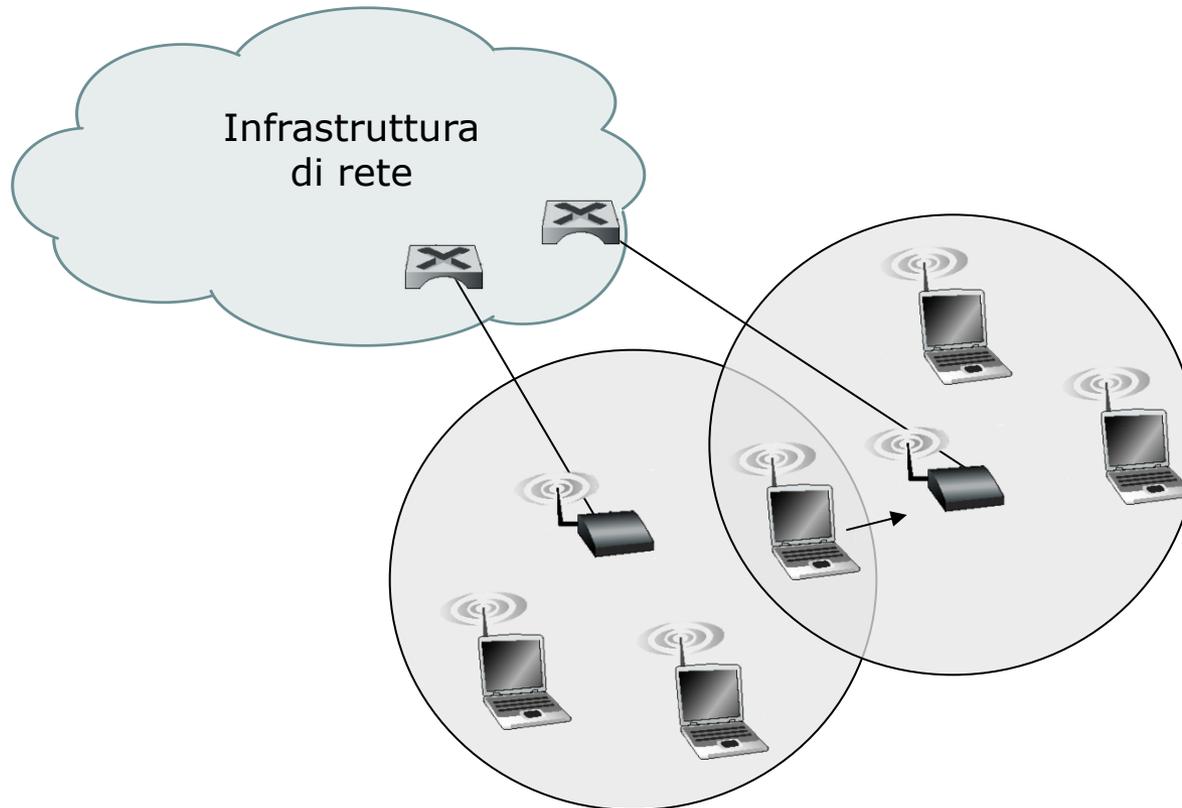




- Le **reti ad hoc**, sono reti wireless nelle quali gli host non hanno alcuna infrastruttura a cui connettersi. Pertanto, gli stessi host devono provvedere a tutti i servizi di rete necessari per la comunicazione, compresi i servizi d'instradamento e di assegnazione degli indirizzi.



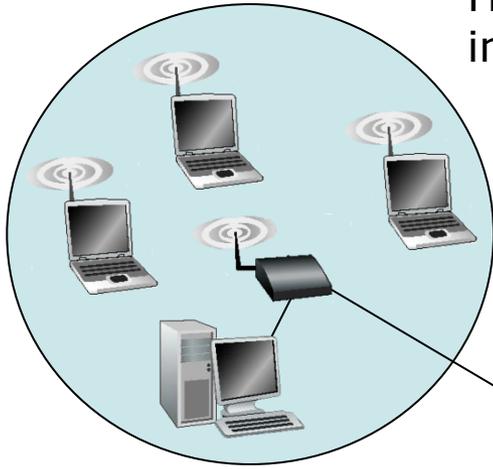
Quando un host si sposta dall'area di copertura di una stazione base a un'altra, cambierà il suo punto di collegamento con la rete globale. Questo processo è chiamato **handoff**.



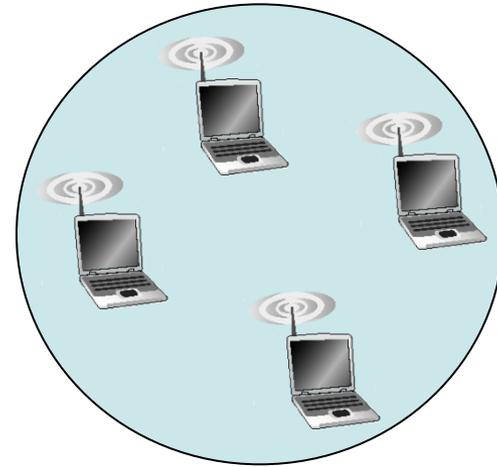
- **Infrastruttura di rete.** E' la rete più ampia con la quale l'host wireless potrebbe volersi connettere.

- Le componenti di una rete wireless, possono essere combinate in vari modi, formando diverse tipologie di rete.
 - **Hop singolo, con infrastruttura.** Queste reti hanno una stazione base che si collega a una rete cablata, ad esempio una LAN la quale è connessa a Internet. Inoltre, tutte le comunicazioni sono tra la stazione base e gli host su un singolo hop wireless. Un esempio è la rete 802.11 (wi-fi).
 - **Hop singolo, senza infrastruttura.** Manca la stazione base. Tuttavia, uno dei nodi di questa rete può coordinare la trasmissione degli altri nodi. Un esempio di questa classe sono le reti Bluetooth e 802.11 in modalità ad hoc.
 - **Hop multipli, con infrastruttura.** È presente una stazione base, collegata ad una LAN. Tuttavia, alcuni nodi potrebbero comunicare con altri nodi wireless, per raggiungere la stazione base.
 - **Reti a hop multipli e senza infrastruttura** non c'è una stazione base. I nodi possono dover ritrasmettere i messaggi a parecchi altri nodi per raggiungere la destinazione. I nodi possono anche essere mobili e la connettività tra loro può cambiare, come in una classe di reti nota come **rete mobile ad hoc (MANET, mobile ad hoc network)**. Se i nodi mobili sono veicoli, la rete è una **rete veicolare ad hoc (VANET, vehicular ad hoc network)**.

Hop singolo con
infrastruttura

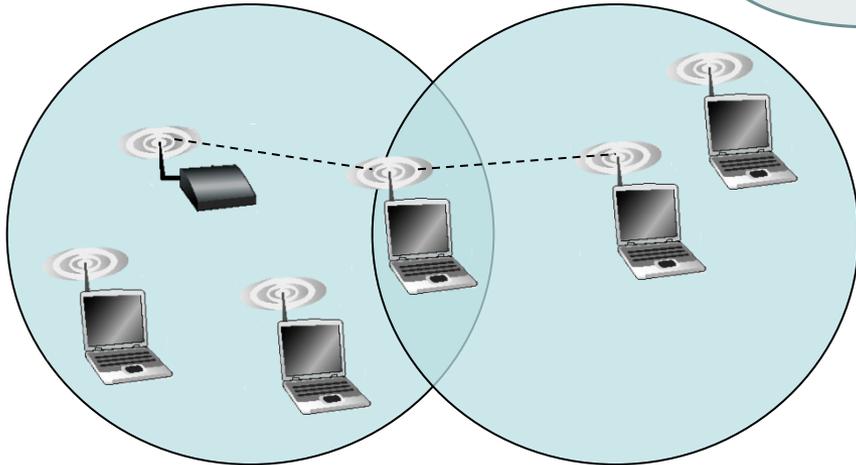


Rete ad hoc

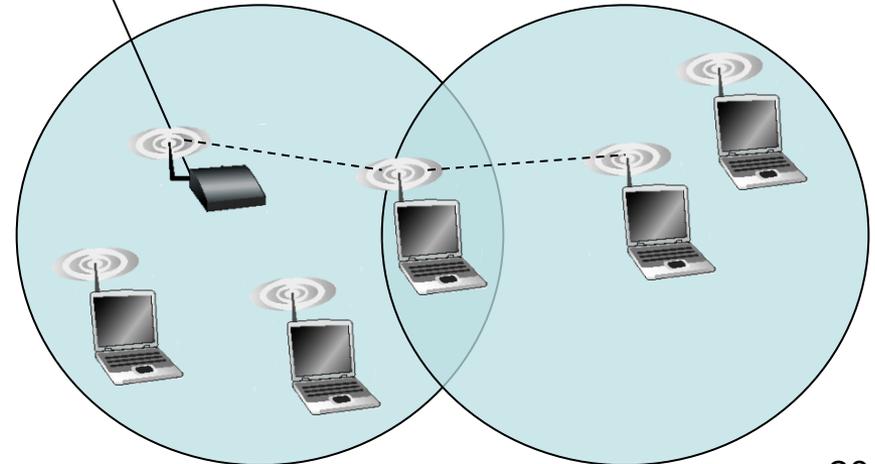


Infrastruttura
di rete

Hop multipli senza
infrastruttura



Hop multipli con
infrastruttura



Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

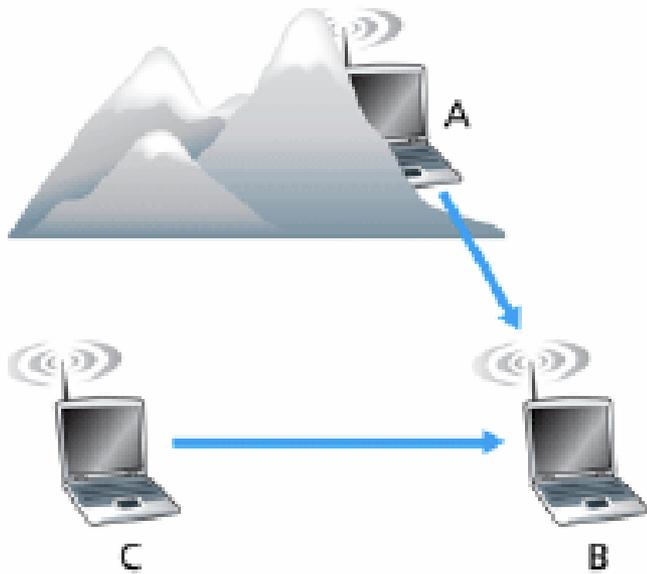
- Descriviamo le più importanti caratteristiche delle reti wireless.
 - **Attenuazione del segnale.** Le onde elettromagnetiche si attenuano quando incontrano ostacoli come le pareti delle case, oggetti di vario tipo e anche persone in movimento. Tuttavia, anche in mancanza di ostacoli, l'intensità del segnale diminuisce al crescere della distanza percorsa.
 - **Interferenze da parte di altre sorgenti.** Dispositivi elettronici di vario tipo che trasmettono nella stessa banda di frequenza interferiscono tra loro. Per esempio, i telefoni a 2,4 GHz e le LAN 802.11 trasmettono nella stessa banda di frequenze e quindi, se usati contemporaneamente, possono interferire producendo errori nella trasmissione. Inoltre il rumore elettromagnetico ambientale, come ad esempio, le onde elettromagnetiche prodotte da un motore o di un forno a microonde, può generare interferenze.
 - **Propagazione su più cammini.** La propagazione su più cammini si verifica quando una parte delle onde elettromagnetiche trasmesse riflettendosi su oggetti, pareti, pavimenti, persone in movimento, etc. seguono poi percorsi multipli di diversa distanza tra il trasmittente e il ricevitore. Questo fenomeno genera una miscelazione dei segnali multipli che fornisce un segnale risultante degradato che giunge al nodo ricevente.

- Da quanto detto, è evidente che gli errori di trasmissione saranno più frequenti nelle reti wireless che nelle reti cablate.
- Pertanto, nelle reti wireless, a livello di collegamento, oltre alla rilevazione degli errori CRC, si utilizzano protocolli di **trasferimento affidabile**.
- In generale, i nodi wireless ricevono un segnale elettromagnetico distorto dovuto alla miscelazione del segnale originale trasmesso dal mittente e un rumore di fondo dell'ambiente. Il **rapporto segnale rumore (SNR, *signal to noise ratio*)** è una misura che esprime il rapporto tra l'intensità del segnale utile ricevuto e l'intensità del rumore.
- L'SNR si esprime in **Decibel (dB)**, che è definito come venti volte il logaritmo in base 10 del rapporto dell'ampiezza del segnale ricevuto e l'ampiezza del rumore. Più è grande l'SNR migliore è la comunicazione.

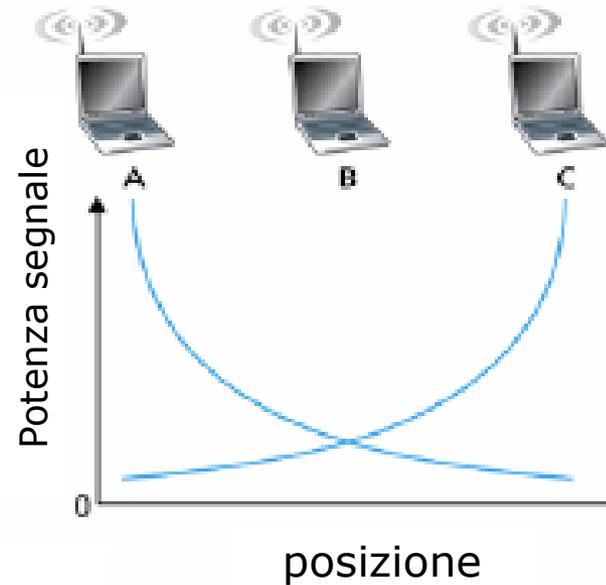
$$\text{SNR} = 20\log_{10}(\text{S/N})$$

- Un altro parametro, il **BER (bit error rate)** indica la probabilità che si verifichino errori di trasmissione nei bit.
- Il BER viene espresso in funzione dell'SNR, per diverse tecniche di modulazione, che vengono usate per codificare i dati per la trasmissione su un canale wireless ideale.
- Per un data tecnica di modulazione (ad esempio BSPK 1 Mbps, QAM16 4 Mbps, QAM256 8Mbps), **maggiore è SNR minore sarà il BER.**
- Dato che una stazione mittente può aumentare SNR aumentando la potenza di trasmissione, potrà anche diminuire, entro certi limiti, la probabilità che un frame sia ricevuto con errori. Tuttavia aumentando la potenza di trasmissione, il mittente consuma più energia ed aumenta la probabilità che le trasmissioni possano interferire fra loro.

- SNR e BER possono cambiare a causa della mobilità o dei cambiamenti delle caratteristiche dell'ambiente.
- Modulazioni adattative sono usate nelle reti 802.11 (wi-fi), nelle reti 802.16 (Wi-Max) e nei sistemi dati cellulari. Questo consente, per esempio, di selezionare la tecnica di modulazione che fornisce la più alta velocità di trasmissione possibile senza superare una specifica soglia del BER.
- L'elevata quantità di errori nei bit non è l'unica differenza tra i collegamenti wireless e quelli cablati. Ricordiamo che, nel caso dei canali cablati condivisi, ciascun nodo riceve i frame trasmessi da tutti gli altri nodi. Nei collegamenti wireless, l'accesso multiplo è molto più complesso che nelle reti cablate a causa di problemi come il **terminale nascosto** e il **fading**.
- Per descrivere il problema del terminale nascosto consideriamo la figura seguente in cui supponiamo che gli host A e C stiano trasmettendo. Il **problema del terminale nascosto**, è dovuto alla presenza di ostacoli fisici nell'ambiente, come ad esempio, edifici, alberi, etc, che potrebbero impedire ad A e a C di comunicare, anche se le loro trasmissioni interferiscono presso la destinazione B.



- **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

- Un secondo scenario nel quale si crea una collisione non rilevabile dalla stazione ricevente è quella in cui si verifica il **fading** (evanescenza) del segnale che si propaga nell'ambiente. La figura mostra il caso in cui A e C si trovano posizionati in modo tale che il loro segnale non è sufficientemente potente da essere rilevato a vicenda, ma le loro trasmissioni interferiscono con la stazione ricevente B.
- Questi problemi rendono l'accesso multiplo nelle reti wireless molto più complesso che nelle reti cablate.