



L' infrastruttura di rete: Internet

Prof. Elio Toppano – Università di Udine



Indice

- Reti di calcolatori: una definizione strutturale
- Nodi, collegamenti e mezzi trasmissivi
- Gerarchie di reti e internetworking
- Tipi di reti



Internet

- **Internet:** si intende la *interconnessione* di singole reti di calcolatori gestite da organizzazioni pubbliche, aziendali, di ricerca o private. E' un *sistema* di reti di calcolatori (una rete di reti).
- Fornisce l'infrastruttura e l'ambiente HW e SW in cui sviluppare applicazioni e servizi
- **Internet non è il Web!**

Reti di calcolatori

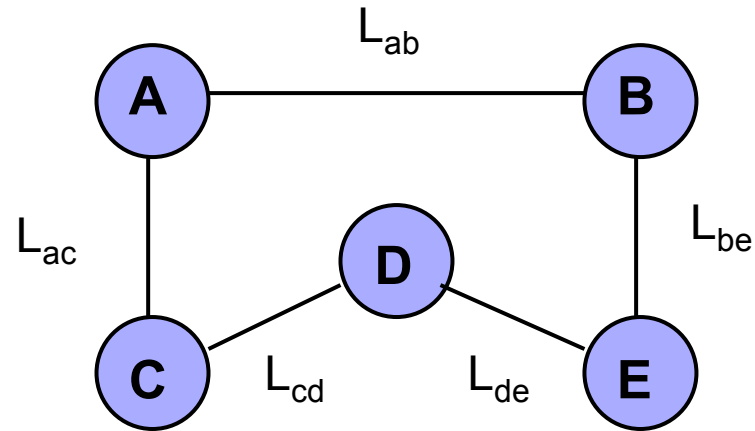
- Definizione (strutturale):

Una rete di calcolatori e' un insieme di *nodi* (i sistemi), e di *linee di comunicazione* – *logiche* oppure *fisiche* – che li connettono

- Una rete può essere rappresentata da un grafo

$$G = \langle \{N_i\} ; \{L_{ij}\} \rangle$$

dove $\{N_i\}$ indica l'insieme dei nodi e $\{L_{ij}\}$ indica l'insieme delle linee di comunicazione (i collegamenti fisici) esistenti tra coppie di nodi



$$Gr = \langle \{A, B, C, D, E\}; \{L_{ab}, L_{ac}, L_{cd}, L_{de}, L_{be}\} \rangle$$

Nodi e linee di comunicazione

■ Tipi di nodi principali :

- **Host** (terminale o end system): ospitano applicazioni (es. PC, server, portatile, telefono cellulare, stampanti, smart objects, sensori, ..)
- **Nodi di commutazione** (es. router, switch, bridge)
- **Stazioni base** (es. punti di accesso AP, cell tower)



PC



Server



Portatile



Telefono
Cellulare

Ecc.



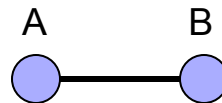
Router
Switch
Bridge



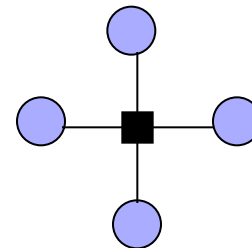
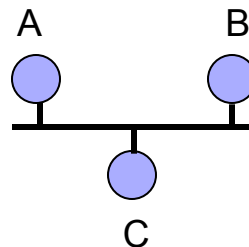
Stazioni
base

- Tipi di linee di comunicazione (o link, collegamenti, canali):

- ☐ Collegamenti *punto a punto*: collega due nodi (solo due) senza passare per un nodo intermedio.

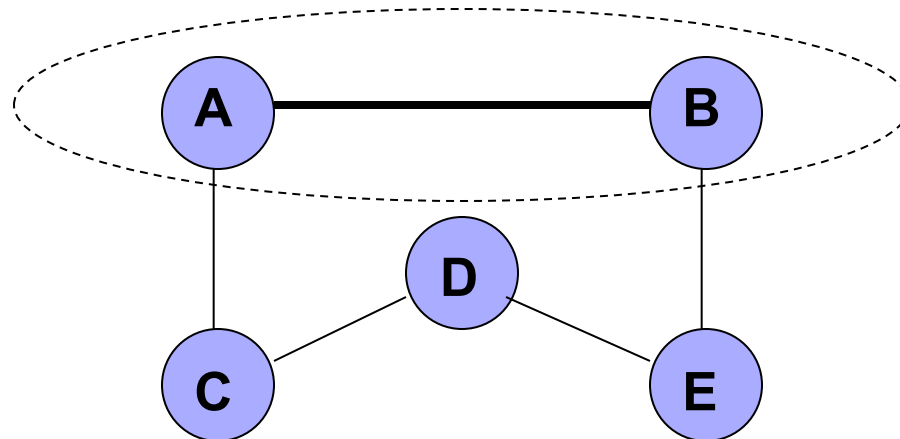


- ☐ Collegamenti *multipoint*: esiste un solo collegamento *condiviso* da più di due nodi



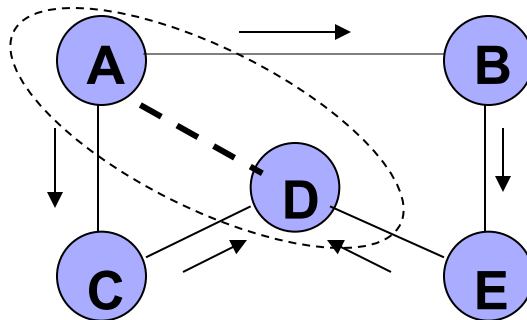
Collegamento fisico

- Un collegamento fisico tra due nodi (es. A—B) è costituito da un *link fisico* permanente o temporaneo che unisce i due nodi



Collegamento logico

- L'esistenza di un collegamento logico tra due nodi (es. A—D) implica che i due nodi possano comunicare tra di loro indipendentemente dal fatto che esista una connessione fisica *diretta* tra di essi



- Il collegamento logico presuppone l'esistenza di un *percorso* tra i due nodi (es. A-C-D o A-B-E-D)

Collegamenti e Mezzi trasmissivi

- Mezzi trasmissivi elettrici

- ☐ cavi coassiali
- ☐ doppini in rame

- Mezzi trasmissivi ottici

- ☐ fibra ottica

- Collegamenti wireless

- ☐ onde radio, microonde
- ☐ raggi infrarossi
- ☐ luce laser



Mezzi guidati

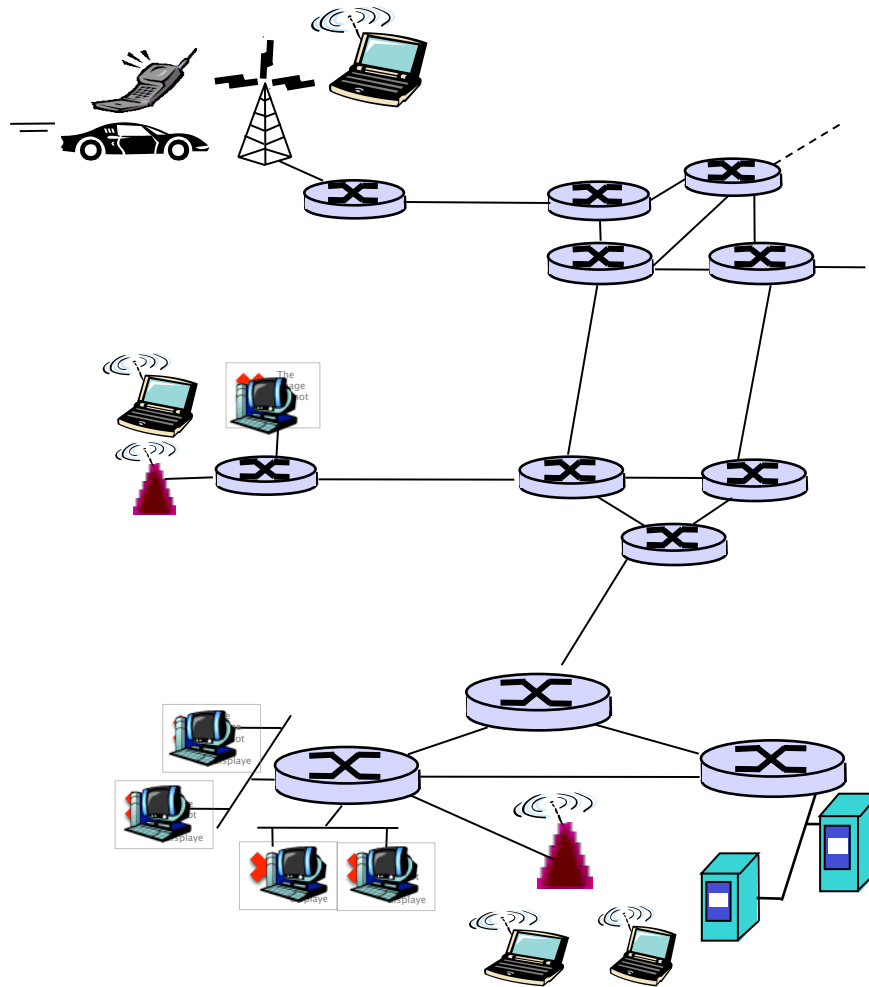
(il segnale è guidato attraverso un mezzo solido)



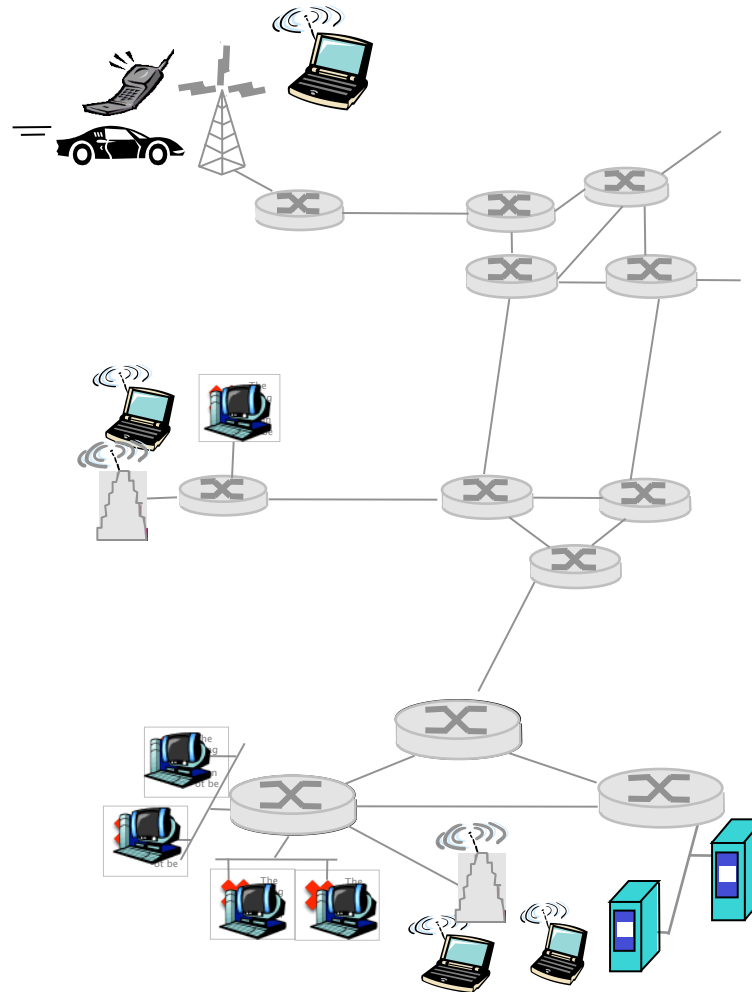
Mezzi non guidati

(il segnale si propaga nell'atmosfera)

Una rete:

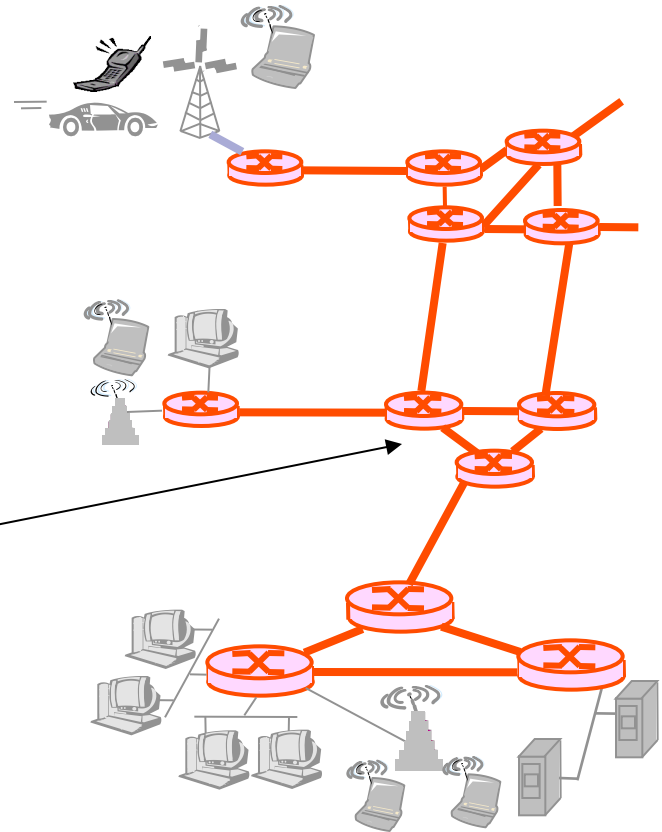


I terminali:



La sottorete di commutazione:

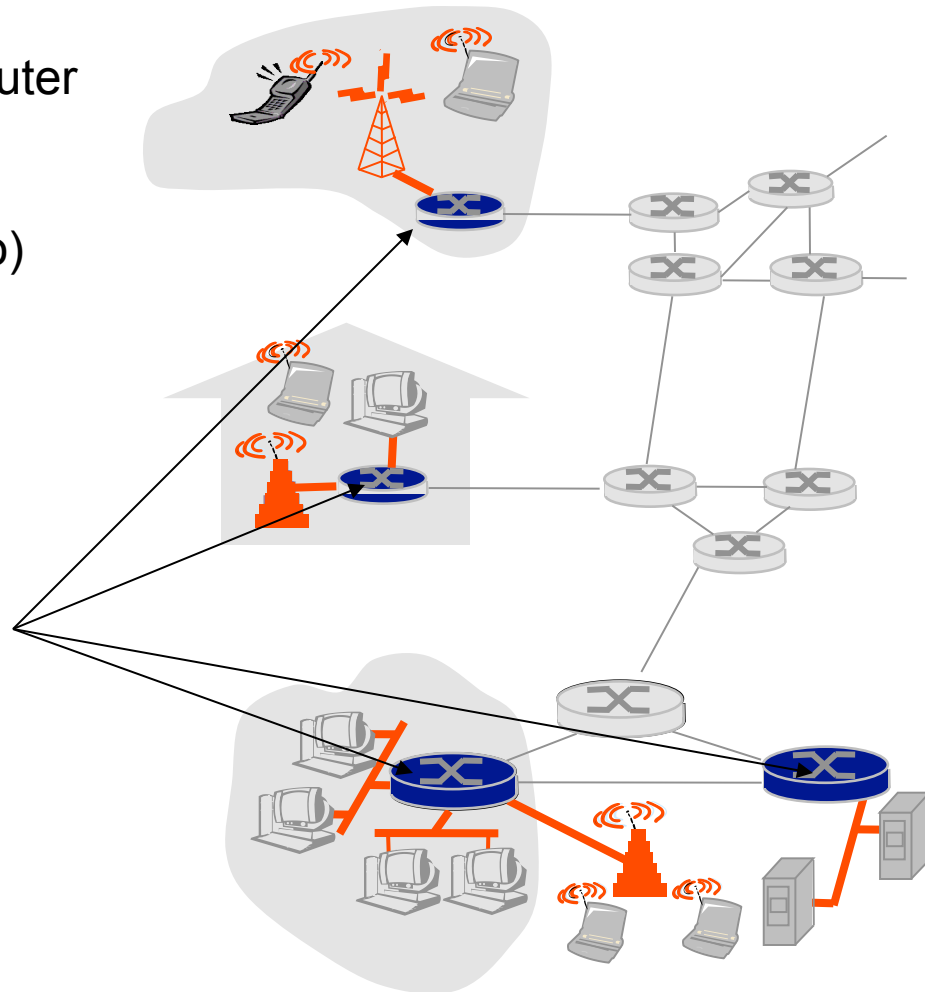
insieme di router interconnessi



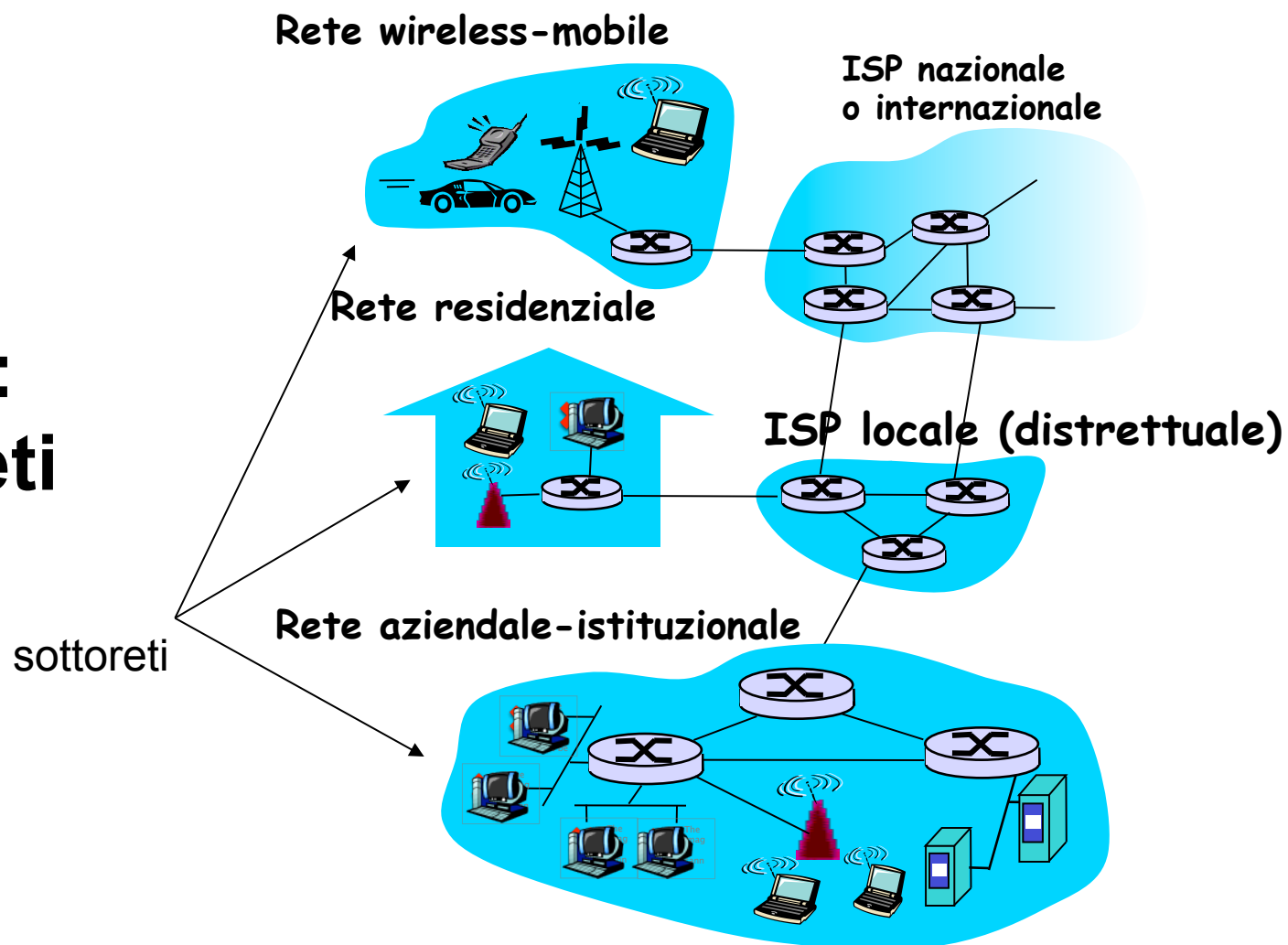
Accesso alla sottorete di commutazione:

avviene attraverso i
router di confine (il primo router
sul percorso che parte dal
terminale e arriva a
qualunque terminale remoto)

router di confine

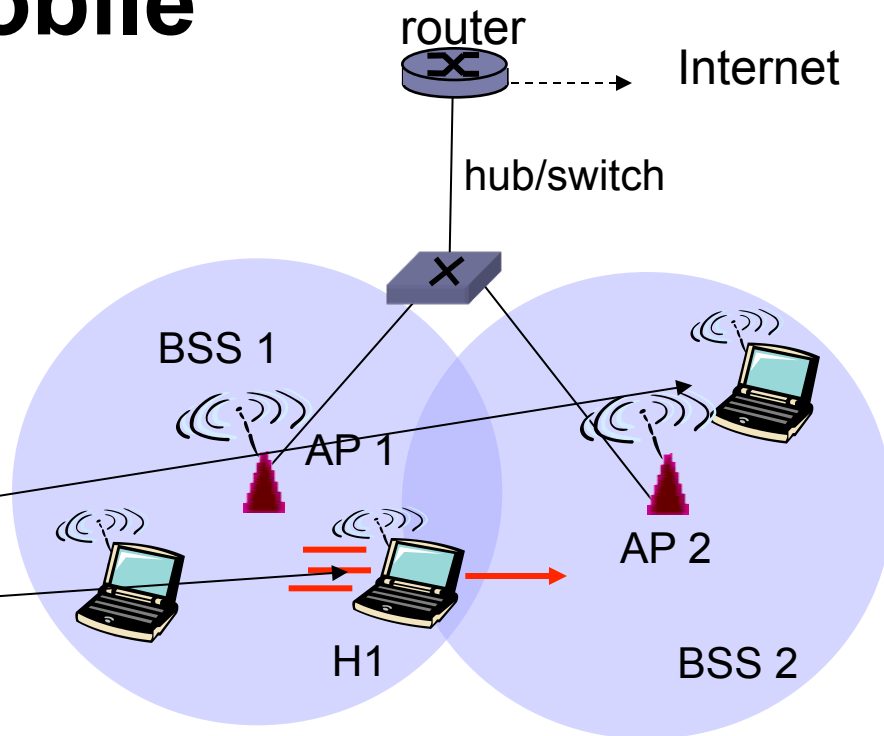


Internet : rete di reti



Rete wireless e mobile

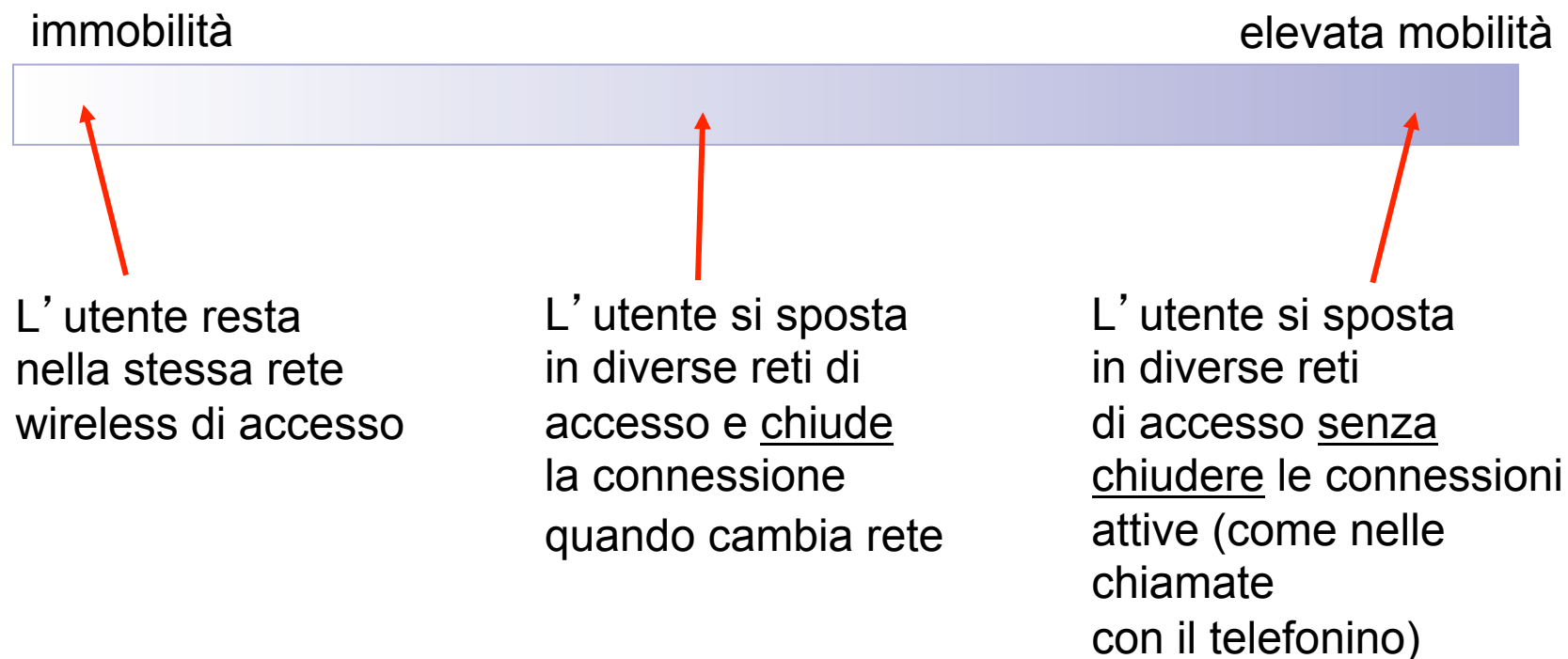
- Differenza tra concetto di
 - wireless (senza fili)
 - sistema mobile



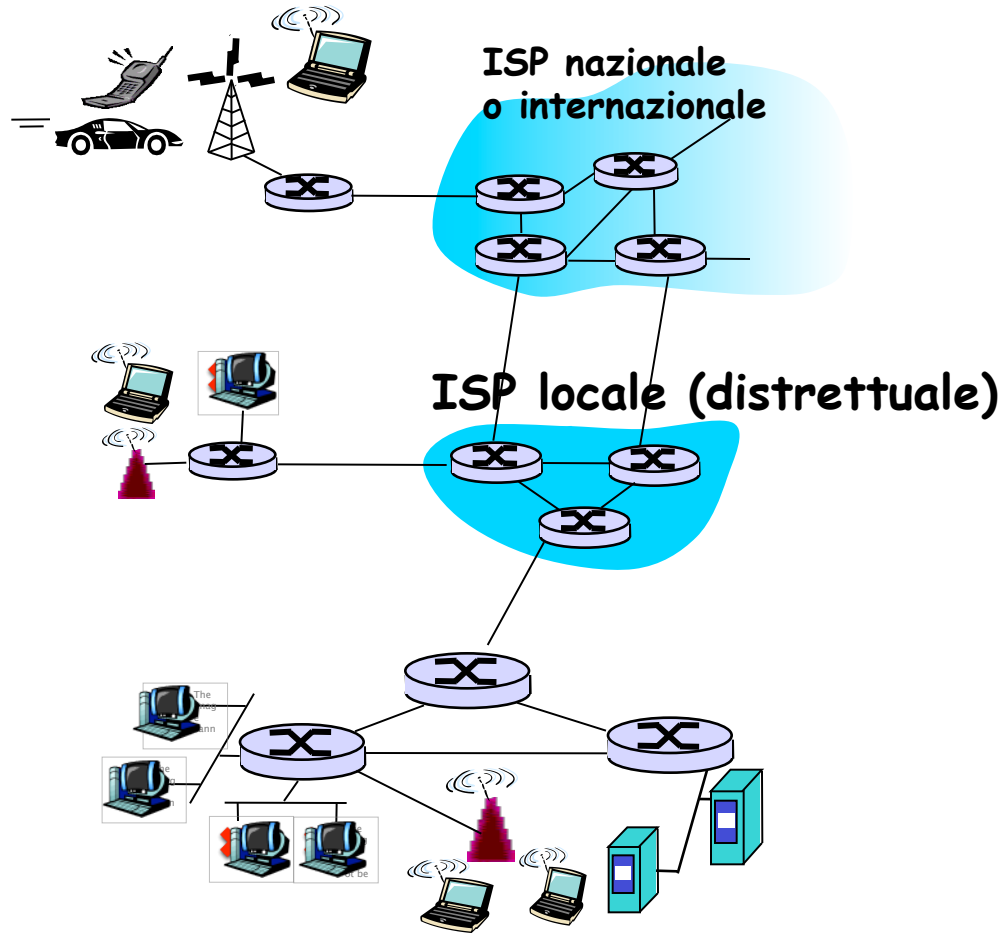
BBS: Basic Service Set
(detto anche cella)
AP: Access Point

Cosa si intende per mobilità?

■ Mobilità dal punto di vista del livello di rete:



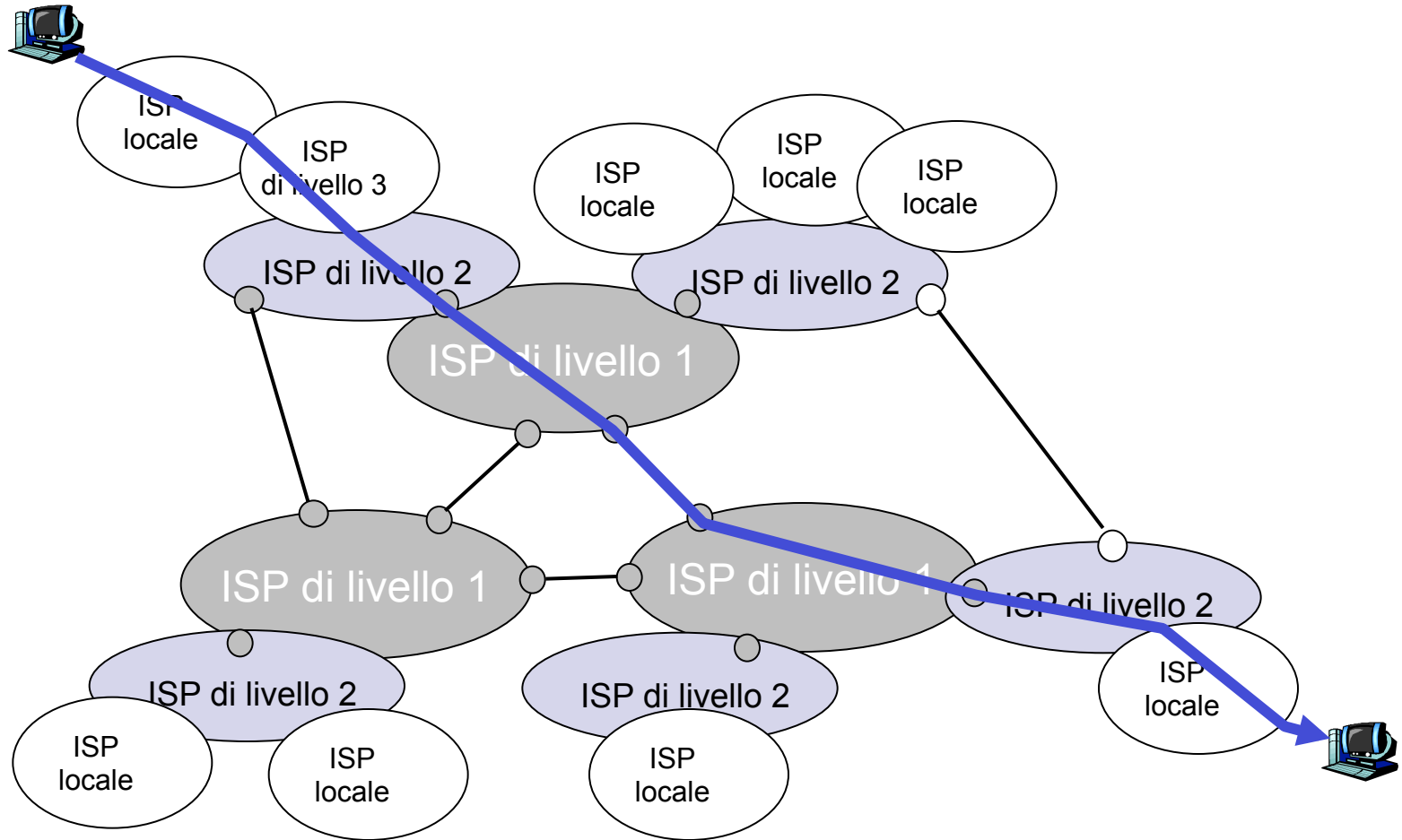
Gli ISP (Internet Service Provider)



Struttura di Internet: gli ISP

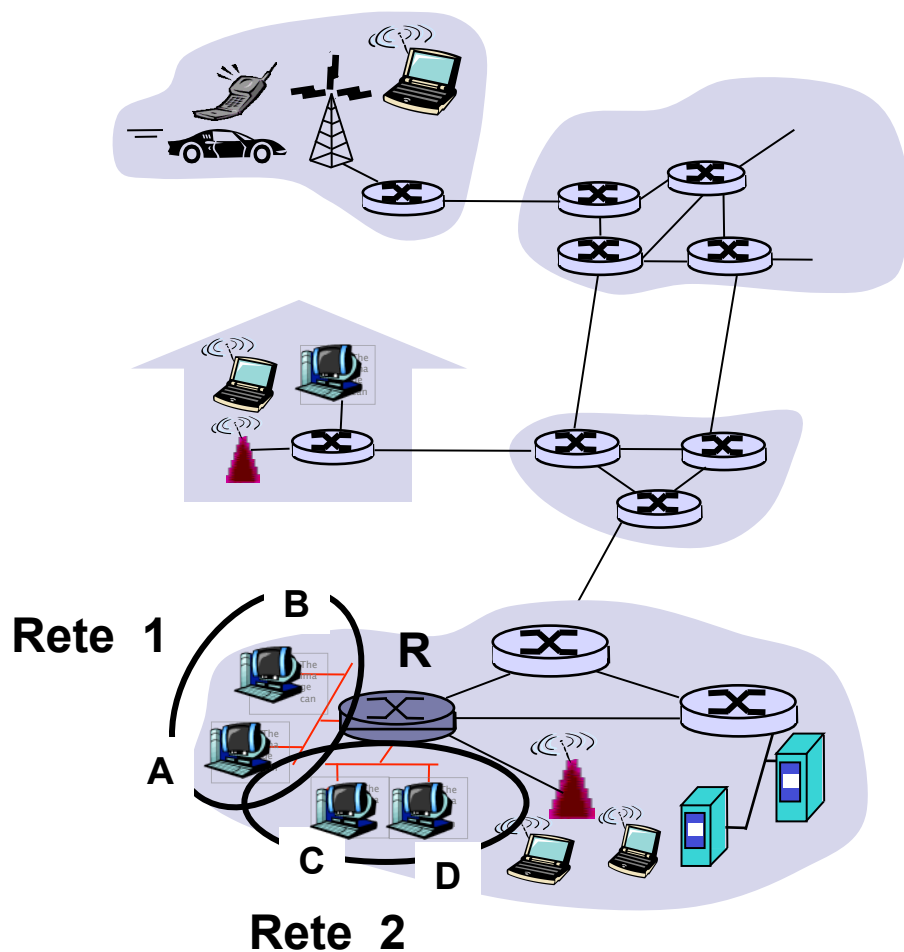
- Esiste una **gerarchia** di ISP (Internet Service Provider): fornitori di servizi Internet
 - ISP di Livello 1 (reti della dorsale di Internet, copertura internazionale)
 - ISP di Livello 2 (copertura nazionale o regionale)
 - ISP di Livello 3 e ISP locali (ISP di accesso)
- I punti in cui un ISP si collega ad un altro (sia orizzontalmente tra IPS dello stesso livello sia verticalmente tra ISP di livello diverso) sono detti *punti di presenza* (POP). Sono un gruppo di uno o più router

Un messaggio passa attraverso una moltitudine di reti!



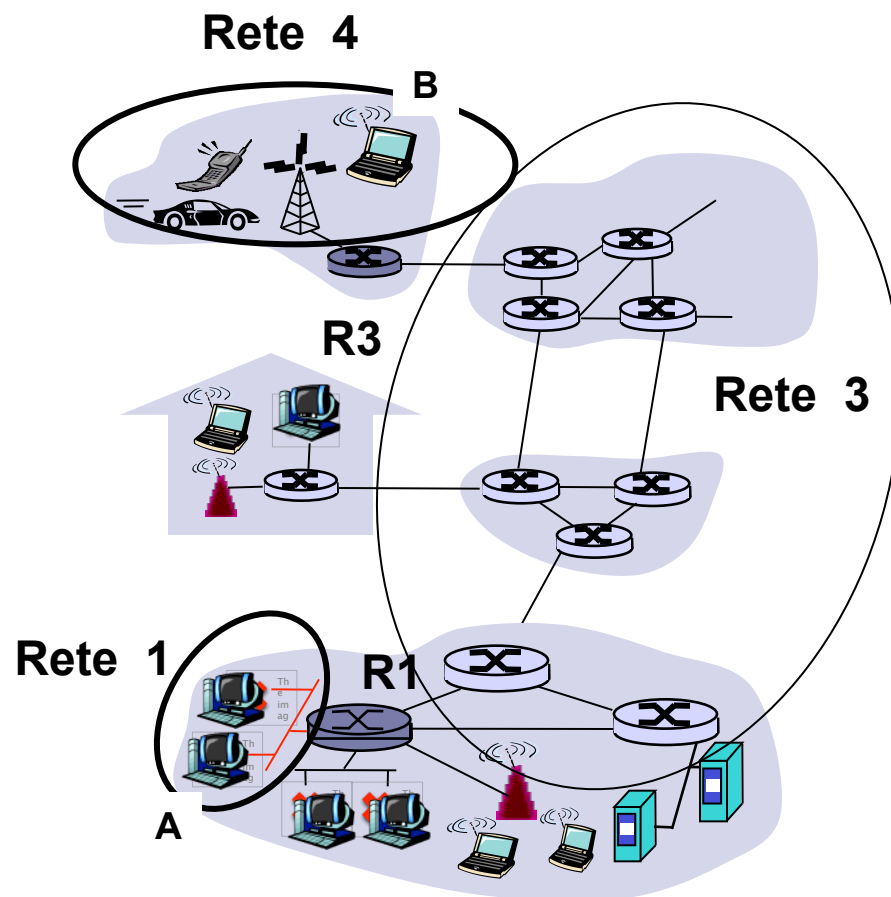
Internetworking

- Interconnessione di più reti (anche eterogenee) tramite nodi di commutazione (es. router)
- Nell'esempio il router R deve catturare i messaggi (pacchetti) sulla Rete-1 destinati, ad esempio, alle macchine della Rete-2 e trasferirli (e viceversa)



Internetworking

- Nell'esempio il router R1 deve catturare i pacchetti sulla Rete-1 destinati, ad esempio, alle macchine della Rete-4 e trasferirli attraverso la Rete-3 di commutazione.
- Problema: come fa R1 a sapere dove si trova R4?





Tipi di reti

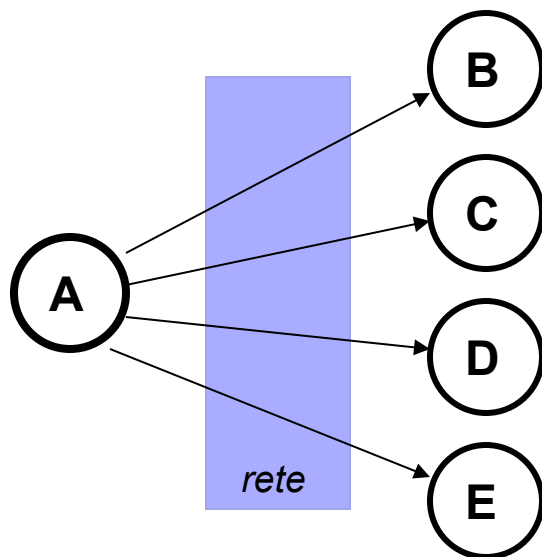


Criteri di classificazione (esempi)

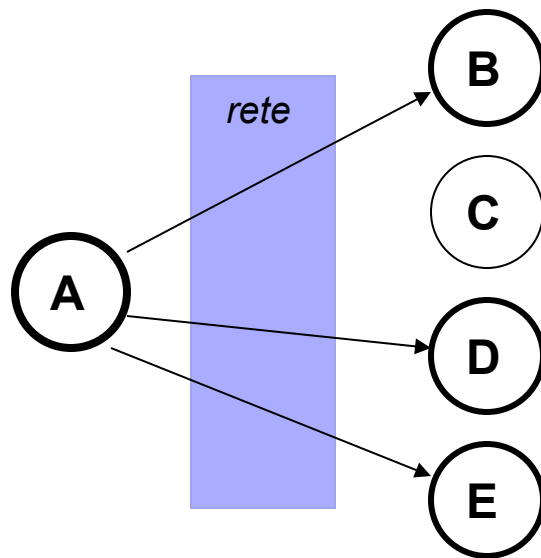
- Modalità trasmissiva
- Estensione
- Tecniche di commutazione
- ...

Tipi di rete-1

- Rispetto alla *modalita' trasmissiva*:
 - **Broadcast**: i dati trasmessi dal mittente sono destinati e vengono ricevuti da tutti i terminali/host connessi alla stessa rete (es. programmi televisivi)

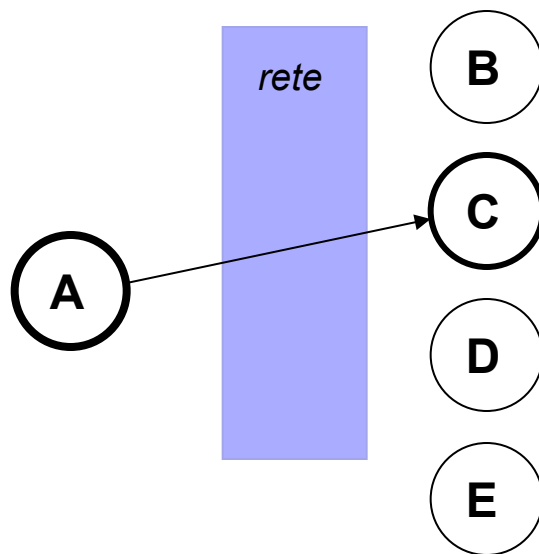


- **Multicast:** i dati trasmessi dal mittente sono destinati e vengono ricevuti da un sottoinsieme specifico di tutti gli host connessi alla rete (es. videoconferenza)

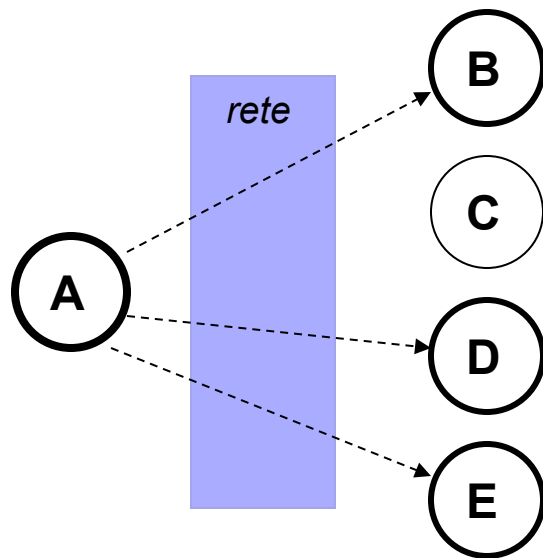


(B,D,E fanno parte dello stesso *gruppo multicast*)

- **Unicast**: i dati trasmessi dal mittente sono destinati e vengono ricevuti da un host specifico



- **Anycast:** i dati trasmessi dal mittente sono destinati e vengono ricevuti da uno qualsiasi degli host all'interno di un gruppo



(B,D,E fanno parte dello stesso *gruppo anycast*)

Tipi di reti-2

Rispetto alla estensione:

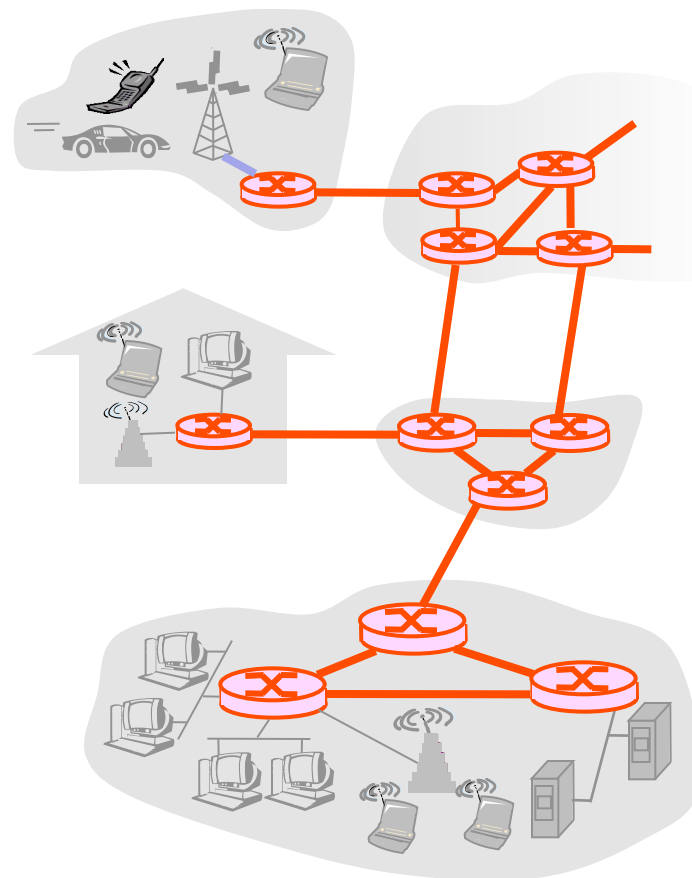
- **Personal Area Network (PAN)**
 - Es. cellulare e PC via bluetooth, mouse e tastiera wireless,...
- **Local Area Network (LAN)**
 - Es. Rete da ufficio, gruppo di pc che condividono una stampante o un accesso a Internet
- **Metropolitan Area Network (MAN)**
 - Es. Collegamento di due edifici nella stessa città
- **Wide Area Network (WAN)**
 - Rete a scala geografica, es. collegamento Enti pubblici (es. e-INPS, accesso al DB contributi INPS)

Distanza tra i processori	Processori situati nello stesso/a	Esempio
1 m	Metro quadrato	Personal area network
10 m	Stanza	Local area network
100 m	Edificio	
1 km	Campus	
10 km	Città	Metropolitan area network
100 km	Nazione	Wide area network
1.000 km	Continente	
10.000 km	Pianeta	Internet

Tipi di reti-3

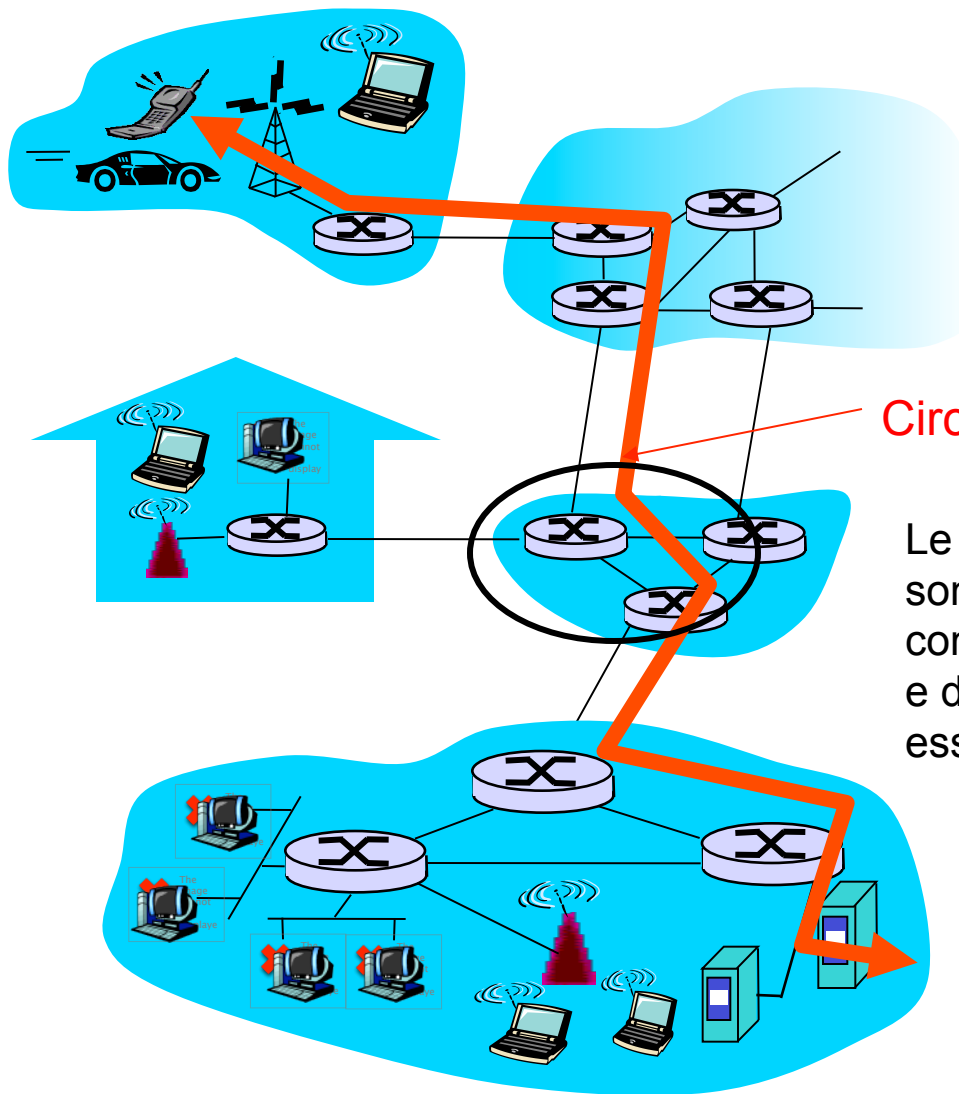
■ Rispetto alla *tecnica di commutazione*

- ☐ *commutazione di circuito*
- ☐ *commutazione di pacchetto*



Reti a commutazione di circuito

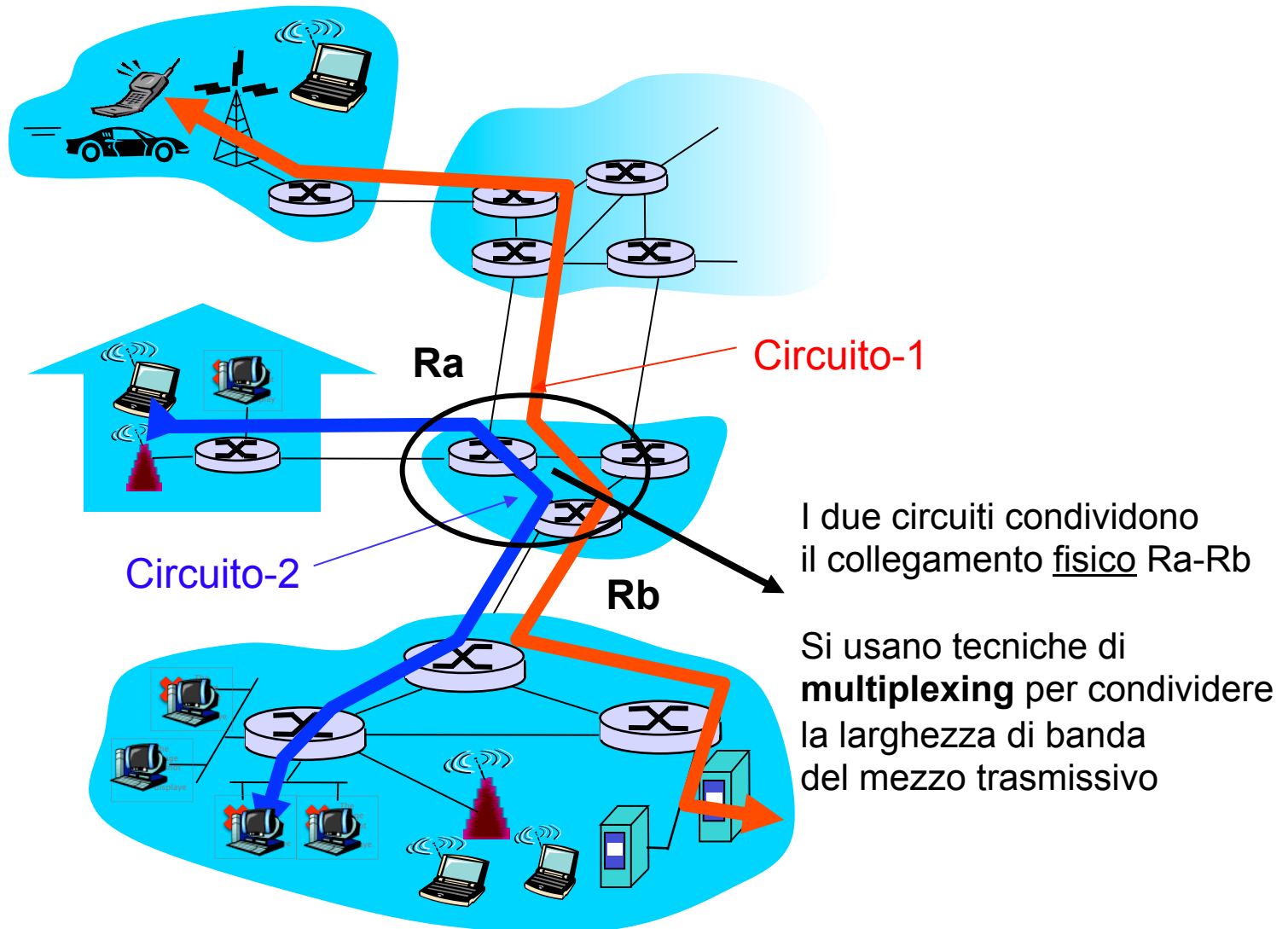
- Nelle reti a commutazione di circuito viene instaurato un *circuito* dedicato (cioè un percorso costituito da link e nodi di commutazione) tra mittente e destinatario prima dell'inizio della comunicazione vera e propria
- Una volta stabilito il circuito esso permane per tutta la durata della comunicazione: le risorse coinvolte lungo il circuito sono *riservate* per la durata della comunicazione.
- Tutti i dati seguono lo stesso percorso
- Alla fine della comunicazione il circuito viene rilasciato.



Circuito-1 (fisico)

Le risorse (es. link) coinvolte sono riservate per la comunicazione tra mittente e destinatario e non possono essere usate da altri

Possono due circuiti condividere uno stesso collegamento fisico?



Multiplexing (cenni)

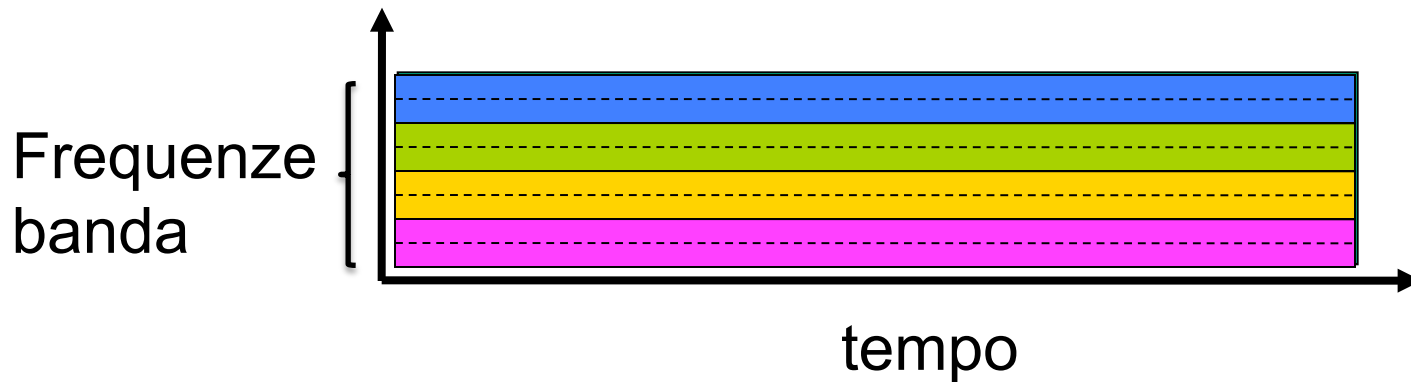
- Insieme di tecniche che permettono di inviare più flussi di dati **sullo stesso mezzo trasmissivo** senza che questi flussi interferiscano tra di loro.
- Vantaggio: utilizzare al meglio la *larghezza di banda* del mezzo.
- **Larghezza di banda**: intervallo di frequenze che il mezzo trasmissivo è in grado di trasmettere senza apprezzabili distorsioni
- Esistono diverse tecniche:
 - multiplexing a **divisione di tempo** (TDM): si assegnano dei turni (Analogia: strada con una sola corsia bidirezionale assegnata a turno)
 - multiplexing a **divisione di frequenza** (FDM): si suddivide la larghezza di banda del mezzo trasmissivo in sottobande (canali) che vengono assegnate a ciascun flusso (Analogia: strada a più corsie bidirezionali)

Multiplexing: FDM e TDM

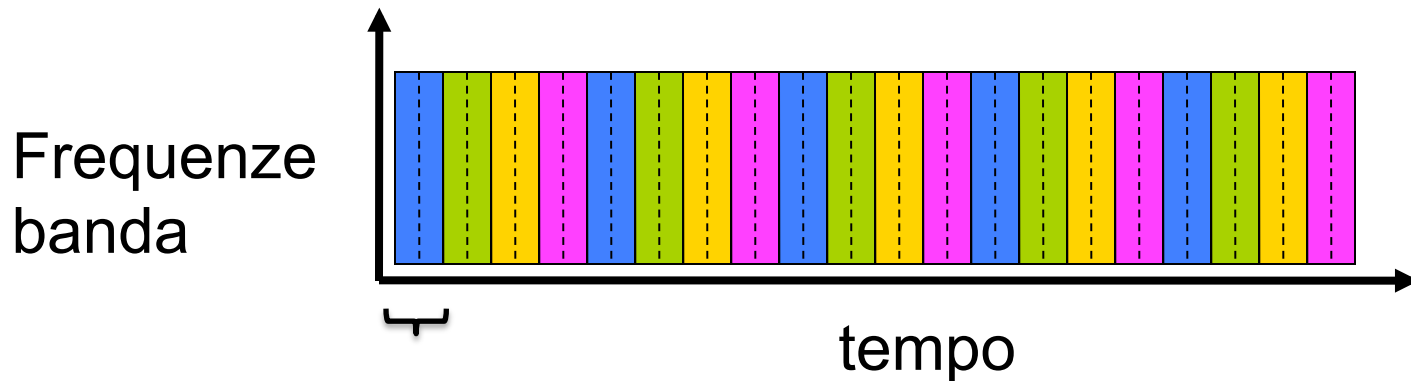
FDM

Esempio:

4 flussi

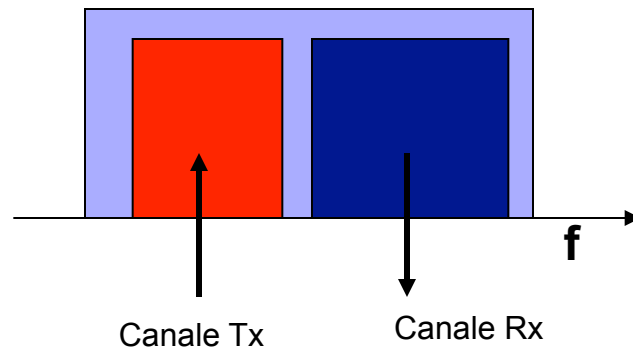


TDM



Esempio : ADSL (full-duplex)

- La tecnica più diffusa per la comunicazione in full-duplex nelle reti di accesso consiste nella suddivisione della banda del mezzo trasmissivo (doppino) in due parti: una per trasmettere (Tx) e una per ricevere (Rx)



- Esempio: ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
 - Canale di downstream : 1.544 Mbps – 8.448 Mbps (ma si può arrivare a qualche decina di Mbps!)
 - Canale di upstream: 16 Kbps – 640 Kbps

Reti a commutazione di pacchetto

- Non vengono instaurate connessioni prima della comunicazione.
- Nelle reti a commutazione di pacchetto il messaggio originale viene suddiviso in “pacchetti” di dimensione massima prefissata
- Ogni pacchetto, oltre ai dati, contiene la specifica del mittente e del destinatario e altre informazioni di controllo (es. un numero d’ordine)
- Ogni pacchetto utilizza le risorse su richiesta e viene trattato dalla rete di commutazione indipendentemente dagli altri pacchetti che formano il messaggio originale. Questo significa che ogni pacchetto può seguire una strada diversa dagli altri per raggiungere il destinatario.
- Ogni pacchetto può quindi raggiungere la destinazione con un ritardo diverso dagli altri pacchetti, in un ordine non corretto, oppure andare perso



PROGETTAZIONE

I problemi da affrontare (esempi)

- Codifica digitale del segnale analogico
- Affidabilità della trasmissione
 - Guasti dell' HW
 - Danneggiamento dei dati (es. rumore sulle linee: errori)
 - Perdite di dati
 - Duplicazioni o arrivi invertiti (vedi commutazione di pacchetto)
- Gestione della ritrasmissione (es. nel caso di perdita dei dati)
- Gestione del flusso (non inviare dati con un tasso che non può essere gestito dal destinatario!)
- Gestione dell' accesso ai canali condivisi (vedi. reti multipoint)
- Instradamento, scelta del cammino migliore, conoscenza della topologia e del traffico

I problemi da affrontare (cont...)

- Congestione della rete (es. come evitare zone congestionate?)
- Incompatibilità tra reti eterogenee
- Frammentazione e riassemblaggio dei messaggi
- Apertura e chiusura delle connessioni, gestione di connessioni multiple
- Qualità del servizio (es. ritardo, jitter, larghezza di banda)
- Organizzazione del dialogo e della sincronizzazione tra programmi applicativi
- Gestione della sicurezza
- ...

e molti altri ancora !!!

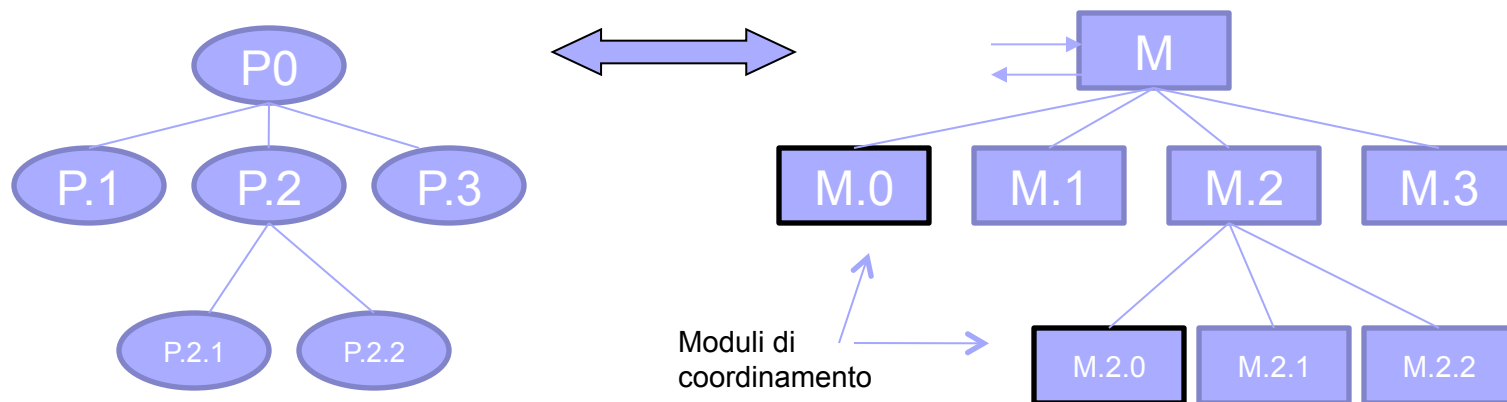


Come fare?

- Il problema della comunicazione è un **problema complesso**
- Va affrontato mediante **decomposizione** del problema, **modularizzazione** delle funzioni e **astrazione**
- **Astrazione**: eliminazione di dettagli

Decomposizione di un problema e progetto modulare

- Decomposizione del problema iniziale (P0) - la comunicazione in rete - in sottoproblemi (si ottiene un albero di decomposizione)
- La decomposizione del problema iniziale in sottoproblemi induce un'analogia decomposizione del sistema software iniziale M (detto modulo iniziale) in sottomoduli (processo di modularizzazione)



Osservazioni

- Il concetto di modularizzazione del SW è strettamente legato al concetto di *programmazione in grande* (in opposizione alla *programmazione in piccolo* che riguarda la realizzazione dei singoli moduli)
- L'attività di modularizzazione viene eseguita seguendo i criteri di **massima coesione** interna dei moduli, **minimo accoppiamento** tra moduli e **occultamento delle informazioni** relative a come i moduli sono internamente realizzati



Come decomporre il SW che risolve il problema della comunicazione in rete?

Occorre un Modello di Riferimento!
(vedremo il modello di riferimento ISO/OSI e l'architettura TCP-IP)