

Reti informatiche

Una rete informatica è la combinazione di hardware, software e cablaggio che permettono a più dispositivi di elaborazione di comunicare tra loro.



I computer vengono collegati in rete per scambiarsi file e condividere periferiche quali stampanti, unità a disco (NAS), lettori di CD-ROM ecc.



La connessione tra le diverse reti informatiche prende il nome di **networking**.



In generale le reti si distinguono in:

- **locali** (**LAN**, *Local Area Network*): la rete è situata in una unica sede aziendale;
- **geografiche** (**WAN**, *Wide area Network*): due reti situate in due sedi diverse collegate mediante servizi offerti da un **Internet Service Provider (ISP)**.

Reti informatiche

- La comunicazione tra i dispositivi di una rete avviene mediante lo scambio di **segnali** codificati in **binario** sotto forma di onde elettromagnetiche.
- I nodi **sorgenti** e **destinazioni** sono chiamati **nodi terminali** (**end systems**) del sistema mentre tutti i nodi intermedi sono detti **nodi di commutazione** (**switching nodes**).
- Per raggiungere il nodo di destinazione il dato inviato dal nodo sorgente “viaggia” sul canale fisico e viene ritrasmesso dai nodi commutazione (**inoltro dei dati**).
- Il dato prodotto dalle sorgenti viene trasportato a destinazione sotto forma di **segnali**: il segnale è l'entità fisica che trasporta il dato dalle sorgenti alle destinazioni.

Definizioni

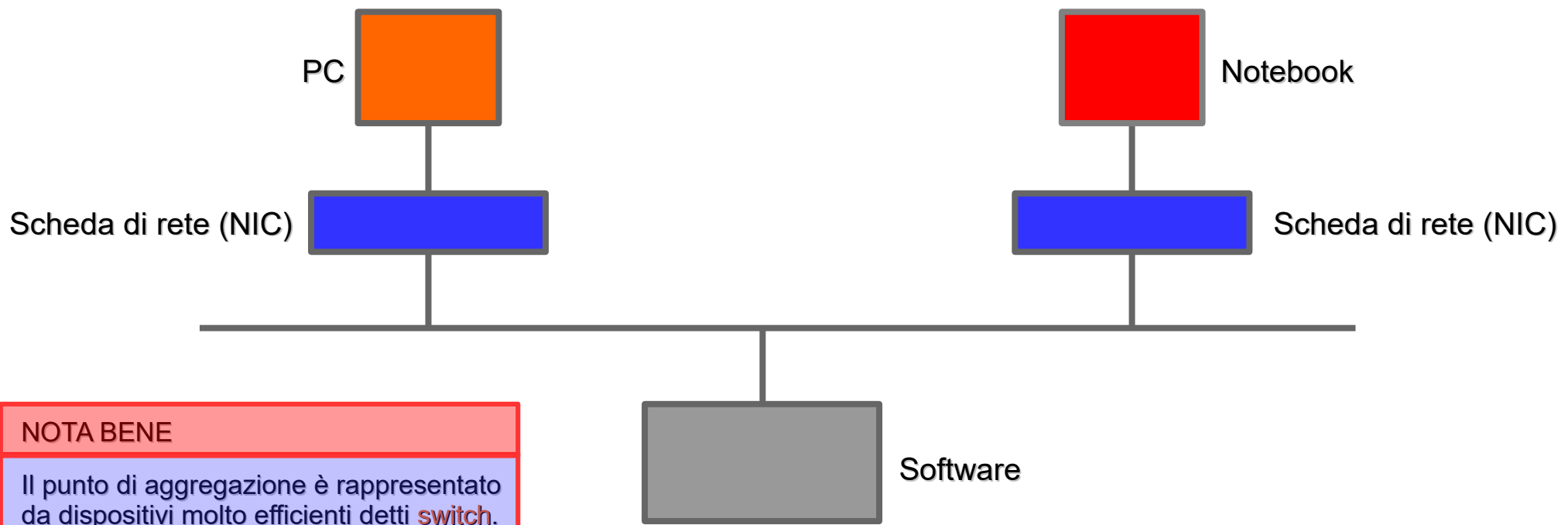
Rete locale (o LAN): sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra loro, entro un'**area delimitata**, usando un canale fisico ad **alta velocità** e con **basso tasso d'errore**.

Networking: l'insieme dei sistemi in rete, ossia le connessioni, di solito permanenti, tra i computer di tutto il mondo.

Componenti base di una rete

Una rete è in genere formata da:

- almeno due **host**: possono essere computer oppure tablet, smartphone ecc;
- una **scheda di rete** su ogni host chiamata **NIC** (*Network Interface Card*) che consente al computer di colloquiare con la rete;
- un **mezzo di comunicazione**: può essere un cavo o connessioni senza cavo (**wireless**);
- un **software di rete**: normalmente già presente nei più comuni sistemi operativi (**Linux**, **Windows** oppure **MacOS**);
- un **punto di aggregazione**: un dispositivo in grado di connettere tutti i cavi (hub o switch).



Classificazione delle reti

Le reti possono essere classificate in diversi modi:

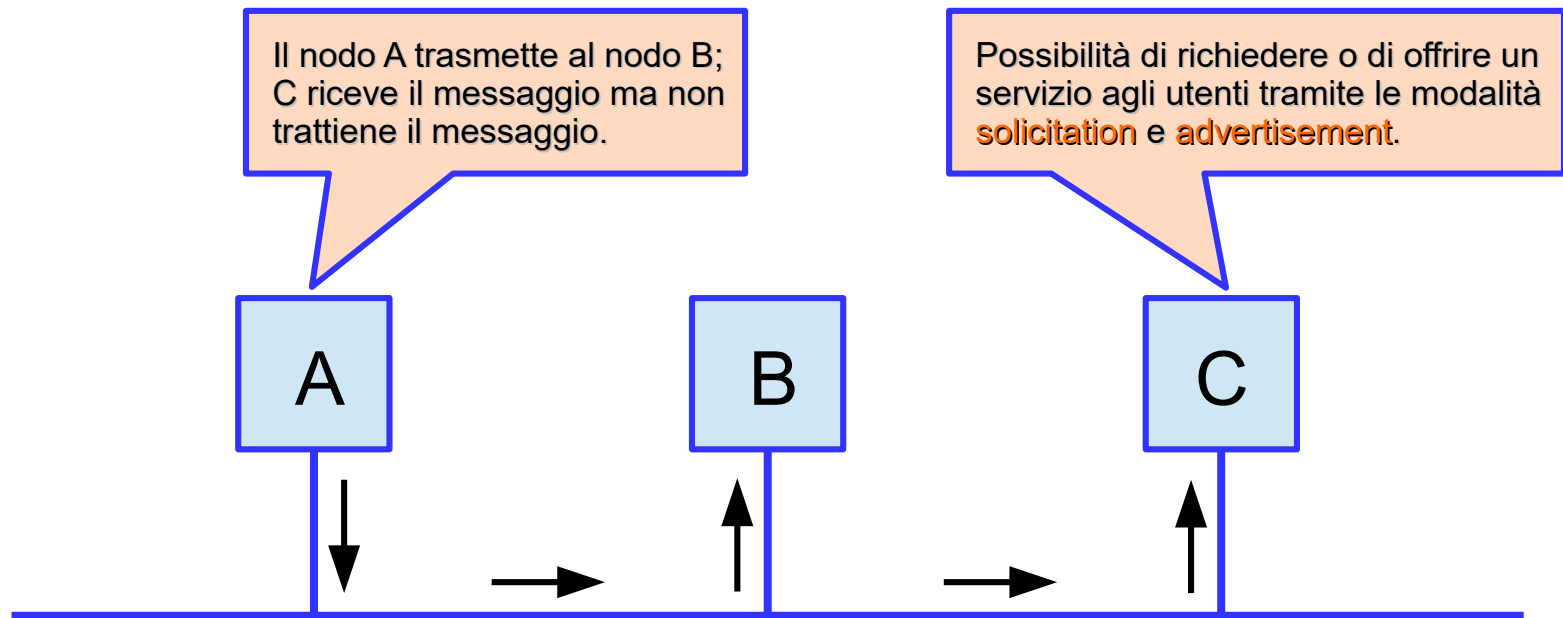
- per tecnologia trasmissiva;
- per architettura;
- per estensione;
- per topologia.

Definizione

Topologia di rete: disposizione geometrica dei vari elementi di cui la rete è composta, cioè definisce la posizione di tutti gli elementi che fanno parte della rete e tutte le connessioni fisiche da realizzare per collegare i nodi; riguarda anche i costi, l'affidabilità, l'espandibilità e la complessità della rete.

Tecnologia trasmissiva

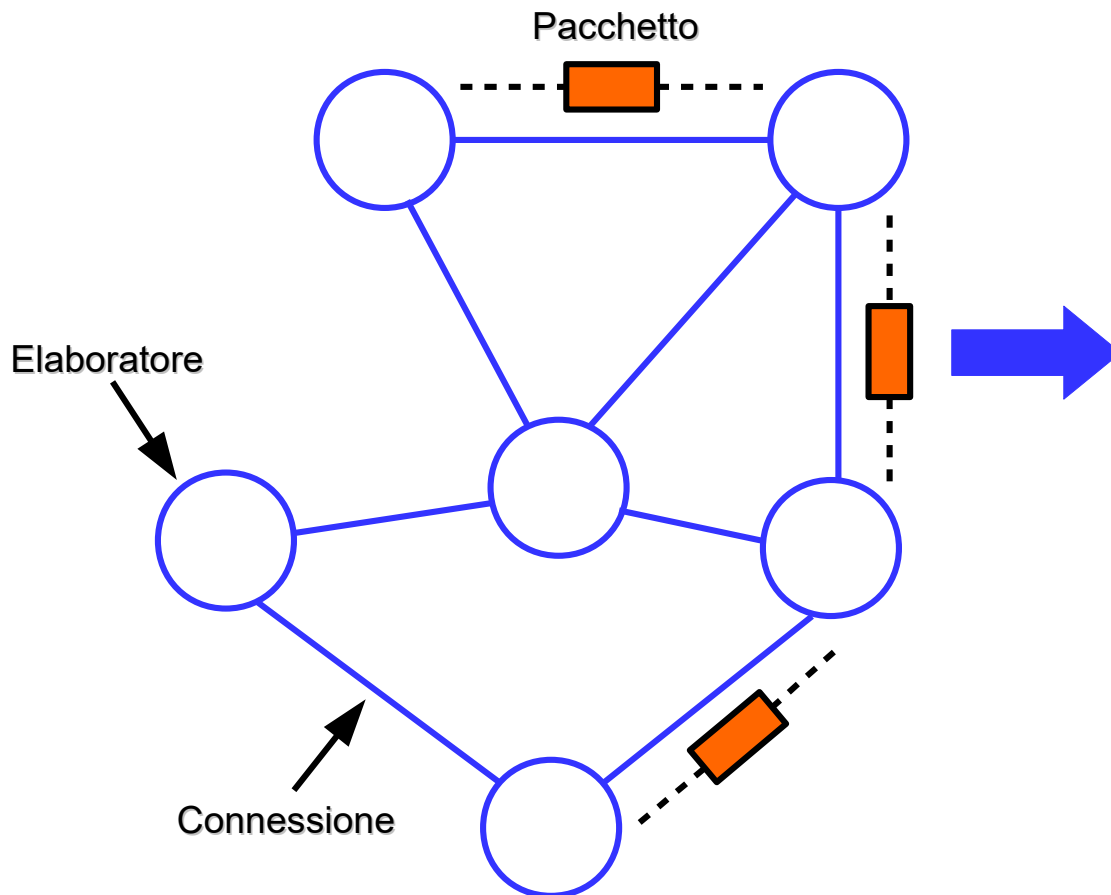
Reti broadcast: dotate di un unico canale di comunicazione condiviso da tutti gli elaboratori. Brevi messaggi, detti anche **pacchetti**, inviati da un elaboratore sono ricevuti da tutti gli altri elaboratori. Un indirizzo all'interno del messaggio specifica il destinatario.



- Quando un elaboratore riceve il pacchetto, esamina l'indirizzo di destinazione; se questo coincide con il proprio indirizzo il pacchetto viene elaborato, altrimenti viene ignorato.
- Si può anche verificare una situazione **multicast**, in questo caso un messaggio viene trasportato a più destinatari contemporaneamente; caso tipico: trasmissioni radio, televisive o videoconferenze.

Tecnologia trasmissiva

Reti punto a punto: gli host sono connessi tra loro a coppie, mediante un insieme di canali di trasmissione. Per arrivare dalla destinazione desiderata un pacchetto può dover attraversare uno o più elaboratori intermedi.



Il percorso che il pacchetto deve compiere non è noto a priori, ma esistono più cammini alternativi per raggiungere la destinazione. Quindi la scelta dei percorsi viene fatta da **algoritmi di routing**.

NOTA BENE

Un **algoritmo di routing** decide quale connessione usare per instradare il messaggio dall'elaboratore sorgente all'elaboratore destinazione.

Architettura

Le reti di calcolatori possono avere diverse architetture:

Client-Server:

presenza di un server che fornisce servizi richiesti dai computer client. Un server esegue diverse funzioni: elaborazione di dati, condivisioni di risorse e controllo accessi.

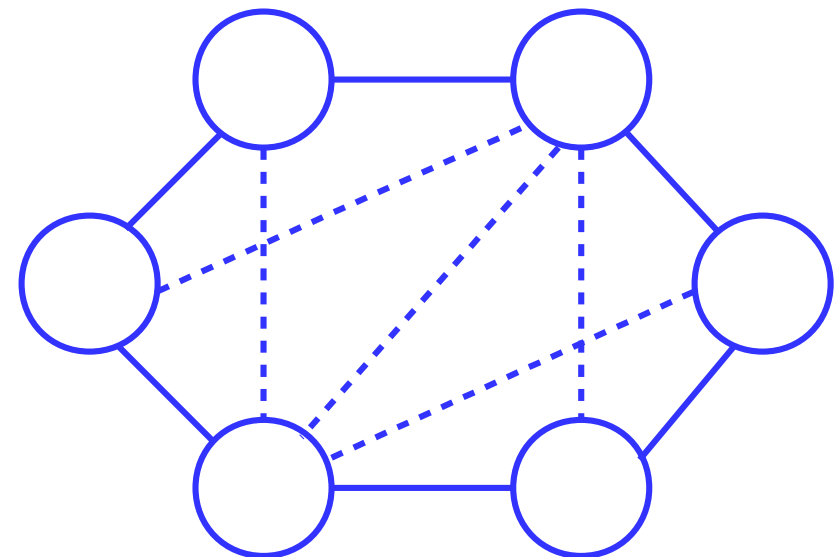
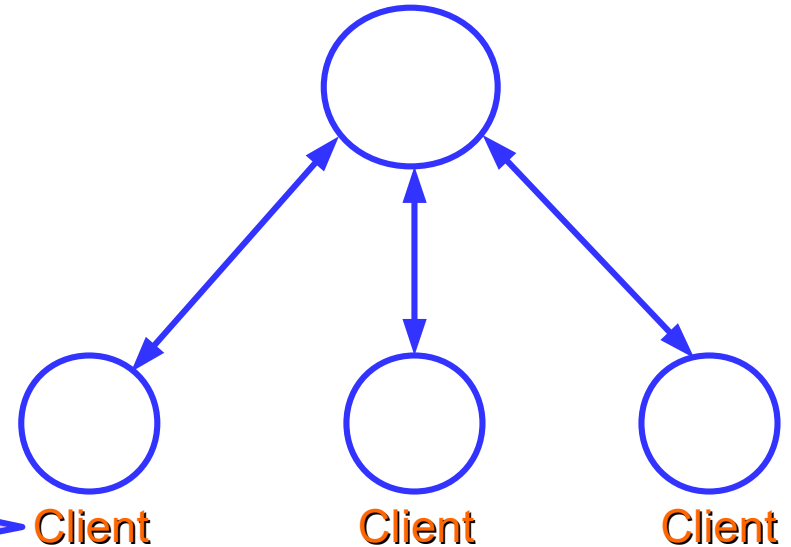
Disponibile di:
- hardware di prestazioni limitate;
- un sistema operativo desktop.

Peer-to-Peer:

ogni computer può condividere con altri alcune risorse (es. memoria di massa). Quindi in una rete peer-to-peer tutti i nodi possono assumere il ruolo di server o di client.

Disponibile di:
- hardware di elevate prestazioni (CPU veloce, RAM maggiorata, più schede di rete);
- un sistema operativo di rete.

Server



Estensione

Le reti di calcolatori si distinguono in relazione all'area geografica su cui operano:

- **PAN (Personal Area Network)**: agiscono entro un'area di pochi metri a uso esclusivamente personale;
- **LAN (Local Area Network)**: localizzate nello stesso edificio o in edifici limitrofi; sono molto veloci e affidabili;
- **MAN (Metropolitan Area Network)**: localizzate nell'area urbana;
- **WAN (Wide Area Network)**: localizzate su distanze geografiche considerevoli, fino a coprire l'intero globo.

In particolare si esaminano l'importanza delle reti **LAN** e **WAN**.

- **LAN**: reti private che si estendono su aree geografiche limitate come locali, edifici, comprensori;
- **WAN**: sistemi di elaborazione distribuiti su vaste aree geografiche: regioni, nazioni o l'intero pianeta.

Distanza	Dove si trovano	Sigla	Velocità tipiche
1 - 10 m	Vicini all'utente	PAN	1 - 3 Mbps (Bluetooth)
10 - 100 - 1000 m	Stanza, ufficio, edificio	LAN	100 Mbps - 10 Gbps
10 - 100 km	Città, area regionale	MAN	100 Mbps - 10 Gbps
100 - 10000 km	Nazione, continente, pianeta	WAN	Connessioni a banda larga: fino a 20 Mbps (ADSL)

NOTA BENE

Spesso le reti WAN sono una combinazione di reti LAN in grado di comunicare tra loro grazie a dispositivi di rete come i router-gateway. A questi dispositivi si aggiungono poi strutture e tecniche di controllo che garantiscono la sicurezza delle trasmissioni a distanza e l'accesso remoto ai dati solo a chi è autorizzato.

Reti locali

Caratteristiche delle LAN

Estensione limitata a qualche centinaio di metri

Alta velocità di trasmissione (dell'ordine di centinaia o migliaia di Mbps)

Basso tasso di errore

Alta affidabilità

Elevato numero di terminali indipendenti collegati

Accesso a tutte le risorse della rete: server di file, di stampa e di comunicazione

Incremento delle prestazioni relative alla comunicazione

Internetworking e accesso a Internet

Scalabilità (possibilità di incrementare, nel tempo, il numero di risorse collegate)

Protezione e sicurezza dei dati

Amministrazione centralizzata

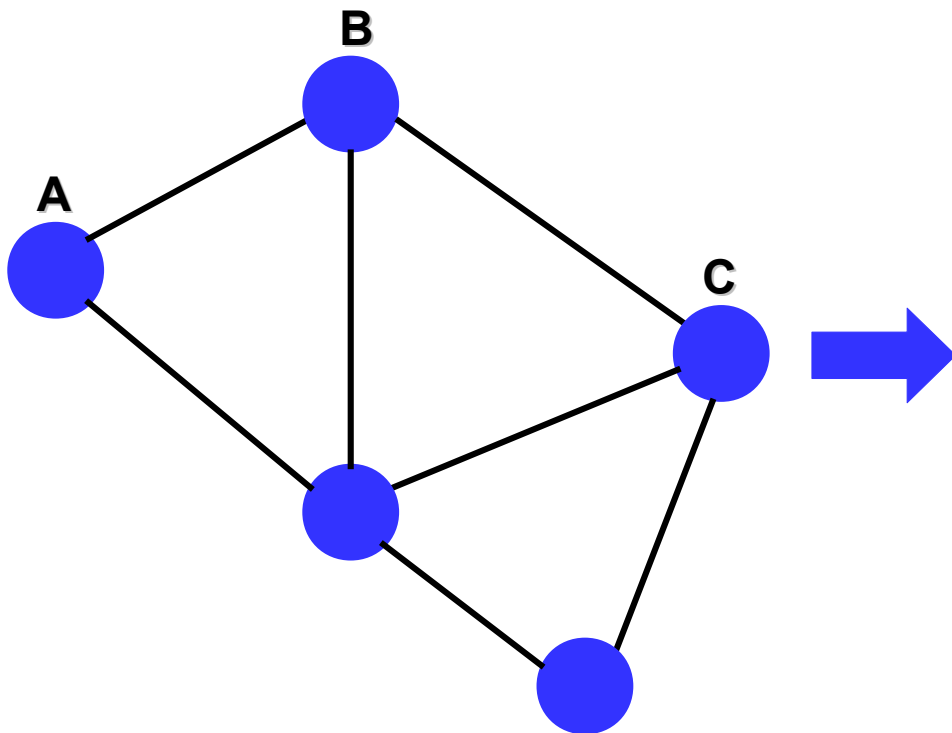
Ottimo rapporto prestazioni/prezzo

Topologia di rete

La **topologia** definisce la **struttura della rete**. Ci sono due topologie: **topologia fisica** e **logica**.

Per **topologia fisica** si intende il modo in cui i nodi della rete sono collegati attraverso canali.

Per **topologia logica** si intende il modo in cui i dati transitano nella rete, ossia il percorso che compiono. La topologia logica definisce il modo in cui la rete funziona.



- **Topologia fisica**: nodi collegati in modo diretto (es: A e B)
- **Topologia logica**: nodi collegati in modo indiretto (es: A e C)
- Le più importanti **topologie fisiche** sono:
 - topologia a **bus**;
 - topologia a **stella**;
 - topologia ad **anello**;
 - topologia a **maglia**;
 - topologia ad **albero** (estensione della topologia a **stella**).

Topologia di rete

Parametri importanti da considerare nello studio della topologia di rete:

- ▶ il **numero** dei **nodi**;
- ▶ il **numero** dei **canali trasmissivi**;
- ▶ la **ridondanza**, cioè la possibilità di scegliere tra più strade alternative per raggiungere destinazione. La presenza di collegamenti **ridondanti** è un aspetto molto positivo perchè migliora la **fault-tolerance**, ossia la tolleranza ai guasti.

Descriviamo le più importanti topologie di rete.

- ▶ **Reti a bus**: i computer sono connessi ad un unico cavo. I messaggi vengono inviati sul canale comune e raggiungono tutti nodi della rete (trasmissione di tipo broadcast); solo il nodo che riconosce di essere il destinatario acquisirà il messaggio. **Svantaggio**: un guasto del cavo comporta il blocco dell'intera rete o almeno di una parte di essa.
- ▶ **Reti a stella**: il numero dei canali è uguale il numero dei nodi meno uno. Al centro della stella è situato un dispositivo concentratore (**switch**). **Svantaggio**: un guasto al centro stella (switch) implica che la rete smette di funzionare.
- ▶ **Reti ad anello**: ogni nodo è collegato con altri nodi, in modo da costituire una struttura circolare. L'invio di un messaggio verrà ritrasmesso da ogni host fino ad arrivare al destinatario. **Svantaggio**: se un nodo si guasta determina la caduta dell'intera rete.

Reti geografiche

Le reti geografiche **WAN** (**Wide Area Network**) si estendono a livello nazionale o continentale fino al limite dell'intero pianeta, come la rete Internet.

In una **WAN** possiamo individuare due componenti:

- un insieme di **host** (ospiti) sui quali vengono eseguiti i programmi degli utenti (**end system**);
- un insieme di **connessioni** (subnet) che li connette tra loro e permette il trasferimento delle informazioni da un host **sorgente** (il mittente) a un host **ricevente** (il destinatario) attraverso dei dispositivi che trasmettono i dati fino a che non giungono a destinazione. Tale processo prende il nome di **communication subnet**.

Ogni subnet può essere vista come composta da due elementi:

- la **linea di trasmissione**: canale di comunicazione che può essere composto da filo di rame, da fibra ottica o dall'etere, come nelle comunicazioni wireless o nei sistemi satellitari;
- i **dispositivi di commutazione**: componenti che permettono al pacchetto di spostarsi tramite subnet diverse, cioè il dispositivo che riceve il segnale lo analizza e decide su quale subnet lo deve inoltrare affinché possa raggiungere destinazione. Questi dispositivi sono i **repeater**, i **bridge** e i **router**.

Reti wireless

Reti senza fili prendono genericamente il nome di **WLAN** (Wireless Local Area Network).



Idea di base della tecnologia wireless:
connessione **sempre e ovunque** (anytime & anywhere).



I computer connessi ad un elemento centrale (**Access Point**) e la comunicazione avviene in modalità **IR** (infrarossi) o **RF** (radiofrequenza).



La tecnologia wireless è basata sullo specifico standard **IEEE 802.11**.

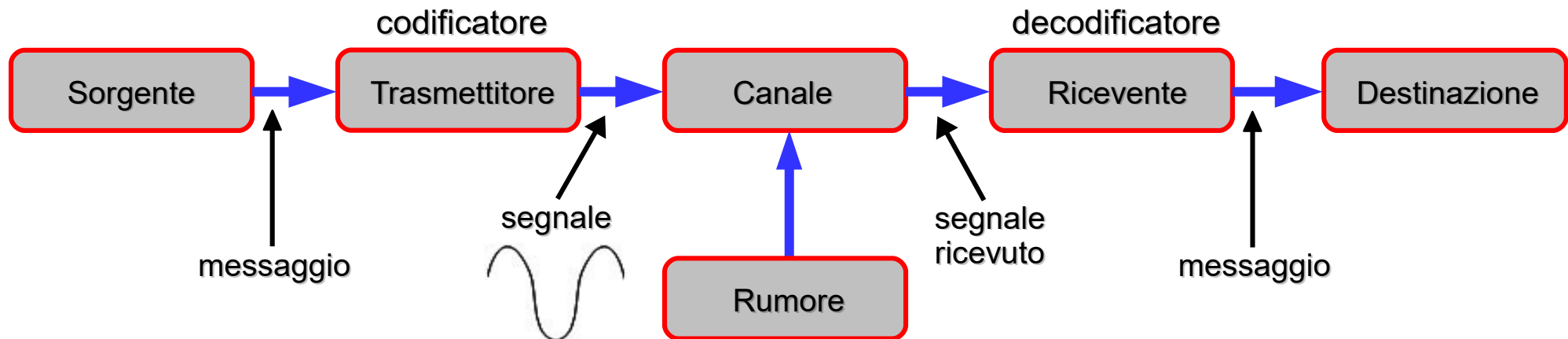
Trasmissioni delle informazioni

La comunicazione tra due computer si realizza mediante lo scambio di dati sul **canale di comunicazione**: per poter essere inoltrati i dati devono essere opportunamente **codificati** e convertiti in un segnale che può essere elettrico oppure una qualsiasi grandezza fisica capace di trasportare l'informazione.

L'insieme delle informazioni che vengono trasmesse mediante una rete prendono anche il nome di **traffico** (analogo alla circolazione dei mezzi di trasporto sulla rete stradale).

Schema della comunicazione di Shannon

[Dato un PRODUTTORE e un DESTINATARIO, il messaggio che passa dall'uno all'altro è un ATTO DI COMUNICAZIONE.]



Il **rumore** è la degradazione del segnale fisico (elettrico, luminoso o radio) dovuta principalmente a tre fattori: **attenuazione, distorsione, interferenza**.

Modalità di comunicazione

Le modalità di comunicazione tra due dispositivi possono essere di due tipi.

Connection-oriented

Prima del trasferimento delle informazioni, deve essere stabilita una connessione tra mittente e destinatario.

Distinta in tre fasi

1. Apertura della connessione.
2. Trasferimento dell'informazione.
3. Chiusura della connessione.

Esempio: telefonata

Connectionless

Il mittente effettua la trasmissione dei dati in modo autonomo, senza stabilire alcuna connessione con il destinatario.

Non si verifica

una sincronizzazione tra mittente e destinatario ed il mittente ignora se il messaggio trasportato sia andato o meno a buon fine.

Esempio: servizio postale

Modalità di utilizzo del canale

Lo scambio dati tra due terminali su un canale di comunicazione può avvenire in tre modi.

Simplex

Trasmissione avviene in un solo senso.

Esempio:
reti televisive

Half-duplex

Trasmissione avviene in ambo i sensi, ma non simultaneamente.

Esempio:
walkie-talkie

Full-duplex

Trasmissione avviene in entrambi i sensi simultaneamente.

Esempio:
autostrada

NOTA BENE

Nelle reti vengono utilizzate generalmente le modalità half-duplex e full-duplex, in quanto a ciascuna trasmissione è sempre richiesta una risposta e di conseguenza la comunicazione deve sempre essere nei due sensi.

I protocolli

Protocollo di comunicazione: insieme di regole che permette lo scambio di informazioni tra dispositivi e computer differenti.



Stabiliscono come e quando le informazioni devono essere comunicate.



Si compone di tre parti:

- **sintassi:** struttura dei dati (ossia l'ordine con cui si presentano);
- **semantica:** significato dei dati (ossia delle sequenze di bit);
- **sincronizzazione:** sequenze temporali di comandi e risposte.



Gestiti dal software di rete del dispositivo.

I protocolli

Esempio. Confronto tra posta elettronica e posta tradizionale:

- l'indirizzo scritto sulla busta corrisponde al campo destinatario del messaggio;
- il mittente scritto sulla busta corrisponde al campo sorgente del messaggio;
- il contenuto della busta corrisponde alle informazioni del messaggio.

DA: **pippo.verdi@gmail.com**

email

A: **pluto.rossi@gmail.com**

Oggetto:

Informazioni del messaggio

lettera

contenuto della lettera

mitt. Pippo Verdi
Via Roma, 45
10123 Torino



Pluto Rossi
Via del Corso
151
00186 Roma

Multiplexing del canale

Canali logici: si realizzano più percorsi differenti utilizzando lo stesso mezzo fisico.

Multiplexing:
effettuato quando viene condiviso un unico **canale trasmissivo**.

Canali fisici: si realizzano più percorsi differenti utilizzando mezzi fisici diversi.

suddivide

evita

permette di

un mezzo fisico in più canali logici.

trasmettere più segnali simultaneamente.

la sovrapposizione dei segnali (**collisioni**).

Tecniche di accesso per effettuare il **multiplexing**:

- **TDM** (Time Division Multiplexing);
- **FDM** (Frequency Division Multiplexing);
- **WDM** (Wavelength Division Multiplexing);
- **CDMA** (Code Division Multiple Access).

OBIETTIVO: TRASMETTERE I DATI PIU' VELOCEMENTE.

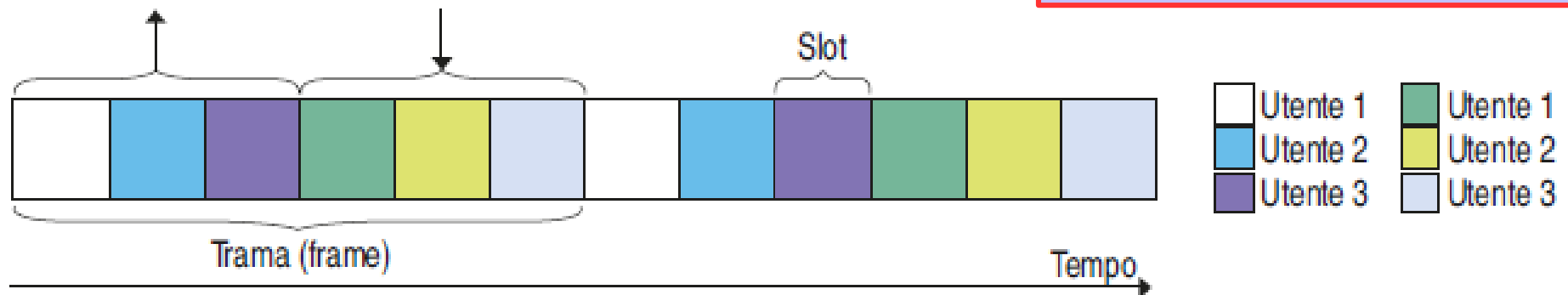
Time Division Multiplexing

Multiplazione a divisione di tempo TMA: gli utenti trasmettono in intervalli di tempo diversi.

Questa tecnica prevede una doppia suddivisione del tempo di trasmissione: il tempo viene suddiviso in **frame** e ogni frame viene suddiviso in **slot**.

Ogni utente può quindi trasmettere per un intervallo di tempo pari a uno slot per ogni frame e il trasmettitore deve essere sincronizzato con il ricevitore.

Ogni utente ha periodicamente a disposizione un intervallo di tempo all'interno del quale può sia trasmettere sia ricevere.



Esempio: telefonia GSM (la durata del frame è di 4,62 ms e con $n. \text{ slot} / \text{frame} = 8$ si ottiene che ogni slot ha una durata di 0,577 ms).

Frequency Division Multiplexing

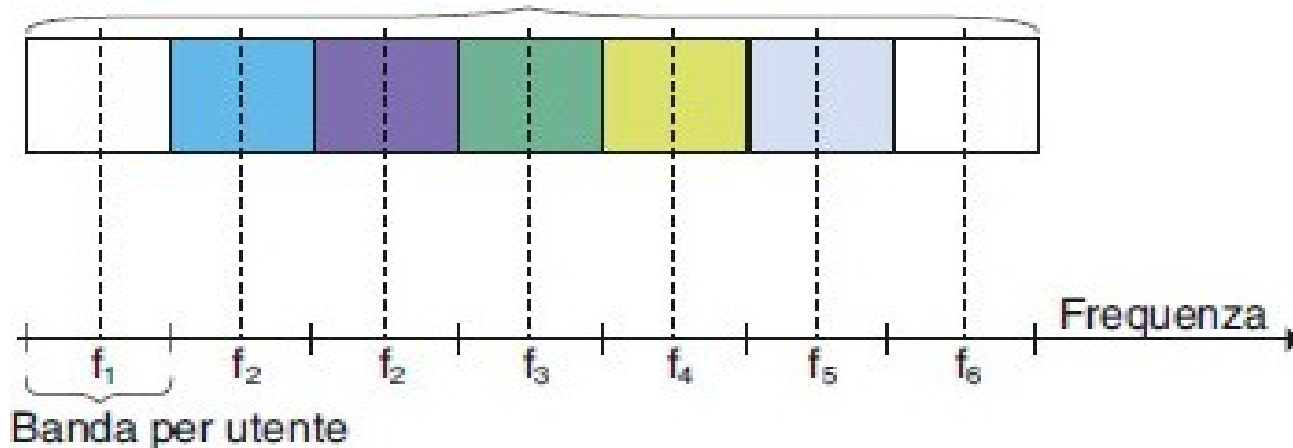
Multiplazione a divisione di frequenza FMA: gli utenti usano diverse frequenze per trasmettere.

Questa tecnica prevede che il canale viene suddiviso in **sottocanali**, uno per ciascun mittente. Ogni sottocanale lavora a frequenze diverse degli altri, evitando interferenze reciproche.

Non è richiesta la sincronizzazione tra le varie stazioni in quanto hanno un “canale dedicato”.

Le sottobande uguali utilizzate una in trasmissione e l'altra in ricezione.

La banda del canale è suddivisa in un certo numero di sottobande uguali, ognuna centrata intorno a una frequenza identificante il canale. Ogni sottobanda è concessa in modo esclusivo a un utente per tutta la durata della connessione.



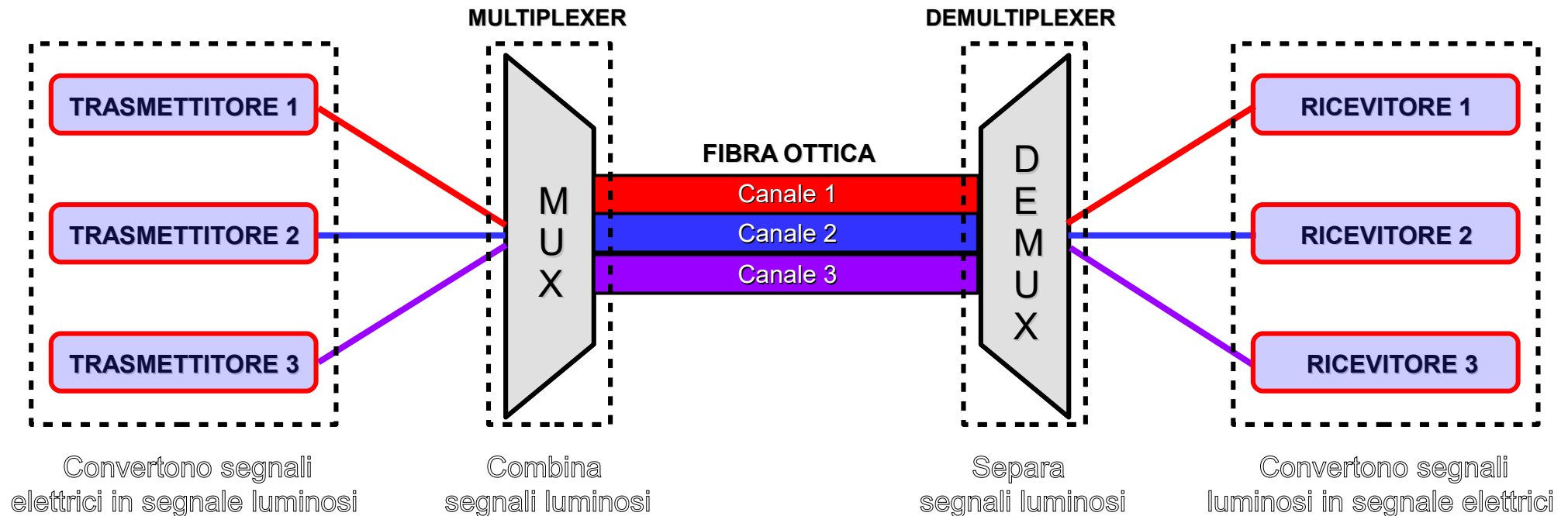
	Utente 1		Utente 1
	Utente 2		Utente 2
	Utente 3		Utente 3

Wavelength Division Multiplexing

Multiplicazione a divisione di onda: tecnica analoga alla FDM, ma implementata in campo ottico.

Consiste nell'inviare contemporaneamente nella stessa **fibra ottica** segnali diversi, emessi da un insieme di sorgenti laser che trasmettono su **diverse lunghezze d'onda**.

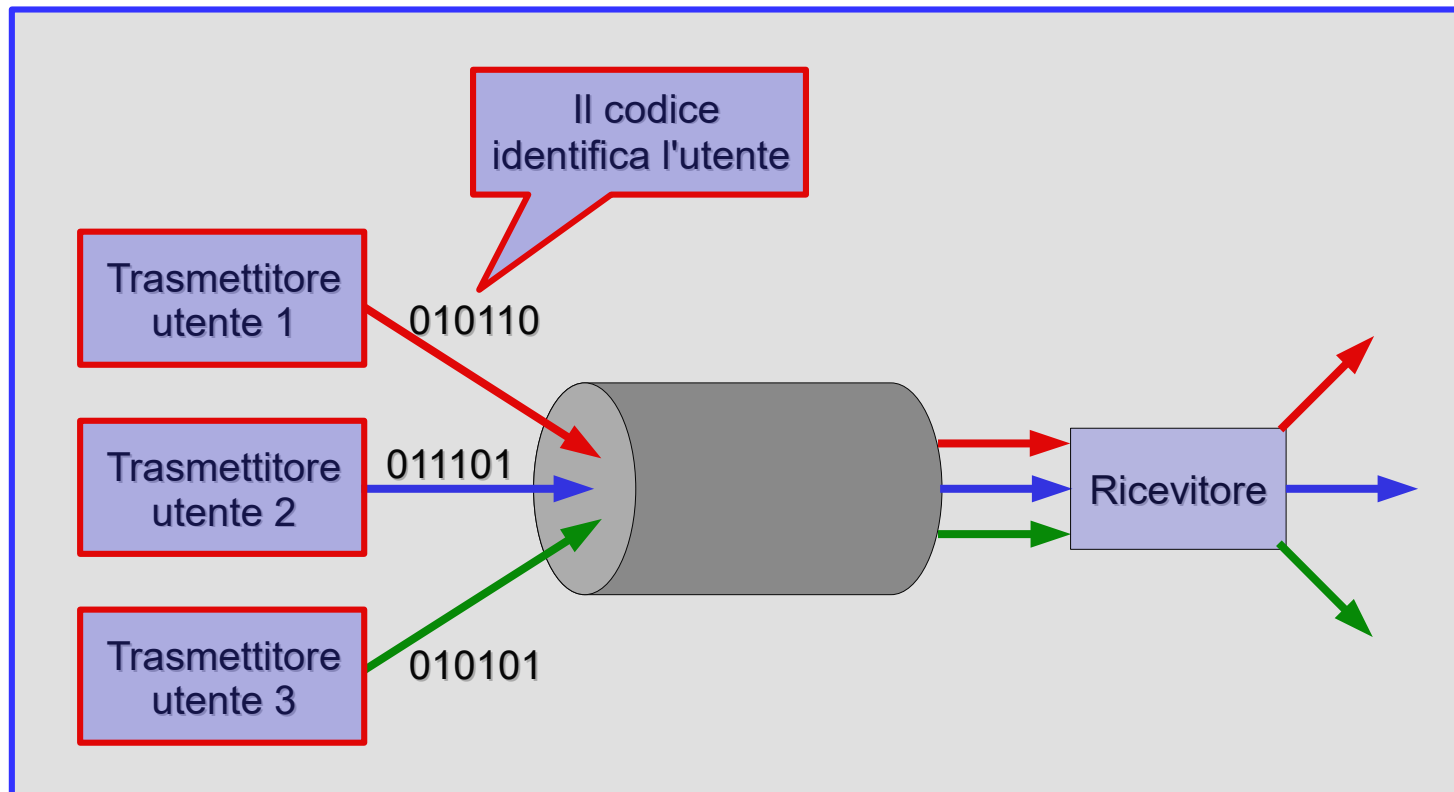
In questo modo i diversi impulsi luminosi non interferiscono e quindi possono essere separati in fase di ricezione mediante filtri ottici o altri dispositivi selettivi.



Code Division Multiple Access

Multiplicazione a divisione di codice: si basa sul fatto che ad ogni terminale viene associato un codice (chiamato **chip**) che codifica e decodifica le informazioni che le stazioni continuano ad inviare in sovrapposizione ed interferenza.

Le stazioni operano in continua sovrapposizione e interferenza, ma i segnali di ogni stazione possono essere recuperati grazie un opportuno codice.



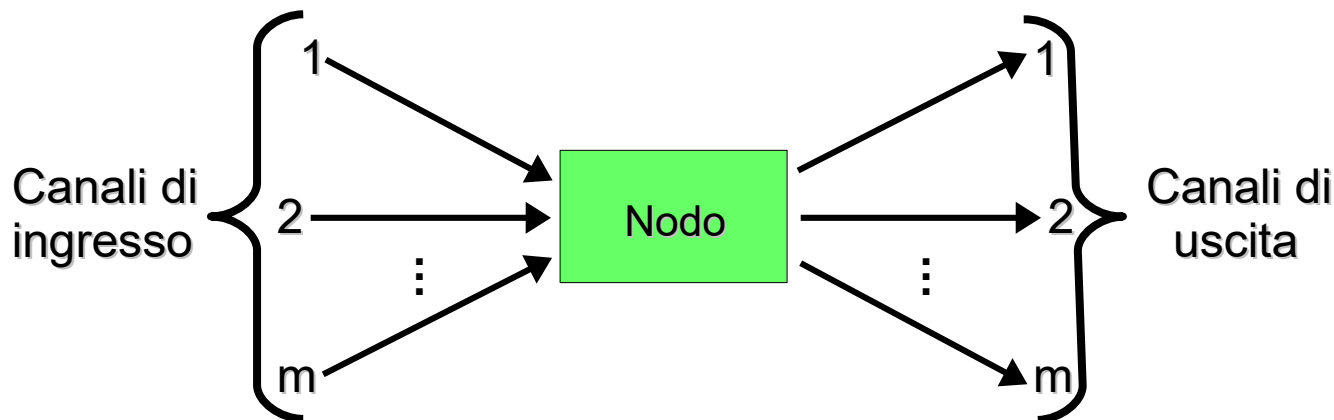
La commutazione (switching)

Definisce la strategia di trasferimento dei dati da uno specifico canale di ingresso al nodo ad uno specifico canale di uscita del nodo.

Nodo di commutazione: un qualunque nodo di rete che realizzi l'operazione di **commutazione**.

Viene realizzata in due momenti:

- **inoltro:** operazioni che vengono effettuate sul dato in ingresso per decidere su quale canale di uscita deve essere inoltrato;
- **attraversamento:** la funzione che “fisicamente” trasferisce il dato dal canale di ingresso allo specifico canale di uscita.



La commutazione (switching)

I nodi di commutazione vengono classificati, a seconda delle modalità con le quali effettuano le operazioni di commutazione, in:

- bridge;
- router.

Simboli grafici del bridge e router



BRIDGE



ROUTER

Esistono tre tecniche di commutazione, in base alle quali le reti si suddividono in:

- reti a commutazione di **circuito** (**circuit switching**);
- reti a commutazione di **messaggio** (**message switching**);
- reti a commutazione di **pacchetto** (**packet switching**).

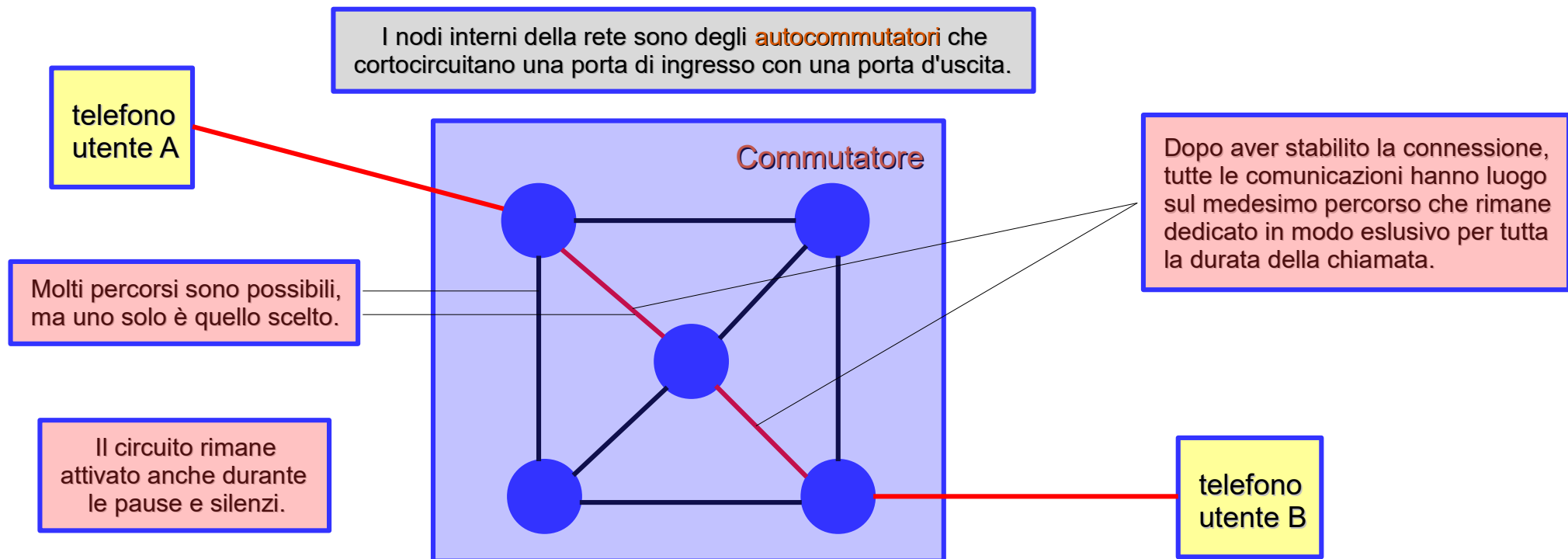
Commutazione di circuito

Tecnica usata nella rete telefonica: consiste nel creare un **percorso fisico** tra il nodo mittente e il nodo destinatario realizzato attraverso la connessione di nodi intermedi sulla rete.

Il percorso fisico tra i due nodi connessi viene utilizzato per **tutta la durata** della connessione.

Il processo di commutazione si realizza in **tre fasi**:

- **attivazione del circuito**, in cui si stabilisce la connessione fisica tra chiamante e chiamato;
- **utilizzo del canale trasmissivo**, fase in cui i dati possono essere trasmessi;
- **svincolo**, in cui la connessione viene chiusa.



Commutazione di circuito

- **Vantaggi:**

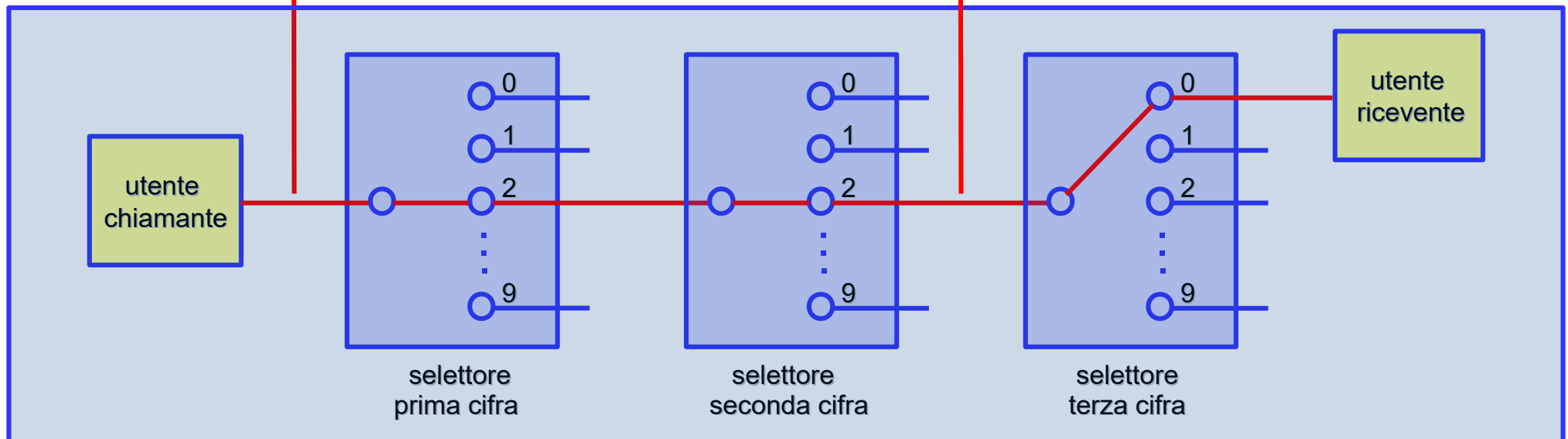
alta velocità ed **affidabilità** della comunicazione (poiché la linea è interamente riservata).

- **Svantaggi:**

scarsa efficienza complessiva della rete (le tratte non interessate dalla trasmissione non possono essere utilizzate, il circuito è inutilizzabile fino al termine della comunicazione).

Il percorso fisico è assegnato all'inizio e si mantiene fino allo svincolo della connessione.

Connessioni fisiche (in rame) tra chiamante e ricevente, stabilite quando si fa una chiamata.



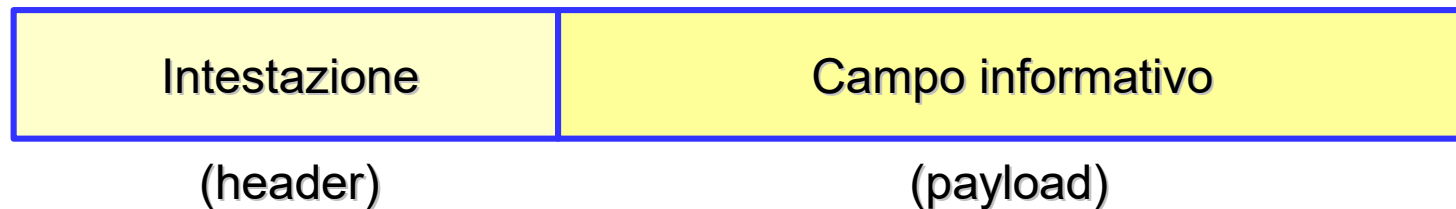
Commutazione di messaggio

La connessione che viene stabilita tra sorgente e destinatario è di tipo **logico** e **non fisico**, in quanto può cambiare ogni volta che il percorso viene compiuto dai dati.

Questa tecnica divide la comunicazione in singoli **messaggi** ed ognuno di questi viene inviato su un solo circuito che dura il tempo necessario a trasmettere il singolo messaggio.

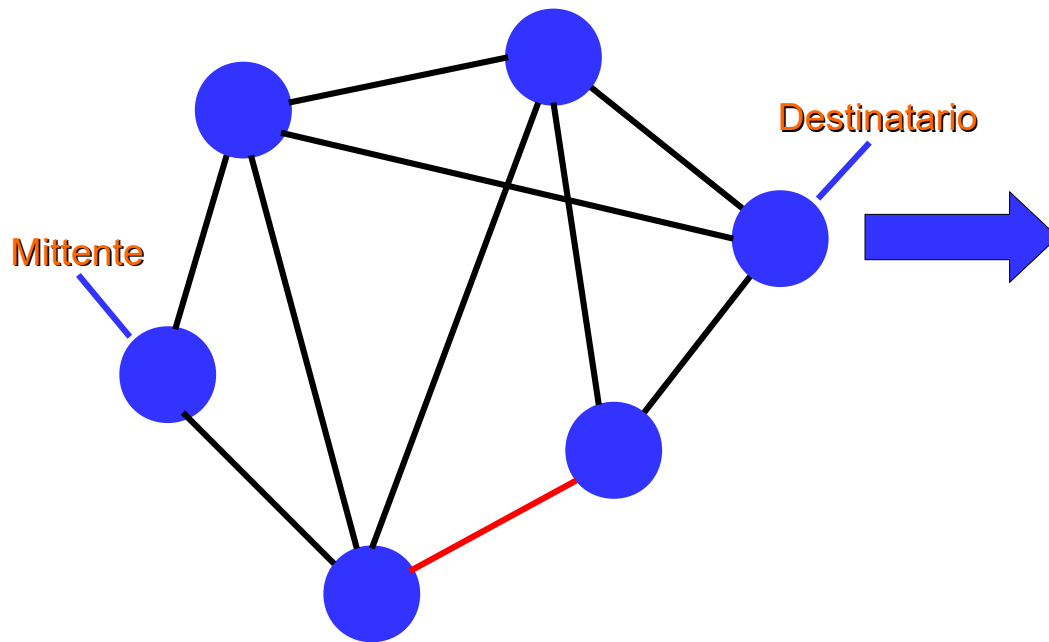
Il messaggio è composto da **due parti**:

- **intestazione (header)**: ha lunghezza fissa e contiene gli indirizzi di mittente e destinatario;
- **campo informativo (payload)**: ha lunghezza variabile e contiene i dati da trasferire.



Questa modalità di funzionamento prende anche il nome di **store and forward** (accumulo e invio).

Commutazione di messaggio



- Il messaggio tra trasmettitore e ricevente può seguire percorsi differenti.
- Ciascun nodo deve decidere dove instradare il messaggio al destinatario.
- Non necessita una fase di instaurazione della connessione e quindi neppure una di svincolo della connessione.

■ Vantaggi:

la rete è utilizzata più **efficacemente**.

■ Svantaggi:

nel caso di messaggi di **grandi dimensioni** le singole tratte possono rimanere occupate per un **tempo troppo lungo** bloccando di fatto le altre comunicazioni della rete. Inoltre soltanto una tratta alla volta è interessata dalla comunicazione, portando ad un sottoutilizzo complessivo della rete.

Commutazione di pacchetto

E' un'evoluzione della commutazione di messaggio dove ciascun messaggio viene suddiviso in **pacchetti** che vengono numerati in base alla loro sequenza prima di essere inviati.

Questa commutazione si divide in **due tipologie**:

- **a datagram**: ciascun pacchetto viene instradato indipendentemente dagli altri e ciò significa che i pacchetti seguono **percorsi diversi** e possono arrivare a destinazione non in ordine. Il ricevitore si occupa di ricostruire il messaggio;
- **a canali virtuali**: i pacchetti di dati seguono tutti lo **stesso percorso**, che viene stabilito prima della trasmissione e quindi vengono ricevuti nello stesso ordine con cui sono stati inviati.

A differenza del **circuit switching**, il circuito che si viene a creare tra sorgente e destinatario è **logico** e non **fisico** e quindi non è dedicato a una sola connessione: le risorse di trasmissione vengono usate solo al momento del bisogno mediante le tecniche di **multiplexing**, per evitare che l'aumento del traffico dati provochi la congestione della rete.

■ Vantaggi:

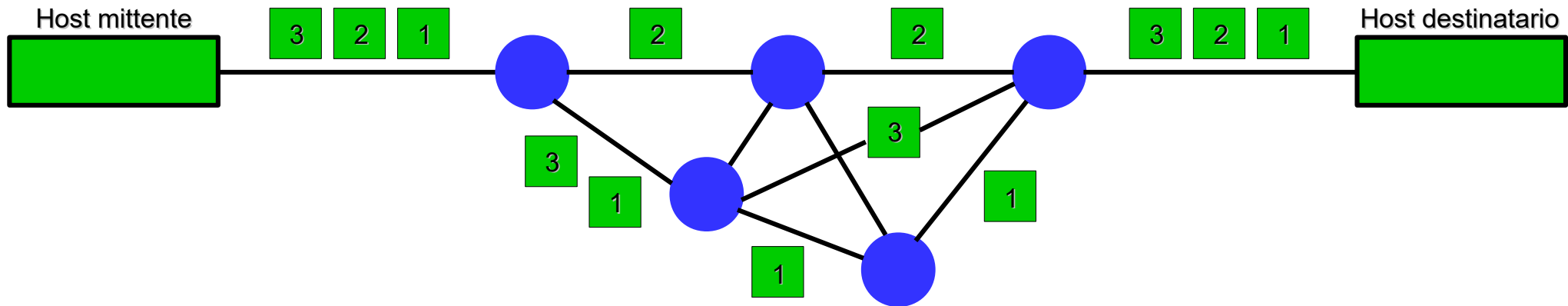
consente di utilizzare **efficacemente** la rete, evitando il blocco delle comunicazioni anche in presenza di traffico notevole.

■ Svantaggi:

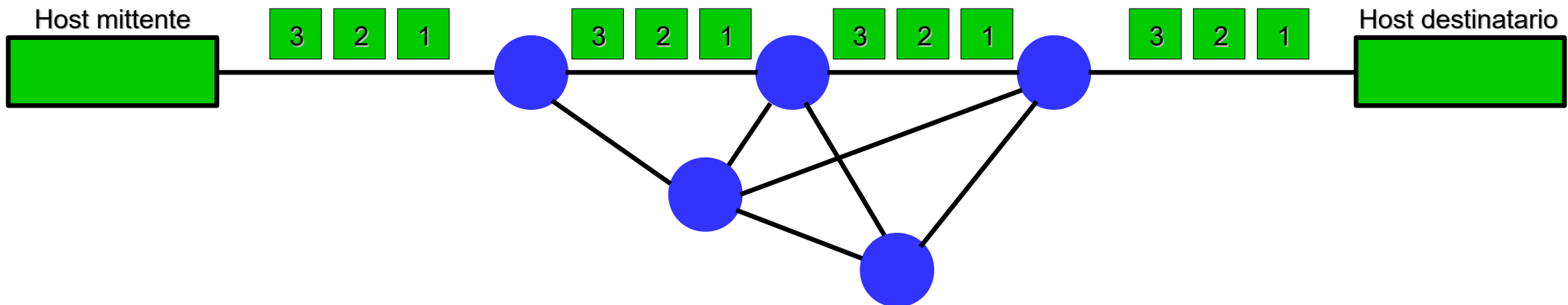
complica i protocolli di trasmissione (il mittente deve frammentare il messaggio in pacchetti e numerarli; il destinatario deve ricostruire il messaggio riordinando i pacchetti).

Commutazione di pacchetto

Commutazione di pacchetto di tipo **datagram** (esempi: ARPANET, DATAPAC)



Commutazione di pacchetto di tipo **a canali virtuali** (esempi: ITAPAC, TELENET)



Architettura stratificata

Architettura di rete:
insieme di livelli (strati) e protocolli

Ogni **livello** deve:

- svolgere una specifica **funzione**;
- comunicare con i livelli superiori e inferiori mediante **interfaccia**.

In questo modo ogni strato ha una sua funzione **interna** ed è **indipendente** dagli altri strati.

Nasconde i dettagli su come tali servizi sono realizzati.

Scopo di ogni livello:

- offrire **servizi** al livello superiore;
- aggiunge **valore** ai dati prelevati nel livello inferiore.

**PRINCIPIO
DEL VALORE AGGIUNTO**

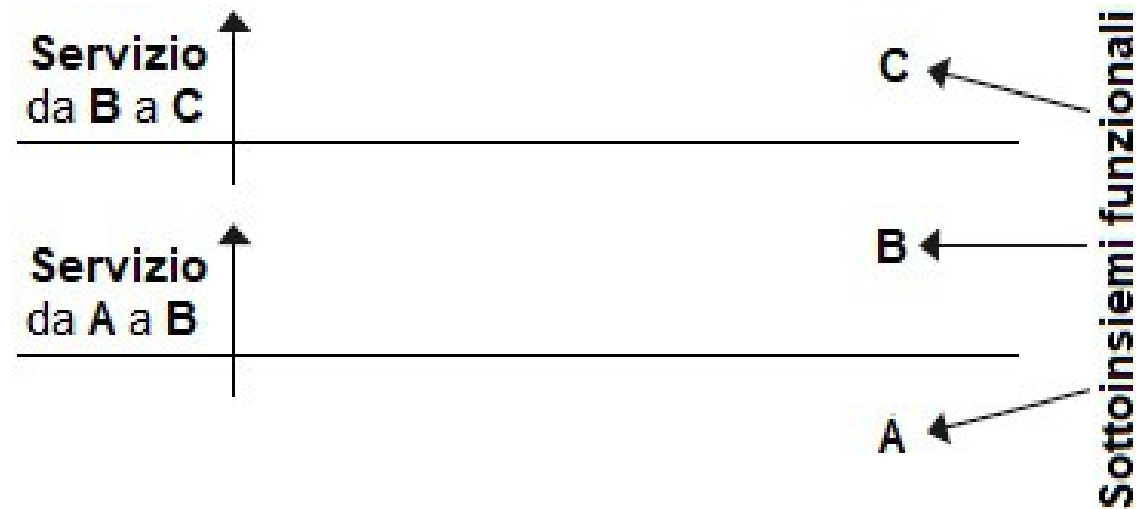
Il **servizio** definisce quali operazioni un livello può eseguire ma non dice nulla su come sono implementate.

Il **protocollo** è la modalità in cui viene eseguito un servizio (regole su come il servizio viene implementato).

Implementazione object-oriented

Architettura stratificata

Esempio. Consideriamo tre sottosistemi funzionali, identificati nei tre strati A, B e C.



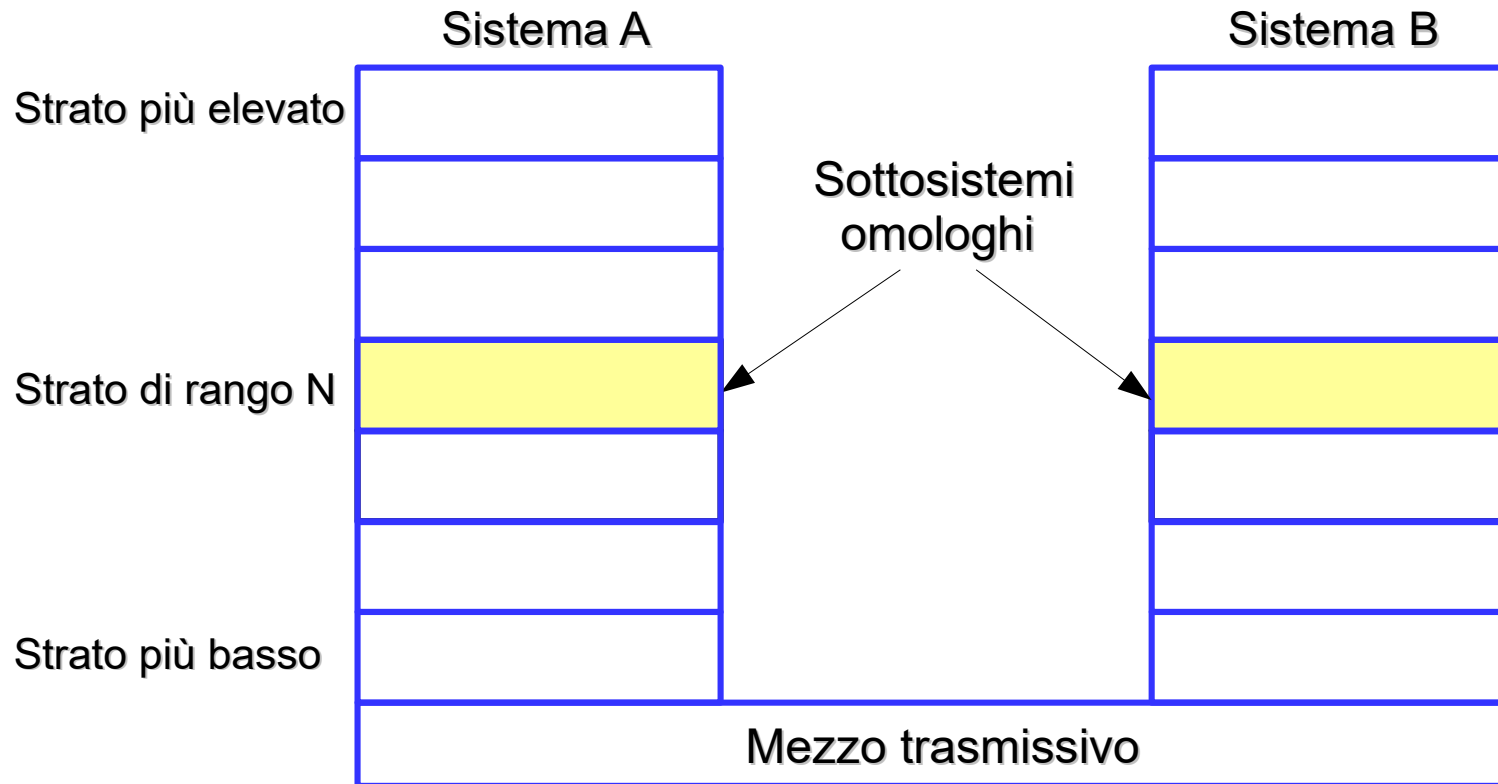
I tre sottoinsiemi A, B e C sono in ordine gerarchico **crescente** se:

- lo svolgimento di B presuppone la preventiva esecuzione delle funzioni di A;
- l'unione di A e B è il presupposto per l'esecuzione dei compiti dello strato C.

Secondo il **principio del valore aggiunto** ogni strato:

- riceve servizio dallo strato che gli è immediatamente inferiore nell'ordine gerarchico;
- arricchisce questo servizio con il valore derivante dall'elaborazione delle proprie funzioni;
- offre il nuovo servizio a valore aggiunto allo strato che gli è immediatamente superiore.

Architettura stratificata



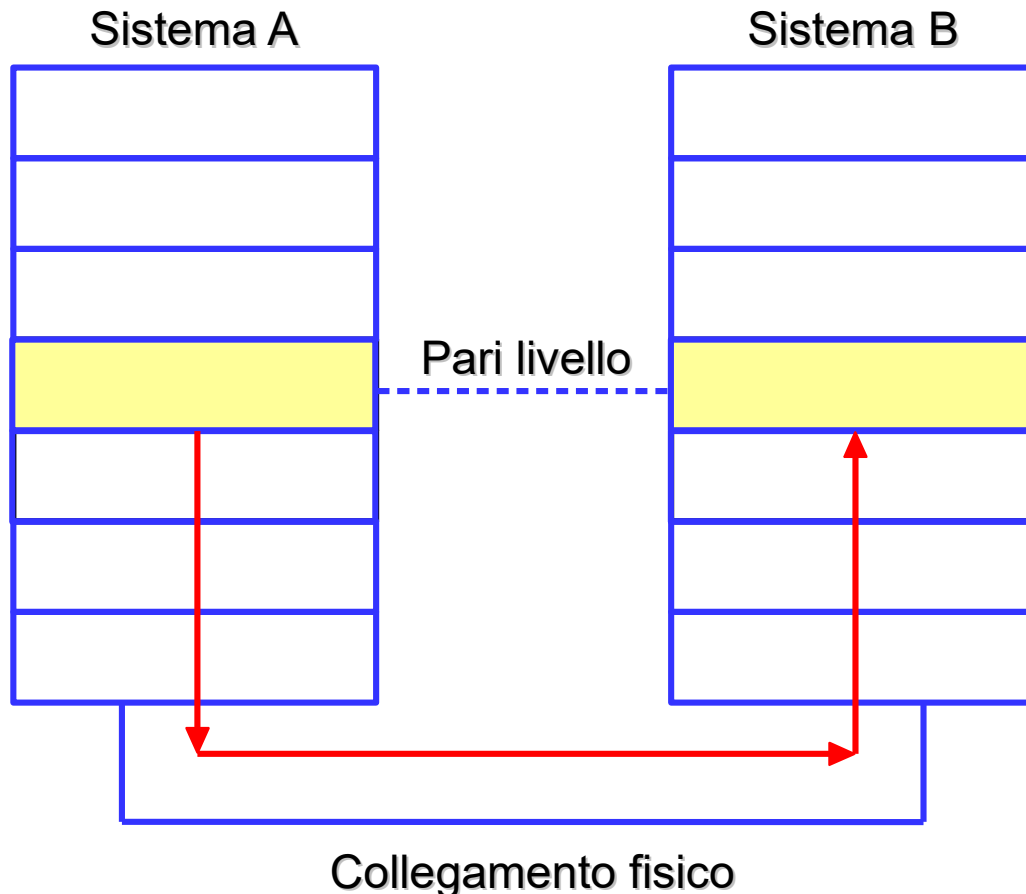
Elementi fondamentali di un'architettura a livelli:

- allo strato più basso è posto il **sistema fisico**, ovvero il mezzo trasmissivo che interconnette i due sistemi;
- ogni sistema ha la stessa suddivisione, ossia lo **stesso numero e tipo di strati**;
- **sottosistemi omologhi** occupano lo stesso livello n nelle due pile architettureali.

Architettura stratificata

Per definire un'architettura a livelli è necessario definire: gli **strati architetturali**, i **servizi di strato**, le **primitive di servizio** e i **protocolli di strato**, la **funzione di indirizzamento**.

Affinchè due sistemi possano comunicare tra loro devono usare il medesimo **protocollo**.



Esempio:

se il sistema **A** vuole comunicare con il sistema **B**, dapprima compie le operazioni del livello più alto e successivamente con l'uso del protocollo specifico di livello i dati vengono passati via via ai livelli inferiori fino a giungere al livello fisico.

Due **pila architetturali** (invio dati tra 2 host):

- in **trasmissione**: i dati percorrono gli strati della pila dall'alto al basso;
- in **ricezione**: i dati percorrono i livelli della pila in senso contrario;
- i dati vengono modificati da ciascun livello con l'**incapsulamento**.

Il modello OSI

L'**OSI** (**Open Systems Interconnection**) è un modello standard di riferimento per le reti creato dall'**ISO** (**International Standard Organization**) alla fine degli anni '70 e ha lo scopo principale di fornire una **base comune** per la connessione di **sistemi aperti** (cioè permette lo scambio di dati tra dispositivi realizzati da produttori differenti).

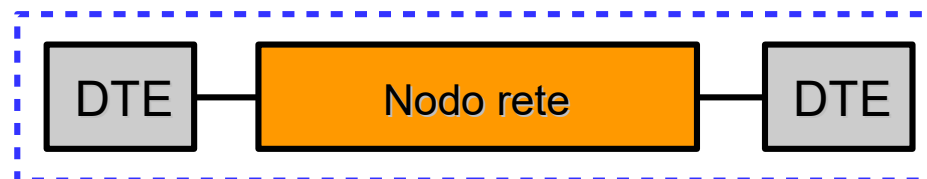
L'**OSI** descrive la struttura di una rete composta da **sette livelli** che sono logicamente tra loro suddivisi in **due gruppi**:

- **livelli inferiori**: si occupano del trasferimento dati tra i due sistemi e sono presenti all'interno dei nodi di rete (**Media Layers**);
- **livelli superiori**: si occupano delle applicazioni (**Host Layers**)

In un sistema di comunicazione un dispositivo può essere terminale o intermedio:

- un **sistema terminale** (**end system**) è origine o destinazione finale delle informazioni;
- un **sistema intermedio** (**relay system**) provvede ad assicurare il collegamento fisico o logico tra due o più sistemi terminali).

Esempio: schema di trasmissione tra due **PC** (**DTE**) sul mezzo trasmissivo in cui sono presenti dei **nodi**.



- Nel nodo di rete sono presenti solo i primi tre livelli OSI.
- I DTE devono contenere tutti i livelli OSI (pila completa).

I livelli

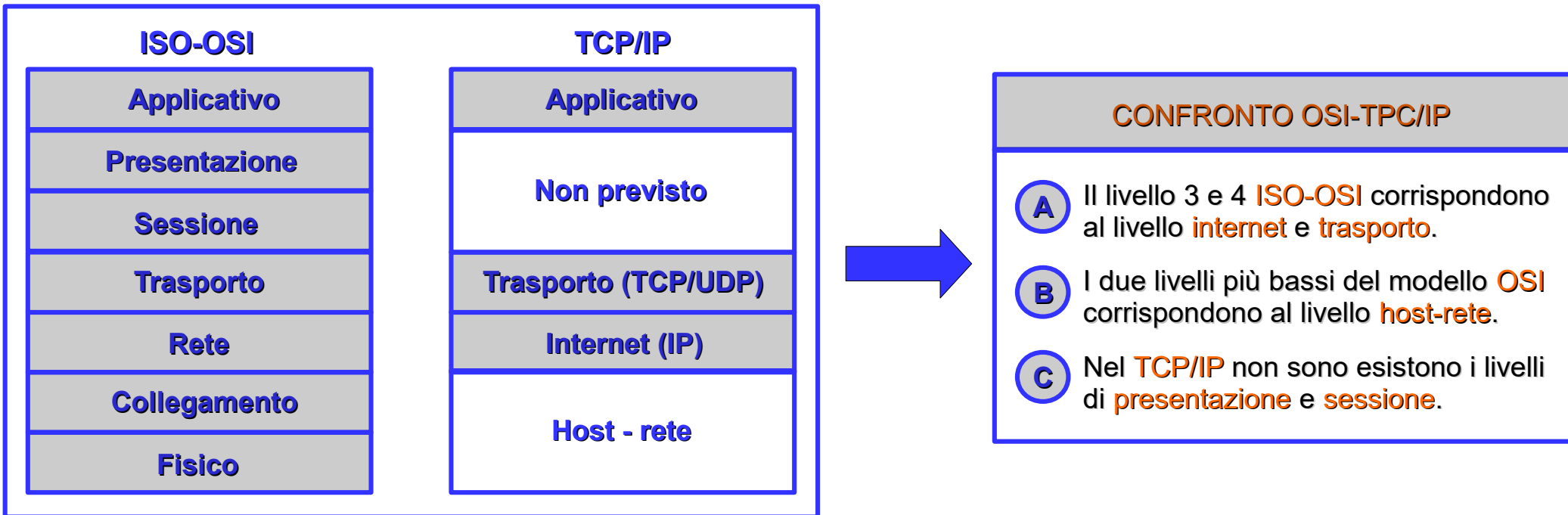
Generalmente i livelli sono numerati e i livelli più bassi sono vicini alla macchina, mentre i più alti sono vicini all'utente. L'insieme dei livelli è detto **pila** o **stack**.

	Unità dati	Livello	Funzionalità
Livelli superiori	Dati	Applicazione	Fornisce agli utenti gli applicativi software per accedere alla rete che risiedono su un sistema; questo livello è in grado di stabilire una comunicazione tra due applicazioni remote.
	Dati	Presentazione	Rappresentazione dei messaggi trasferiti in un formato comune tra due sistemi che usano linguaggi differenti; prevede anche la protezione dei dati mediante algoritmi di crittaggio.
	Dati	Sessione	Si occupa di stabilire, mantenere e chiudere una comunicazione tra due dispositivi; prevede anche di riaprire una comunicazione in caso di eventi imprevisti (perdita dati, caduta linea).
	Segmenti	Trasporto	Scopo di questo livello è di rendere affidabile la rete garantendo che i pacchetti arrivino al destinatario nell'ordine corretto, senza errori, duplicazioni o perdite.
Livelli inferiori	Pacchetti	Rete	Gestisce l'instradamento dei pacchetti sulla rete decidendo quali sistemi intermedi devono essere attraversati per arrivare al nodo destinazione; non garantisce una comunicazione affidabile.
	Struttura	Collegamento	Si occupa di trasmettere o ricevere gruppi di bit (frames) tra due dispositivi connessi direttamente su una rete; individua eventuali errori nei frames e gestisce i meccanismi per correggerli.
	Bits	Fisico	Si occupa di trasmettere/ricevere sul canale di comunicazione le sequenze di bit codificati; supporta tutte le proprietà meccaniche ed elettriche dei collegamenti di rete (cavo, prese, ...).

TCP/IP

Un gruppo di ricercatori, prendendo come esempio il **modello ISO-OSI**, ha definito un modello su cui si basa lo sviluppo della rete Internet che prende il nome di **TCP/IP**.

Il modello **TCP/IP** ha avuto un successo immediato sia per la sua **semplicità** architetturale e sia per i **bassi** costi dei dispositivi. A differenza dell'ISO-OSI, il TCP/IP si basa solo su **quattro livelli**.



Osservazione: il modello OSI è un **modello di riferimento** e non una architettura di rete, in quanto descrive livelli e servizi ma non i protocolli; il modello TCP/IP è invece una suite di protocolli ed è effettivamente una **architettura di rete**.

Dispositivi di rete

Scheda di rete (NIC): generalmente montata sulla scheda madre del computer; sul retro del computer compare la parte terminale della scheda (**porta RJ45**), dove si inserisce il cavo di rete.

Le schede di rete si dividono in:

- **Ethernet:** velocità di comunicazione massima di 10 Mbps;
- **Fast Ethernet:** velocità di comunicazione massima di 100 Mbps;
- **Gigabit Ethernet:** velocità di comunicazione massima di 1000 Mbps (1 Gbps).

Switch: dispositivi elettronici in grado di analizzare il pacchetto di dati ricevuto e inoltrarlo solo al reale destinatario. In questo modo riconoscono i dispositivi collegati alle proprie porte e riducono la quantità di traffico non necessario.

Router: dispositivo hardware che si occupa di inviare i pacchetti di dati tra reti differenti. In particolare permette l'accesso di tutti i computer da una rete locale ad un'altra rete (esempio a Internet). L'attività principale è quella di leggere le informazioni presenti nei pacchetti e scegliere il percorso migliore che i dati devono seguire verso destinazione.

Pacchetto: insieme di dati che possiedono una intestazione (**header**) che ne indica il tipo di contenuto oltre all'indirizzo del destinatario. Un pacchetto può essere visto come una sorta di busta contenente i dati, il cui indirizzo indicato all'esterno è rappresentato dall'header del pacchetto stesso.