

# Modulo di RETI I

Docente del corso:

Alessio Raccis

Università degli Studi di Cagliari

# Sistema di comunicazione

- ✓ Oggetto della trasmissione:
  - voce
  - dati
- ✓ Link diretto tra gli utenti:
  - svantaggi
    - gli utenti possono essere molto distanti (costi alti)
    - ci possono essere molti utenti con queste necessità
- ✓ Soluzione:
  - uso di una rete di telecomunicazione

# Introduzione alle reti di telecomunicazioni

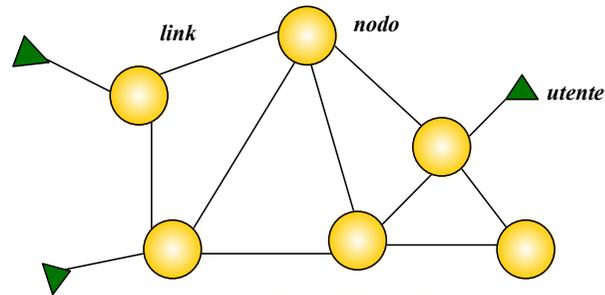
- ✓ **Rete di telecomunicazioni:** qualsiasi sistema in grado di trasmettere informazioni fra più utenti attraverso mezzi condivisi.
- ✓ **Utenti:** terminali, calcolatori e periferiche che trasmettono dati, oppure individui che comunicano fra loro (tramite il telefono).
- ✓ **Mezzo condiviso:** tutto ciò che permette il trasporto dell'informazione fra più utenti interconnessi: cavi di trasmissione, doppini telefonici, fibre ottiche, canali radio, ecc...

# Scopo delle reti di telecomunicazioni

- ✓ Il concetto fondamentale su cui si basa la filosofia delle reti di telecomunicazioni è la **condivisione delle risorse**:
  - rendere le *risorse* disponibili a tutti gli *utenti* indipendentemente dalla loro natura e posizione geografica.
- ✓ In pratica gli utenti che accedono alla rete devono trovare uno strumento **affidabile** in grado di garantire una trasmissione rapida e corretta dei dati.

## Rete di telecomunicazione

- ✓ Una rete di telecomunicazioni è formata da un insieme di **nodi** ("**switch**") interconnessi per mezzo di linee di comunicazione ("**link**") in grado di gestire il flusso dei dati provenienti dagli utenti finali della rete stessa

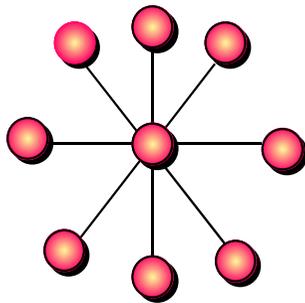


## Topologia delle reti

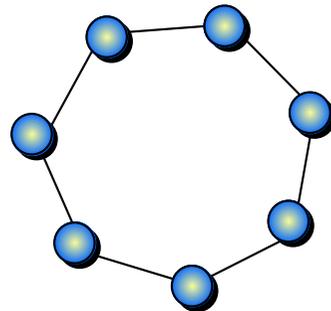
- ✓ I nodi ed i rami di una rete possono essere interconnessi in molteplici modi, tali da formare diverse configurazioni di rete.
- ✓ In particolare si possono distinguere le:
  - **reti punto-punto**: una coppia di utenti è connessa attraverso una serie di nodi intermedi (*switches*) che indirizzano i dati dalla sorgente al destinatario (reti a commutazione di pacchetto e reti a commutazione di circuito).
  - **reti broadcast**: non ci sono nodi intermedi ed i dati trasmessi sono visibili da tutti gli utenti della rete. Solo una stazione può trasmettere nella rete per volta (trasmissione radio, satellitare, reti locali).

## Esempi di reti punto-punto

- ✓ Fra le topologie di rete punto-punto le configurazioni più diffuse sono le seguenti :

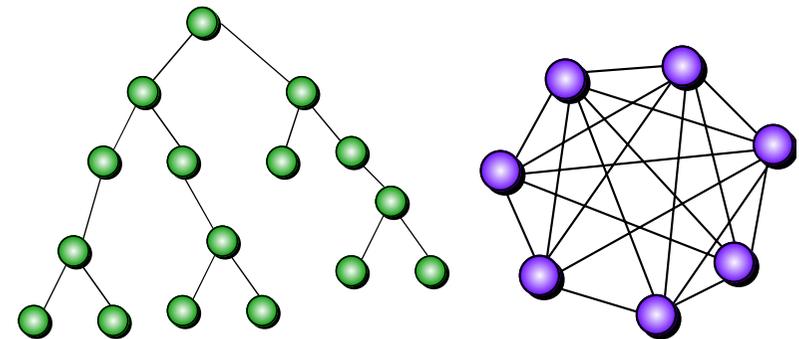


Topologia a stella



Topologia ad anello

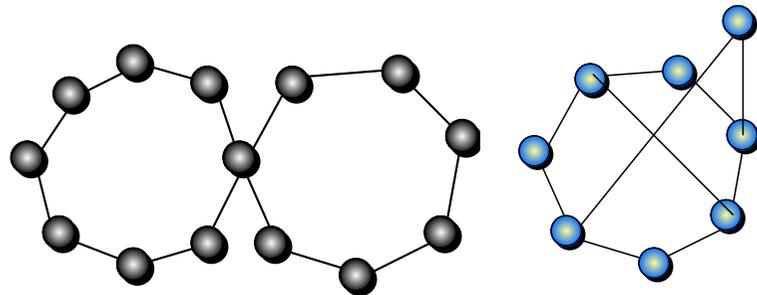
## Esempi di reti punto-punto



Topologia ad albero

Topologia completa

## Esempi di reti punto-punto



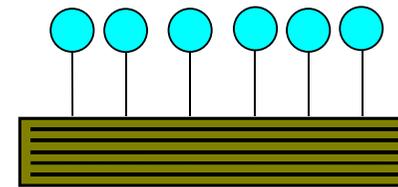
Topologia ad anello invertito

Topologia irregolare

## Esempi di reti *broadcast*

✓ Fra le topologie di reti *broadcast* alcune fra le configurazioni più diffuse sono le seguenti:

- bus
- satellite
- anello



Topologia a bus

## Classificazione delle reti

✓ Le reti di telecomunicazioni possono essere classificate sulla base di diversi fattori:

- **Proprietà:** reti pubbliche e reti private;
- **Mobilità:** reti fisse e reti mobili;
- **Tipo di apparati:** reti omogenee e reti eterogenee;
- **Tipo di commutazione:** reti a commutazione di pacchetto, reti a commutazione di circuito;
- **Estensione geografica:** *Local Area Network*, *Metropolitan Area Networks* e *Wide Area Networks*;
- **Tipo di dati trasmessi:** reti analogiche, reti digitali.

## Proprietà

✓ Sulla base di chi è il gestore, le reti si possono distinguere in reti pubbliche e private:

- **reti pubbliche:** sono le reti la cui gestione e' affidata ad un ente statale. La rete e' di proprietà dello stato, ma il gestore di rete offre i servizi di connessione a qualunque organizzazione o utente ne faccia richiesta;
  - Es.: la rete *ARPANET*, la *TYMNET*, la *GARR-B*
- **reti private:** sono reti di proprietà e di gestione privata. Sono solitamente reti di dimensione limitata (reti aziendali o reti di ricerca).

## Rete Garr-B

- ✓ Core Nodes (quadrati)
- ✓ Access Nodes (PoP) (cerchi)
- ✓ Backbone (linee blu e rosse)
- ✓ Collegamenti Internazionali (linee viola),
- ✓ Linee di Collegamento (linee arancione)
- ✓ Peering (linee azzurre).

<http://www.garr.it/mappagarr/garr-b-mappagarr.shtml>



## Mobilità

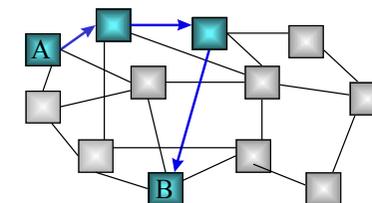
- ✓ Sulla base del grado mobilità di cui gli utenti della rete possono godere si distinguono le reti fisse e le reti mobili:
  - **reti fisse**: sono reti per le quali la posizione geografica degli utenti che vi accedono è fissa e stabilita durante l'allacciamento dell'utente alla rete stessa;
  - **reti mobili**: sono reti che consentono agli utenti un certo grado di movimento; la struttura dei nodi della rete rimane fissa, ma i percorsi dei dati possono variare dinamicamente per "inseguire" la posizione dei terminali comunicanti.

## Tipo di apparati

- ✓ Sulla base della tipologia e della provenienza degli apparati che consentono la connessione alla rete si possono distinguere reti *omogenee* e reti *eterogenee*:
  - **omogenee**: sono le reti che connettono apparati di tipo differente ma provenienti da una stessa casa produttrice;
    - Es.: molte delle prime reti locali progettate per connettere terminali all'interno della stessa ditta produttrice .
  - **eterogenee**: reti che connettono apparati differenti sia dal punto di vista della tipologia che del marchio
    - Es.: la rete Internet che collega terminali di tutto il mondo è l'esempio emblematico di rete eterogenea.

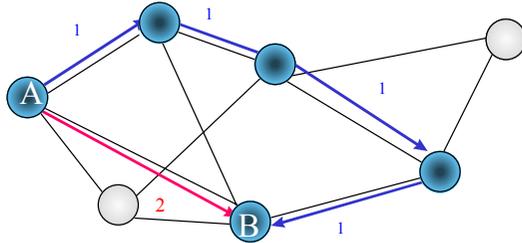
## Tipo di commutazione

- ✓ Sulla base del tipo di commutazione con cui è gestita la rete si distinguono le reti a *commutazione di circuito* e le reti a *commutazione di pacchetto*.
  - **Reti a commutazione di circuito**: a ciascuna comunicazione viene assegnato un determinato percorso dedicato nella rete che viene mantenuto per tutta la durata della trasmissione.



## Tipo di commutazione

- **Reti a commutazione di pacchetto:** i dati relativi ad una comunicazione sono suddivisi in blocchi (*pacchetti*) ciascuno dei quali può viaggiare su un qualsiasi percorso disponibile fino a destinazione. Pacchetti relativi alla stessa trasmissione possono passare per link diversi.



## Estensione geografica

- ✓ Sulla base della loro estensione geografica le reti di comunicazione possono essere suddivise in tre categorie fondamentali: LAN, MAN e WAN.
- ✓ **LAN (Local Area Networks):**
  - hanno una estensione geografica limitata ad alcuni chilometri (interconnettono utenti all'interno dello stesso edificio o fra gruppi di edifici);
  - hanno una topologia relativamente semplice;
  - possono raggiungere velocità medio-alte (10÷100 Mbps).

## Estensione geografica

- ✓ **MAN (Metropolitan Area Networks):**
  - hanno estensione metropolitana (fino a 100 Km);
  - hanno topologie complesse perché connettono un numero elevato di utenti (possono connettere anche LAN);
  - hanno velocità elevate (100 Mbit/s).
- ✓ **WAN (Wide Area Networks):**
  - possono estendersi su un intero continente;
  - hanno topologie complesse;
  - trasmissione a bassa velocità (fino a 2 Mbit/s, ma solitamente < 64 Kbit/s).

## Tipologia di dati trasmessi

- ✓ Sulla base delle caratteristiche dei dati che devono essere trasmessi si possono distinguere due ulteriori tipologie di reti: *analogiche* e *digitali*:
  - *reti analogiche:* trasmettono segnali continui (ad esempio segnale vocale) mediante tecniche di modulazione e di moltiplicazione analogiche;
  - *reti digitali:* trasmettono informazioni sotto forma di sequenze di cifre binarie (bit) o *M*-arie mediante tecniche di modulazione e moltiplicazione digitali. Sono utilizzate anche per la trasmissione di dati digitali generati da segnali continui opportunamente campionati e codificati.

## Osservazioni

- ✓ La rete analogica per eccellenza è la *rete telefonica* che, in origine, è stata progettata per i soli segnali vocali analogici.
- ✓ Tuttavia la rete telefonica è oggi ampiamente utilizzata anche per la trasmissione di dati. Le cifre di un messaggio binario possono infatti essere trasformate in segnali continui mediante dispositivi di conversione detti *modem*.

## Osservazioni

- ✓ Il continuo sviluppo della tecnologia e delle tecniche per gestire segnali digitali sta quindi modificando la fisionomia delle reti telefoniche, consentendo loro di condividere i vantaggi e le facilitazioni della trasmissione digitale.
- ✓ Una rete telefonica *completamente digitale* in grado di gestire ogni tipo di dato è l'ambizioso progetto delle comunicazioni moderne. Per questo motivo la trattazione seguente si occuperà principalmente delle reti digitali.

## Il problema di uniformare le reti: i protocolli

- ✓ La necessità di inter-connettere le diverse tipologie di rete o utenti differenti ad un **unico sistema** di trasmissione rende necessario stabilire delle *convenzioni comuni* per garantire la compatibilità dei dati che viaggiano nella rete.
- ✓ L'insieme di tali regole costituiscono un **protocollo**, sulla base del quale la trasmissione nella rete viene standardizzata. Tali regole consentono di:
  - mantenere-terminare la connessione;
  - garantire la qualità e la affidabilità della trasmissione.
- ✓ Per progettare dei protocolli efficienti occorre innanzitutto conoscere le caratteristiche del flusso di dati che viaggia sulla rete.

## Caratteristiche del flusso dei dati

- ✓ Lo sviluppo delle reti digitali e dei relativi protocolli deve tenere conto di alcune importanti proprietà del flusso dei dati. Le caratteristiche dell'architettura possono variare ampiamente a seconda del tipo di trasmissione da realizzare.
- ✓ Infatti, il traffico può essere:
  - continuo o intermittente ("*non bursty*" o "*bursty*");
  - simmetrico o asimmetrico;
  - vulnerabile o robusto;
  - seriale o parallelo;
  - sincrono o asincrono;
  - *simplex*, *half duplex* o *full duplex*.

## Traffico di dati intermittente o continuo

- ✓ **Flusso continuo (non bursty)**: il traffico è caratterizzato da un flusso di informazione utile continuo.
  - Es.: il segnale vocale è *non bursty*, infatti, anche i periodi di pausa intervallati alle parole hanno un significato contestuale preciso. L'informazione trasmessa è tutta utile.
- ✓ **Flusso intermittente (bursty)**: è il traffico di dati caratterizzato da brevi periodi di trasmissione intervallati da lunghi intervalli di inattività.
  - Es.: i dati scambiati in un processo interattivo sono di tipo *bursty*, perché la trasmissione dell'informazione utile è molto discontinua nel tempo.

## Traffico di dati intermittente o continuo

- ✓ Il **flusso continuo** comporta uno sfruttamento continuo della risorsa:
  - può utilizzare canali trasmissivi dedicati
- ✓ Il **flusso intermittente** prevede tempo medio di utilizzo della risorsa limitato
  - è opportuno utilizzare canali trasmissivi condivisi fra più utenti per ottimizzare l'utilizzo della rete.

## Traffico di dati simmetrico o asimmetrico

- ✓ **Flusso simmetrico**: flusso in cui il volume dei dati e le relative velocità sono mediamente costanti in tutte le direzioni.
  - Es.: in una conversazione telefonica fra due utenti la quantità di informazione scambiata fra i due interlocutori è mediamente la stessa in entrambe le direzioni.
- ✓ **Flusso asimmetrico**: flusso in cui il volume dei dati e le relative velocità variano al variare della direzione di trasmissione.
  - Es.: in un processo interattivo la mole e la velocità dei dati che escono dal computer verso l'utente sono molto superiori a quelle dei dati che l'utente invia verso il computer.

## Traffico di dati simmetrico o asimmetrico

- ✓ Il progetto di reti digitali efficienti deve prevedere il **grado di asimmetria** dei dati e garantire ad ogni sorgente un adeguato **rate di trasmissione**.
- ✓ Ciò può essere ottenuto tramite:
  - servizi differenziati (linee distinte per le diverse direzioni);
  - differenti gradi di priorità da assegnare alle sorgenti che condividono la risorsa.

## Traffico di dati vulnerabile o robusto

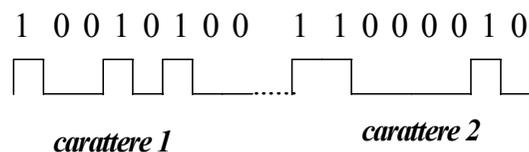
- ✓ **Flusso vulnerabile:** flusso caratterizzato da una forte vulnerabilità al rumore; anche una sola cifra errata in trasmissione può compromettere l'intero messaggio.
  - Es.: nelle transazioni finanziarie la perdita di una sola cifra di un importo compromette l'esito dell'intera operazione.
- ✓ **Flusso robusto:** flusso caratterizzato da una buona immunità al rumore.
  - Es.: la trasmissione della voce è piuttosto robusta, poiché la ridondanza del linguaggio e le capacità di percezione umana garantiscono il recupero dell'informazione anche se questa è in parte deteriorata.

## Traffico di dati vulnerabile o robusto

- ✓ La rete di trasmissione deve sempre garantire agli utenti la **correttezza dei dati** consegnati:
  - quando la robustezza dei segnali inviati non è sufficiente la rete deve aggiungere ai **bit di messaggio** alcuni **bit di controllo** che permettano la rivelazione degli errori di trasmissione;
  - i bit di controllo non apportano informazione utente, perciò occorre gestirli in maniera efficiente per trovare un compromesso fra velocità di trasmissione e correttezza dei dati trasmessi.

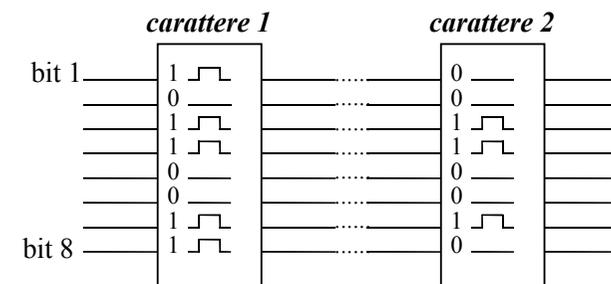
## Traffico di dati seriale o parallelo

- ✓ **Trasmissione seriale:** trasmissione che utilizza un unico canale trasmissivo su cui sono inviati *consecutivamente* tutti i bit del messaggio.



## Traffico di dati seriale o parallelo

- ✓ **Trasmissione parallela:** trasmissione che utilizza più canali trasmissivi paralleli per trasferire uno o più bytes contemporaneamente (1 canale per ogni bit).

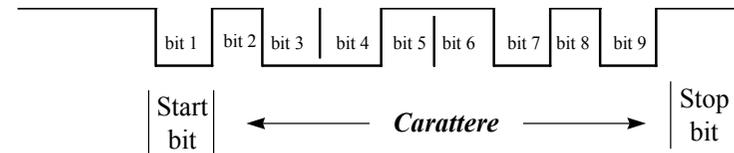


## Trasmissione parallela

- ✓ La trasmissione parallela rispetto a quella seriale presenta i seguenti **vantaggi**:
  - semplifica i circuiti delle interfacce in quanto non richiedendo la conversione dei byte in sequenze di bit;
  - consente velocità di trasmissione più elevate.
- ✓ Tuttavia ha un unico forte **svantaggio**:
  - la quantità dei canali necessaria fa' lievitare il costo.
- ✓ Generalmente l'utilizzo di trasmissioni parallele è limitato al collegamento di computer e unità periferiche su breve distanza.

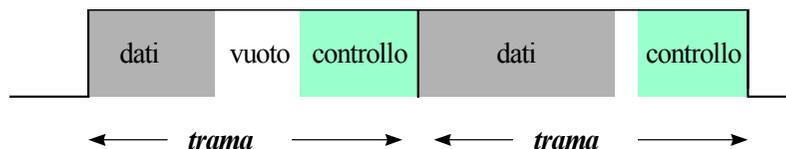
## Traffico di dati asincrono o sincrono

- ✓ **Trasmissione asincrona**: vengono trasmesse e ricevute sequenze di byte di lunghezza variabile intervallate da bit aggiuntivi di *start* e di *stop*:
  - il bit di *start* consente di sincronizzare il ricevitore con il trasmettitore
  - tra una trasmissione e la successiva viene trasmesso un segnale di *idle*
    - il segnale di *stop/idle* deve avere una durata minima



## Traffico di dati asincrono o sincrono

- ✓ **Trasmissione sincrona**: prevede l'impacchettamento dei byte da trasmettere in trame (*frame*) contenenti byte aggiuntivi di sincronismo.
  - non esistono più i bit di *start* e di *stop* e quindi il ricevitore deve essere in qualche altro modo sincronizzato con il clock del trasmettitore
  - Alla fine di ogni trama vengono trasmessi dei bit di controllo che indicano l'inizio di ogni nuova trama



## Trasmissione asincrona

- ✓ La **trasmissione asincrona** deriva dalla necessità di trasmettere e ricevere dati inviati ad *intervalli casuali*.
- ✓ **Vantaggio**: ricevitore a basso costo:
  - la sincronizzazione (di fase) viene ottenuta tramite il bit di *start*.
  - In rx il clock può anche essere leggermente più lento/veloce tanto si ri-sincronizza ad ogni parola
- ✓ Esempio:
  - i caratteri provenienti da una telescrivente sono emessi ad intervalli non regolari, dipendenti dalla pressione delle dita dell'operatore sui tasti
  - in tale caso si inviano le sequenze consecutive di byte in arrivo precedute e seguite da byte di delimitazione, in grado di informare il ricevitore sull'inizio e la fine del blocco di dati.

## Traffico di dati asincrono o sincrono

- ✓ La **trasmissione sincrona** garantisce in pratica un flusso continuo di bit (trama).
- ✓ Ogni blocco di dati e' preceduto da alcuni caratteri di sincronismo a livello di trama.
- ✓ Il ricevitore deve essere sincronizzato in qualche modo al clock del trasmettitore
  - tramite una linea in più o informazioni nello stream di dati
- ✓ Questo tipo di trasmissione richiede la **bufferizzazione** ovvero la memorizzazione dei dati prima di essere inviati:
  - circuiteria più complessa;
  - trasmissione più costosa.

## Traffico di dati *half-duplex* e *full-duplex*

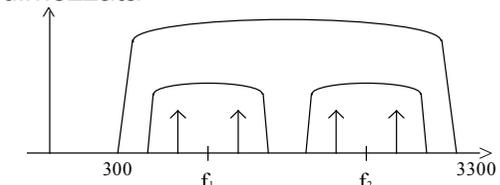
- ✓ **Trasmissione half-duplex:** avviene alternativamente in un senso o nell'altro, tramite la condivisione dello stesso canale trasmissivo da parte delle stazioni comunicanti (commutazione alternata tra fase di trasmissione e fase di ricezione).
- ✓ **Trasmissione full-duplex:** non prevede commutazione fra trasmissione e ricezione, ma la risorsa è ripartita equamente fra le due fasi (per esempio mediante la suddivisione della banda del canale o l'uso di modulazioni a portanti diverse).
- ✓ **Trasmissione simplex:** la trasmissione può avvenire solo secondo una direzione.

## Trasmissione *half-duplex*

- ✓ Trasmissione **half-duplex:**
  - vantaggio: utilizza tutta la banda del canale, facendo uso della massima velocità;
  - svantaggio: introduce un *overhead* dovuto alla continua commutazione fra trasmissione e ricezione;
  - in certe applicazioni molto interattive con frequenti messaggi di *feedback* o di *acknowledge* non può essere usata.

## Trasmissione *full-duplex*

- ✓ La trasmissione **full-duplex:**
  - vantaggio → flessibilità;
  - svantaggio → la ripartizione della risorsa fra trasmissione e ricezione diminuisce le prestazioni del servizio.
- ✓ Esempio: se il full-duplex e' realizzato con la tecnica a divisione di banda, la velocità consentita in trasmissione e' dimezzata



## Conclusioni

- ✓ La conoscenza della tipologia del flusso di dati che viaggia sulla rete è essenziale:
  - per definire i protocolli in grado di interfacciare ogni tipo di rete e ogni utente con il sistema di telecomunicazione globale;
  - per trovare le architetture di rete che meglio soddisfano le diverse esigenze di trasmissione.
- ✓ Un'analisi globale di un sistema di telecomunicazione prevede, tuttavia, molte altre fasi di natura differente alle quali saranno dedicate le sezioni successive.