

Segnali analogici e digitali

Le comunicazioni elettroniche si suddividono in due grandi categorie **Analogiche** e **Digitali**.

Segnale analogico => le informazioni vengono rappresentate da una forma d'onda elettromagnetica continua. I suoni e le immagini nella loro forma naturale sono di tipo analogico variando continuamente in termini di **intensità** (volume o luminosità) e di **frequenza** (tono o colore). La trasmissione di un segnale **analogico** avviene tramite un segnale **portante** che viene **variato (modulato)** in corrispondenza alle variazioni del segnale analogico. Questo si può realizzare tenendo costante la frequenza e variando le ampiezze (**AM Amplitude Modulation**), o tenendo costante l'ampiezza e variando le frequenze (**FM Frequency Modulation**) o variando la fase.

Nel caso analogico la **larghezza di banda** è l'intervallo di frequenze trasmissibili lungo la portante. Per esempio, si può fornire un canale vocale a **3,3 kHz** attraverso in una banda **200 ÷ 3500 Hz** o **7000 ÷ 10.300 Hz**.

I vantaggi della **trasmissione analogica** sono:

- **Semplicità di trasmissione di informazioni di tipo analogico.**
- **Non necessita di alcuna conversione per dati analogici**
- **I sistemi di trasmissione analogica sono presenti in larga scala in tutto il mondo**

Segnale digitale => le informazioni vengono rappresentate in una forma binaria con sequenze di **0 e 1** tramite una serie di impulsi di valore discreto. Il sistema di invio di dati digitali in una rete elettrica impiega un segnale con una tensione che oscilla tra due

stati discreti. Il sistema **unipolare** usa una tensione positiva e una tensione nulla. Il sistema **bipolare** usa una tensione positiva e una tensione negativa. La forma d'onda di questi segnali è detta **onda quadra**. Nel caso digitale si usa il termine **velocità di trasmissione** che si misura in **bps**.

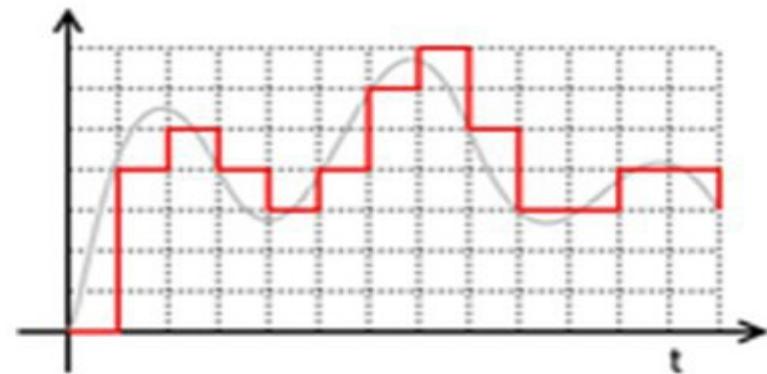
I vantaggi della **trasmissione digitale** sono:

- **Non necessita di alcuna conversione per dati binari.**
- **I dati possono essere compressi in modo semplice e veloce**
- **Livello di sicurezza maggiore rispetto a quella analogica per la possibile intercettazione (informazioni cifrate)**
- **Minore suscettibilità agli errori dovuti al rumore/ attenuazione**

I segnali subendo attenuazioni hanno bisogno ad intervalli di tempo o spazio di essere rinforzati, nelle reti **analogiche** i

dispositivi atti a questo sono detti **amplificatori**, nelle reti digitali **ripetitori**, il segnale analogico viene **amplificato** interamente compreso eventuale rumore, il **ripetitore** ricostruisce il segnale.

La conversione da **analogico a digitale** avviene attraverso i **Codec** che campionando il segnale analogico in intervalli regolari, e ogni campione viene espresso in binario con sequenze di 4-32 bit, la conversione da **digitale ad analogico** avviene attraverso i **Modem** che modulano e demodulano l'onda sinusoidale analogica.



Teorema di Nyquist/Shannon

Dato un segnale, con larghezza di banda finita e nota, la frequenza minima di campionamento di tale segnale deve essere almeno il doppio della banda dello stesso.

Le frequenze per la voce sono comprese in un intervallo di circa **4KHerz**, quindi la frequenza di campionamento deve essere di **8 kHz**.

Se si sceglie una rappresentazione di **1 byte** per ogni campione avremo che per digitalizzare un secondo di voce sono necessari

$$8 \times 8000 = 64000 \text{ bps} = 64\text{Kps}$$

Le frequenze del suono udibile sono comprese in un intervallo di circa **22050 Hz** quindi la frequenza di campionamento deve essere di **44100 Hz**.

Se si sceglie una rappresentazione di **2 byte** per ogni campione e due canali per ottenere l'effetto stereo avremo che per digitalizzare un secondo di musica sono necessari

$$2 \times 16 \times 44100 = 1.411.200 \text{ bps}$$

Per digitalizzare un minuto di musica stereo:

$$60 \times 1.411.200 \text{ bit} = 84.672.000 \text{ bit} = (\text{circa } 10 \text{ MB})$$

un CD da 700MB : circa 70 min.

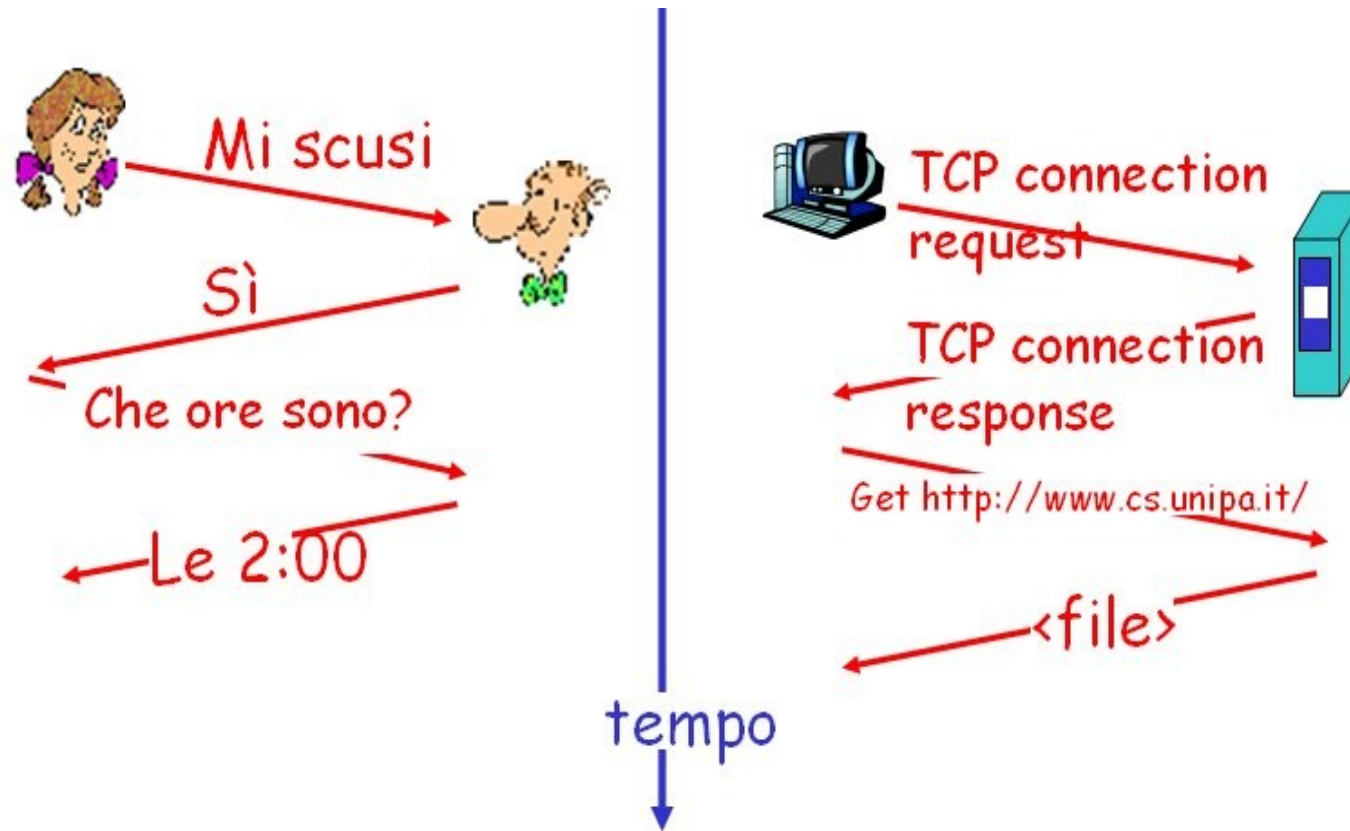
Reti di calcolatori e Internet

Aspetti generali di Internet

Internet è una rete costituita da milioni di unità di calcolo interconnessi tra loro, gli elementi fondamentali sono:

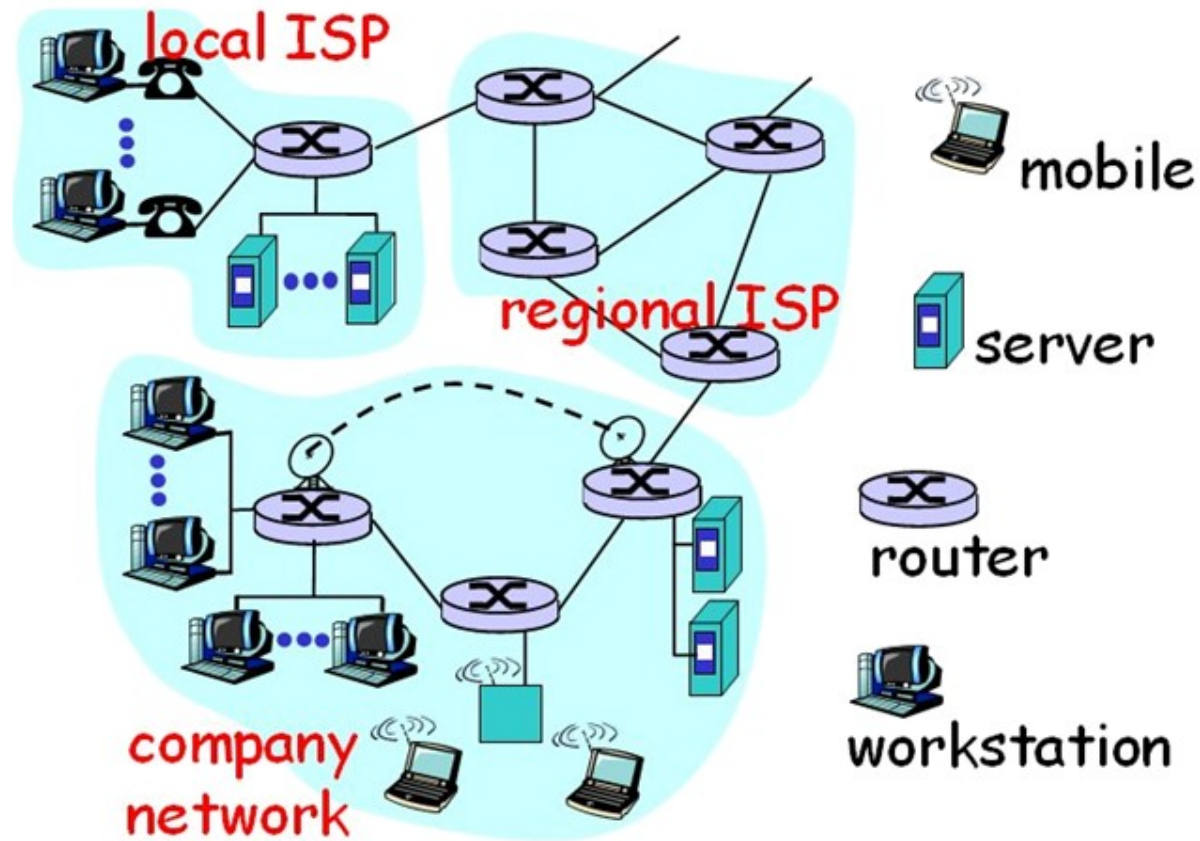
- **Gli Host, End-system, o Sistemi Terminali.**
- **I link di comunicazione** (fibre ottiche, rame, radio, satelliti con specifiche velocità di trasmissione o lunghezza di banda , bandwidth).
- **I Packet Switch (router , link layer switch)** che inoltrano i pacchetti .
- **Gli ISP (Internet Service Provide)** locali o distrettuali, istituzionali, aziendali ed universitari, attraverso i quali si accede ad Internet
- **I protocolli di comunicazione** che controllano l'invio e la ricezione dei messaggi (ad es., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP) e che definiscono il formato e l'ordine dei dati scambiati tra due o più entità comunicanti

insieme alle azioni che hanno luogo a seguito della trasmissione e/o ricezione di un messaggio o di altri eventi.



Internet può essere definita come la **rete delle reti**, ossia insieme di reti locali (**ISP locali, e reti aziendali, Universitarie, ect.**)

collegati tra di loro attraverso **ISP distrettuali** e **internazionali**. La struttura di Internet è quindi in parte gerarchica.



Dal punto di vista dei servizi Internet offre una **infrastruttura di comunicazione** che permette la distribuzione delle applicazioni come il Web, email, giochi, e-commerce, database, votazioni, file sharing ect..

La struttura di internet può essere divisa in:

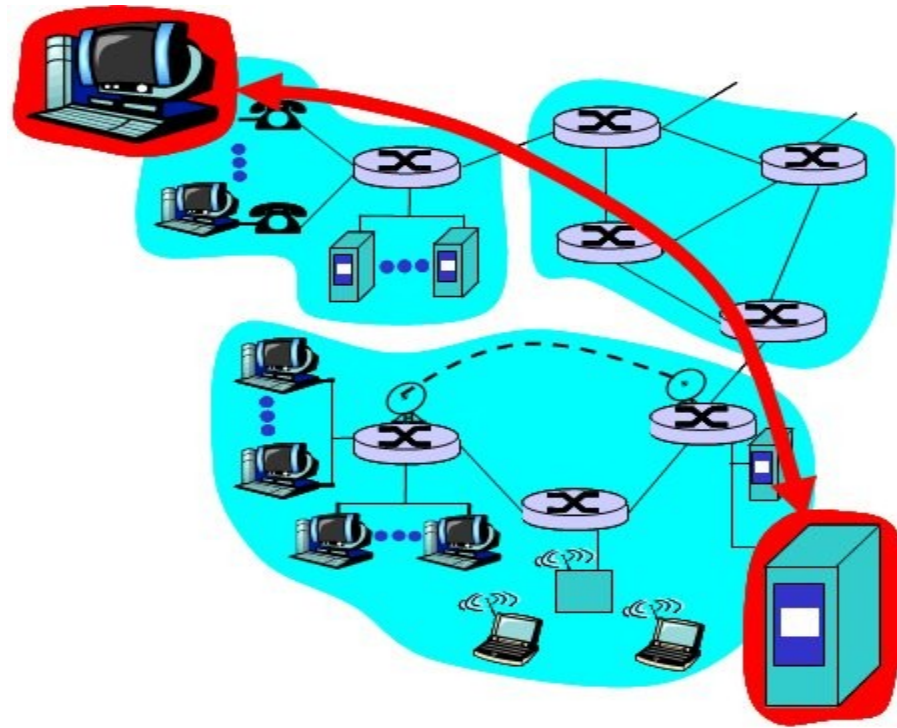
La rete esterna (**edge**) costituita da host su cui si eseguono le applicazioni di rete.

La rete interna (**core**) costituita principalmente da **Packet Switch** per l'interconnessione di reti.

Le reti di accesso link e dispositivi per raggiungere il “primo” router dell'ISP.

La rete esterna

La rete esterna (edge) è costituita da host su cui si eseguono le applicazioni di rete.



Un qualsiasi sistema collegato ad Internet e quindi in cui è possibile eseguire delle **applicazioni di rete** sono detti **host o terminali**.

Le **applicazioni di rete** si dividono in due modelli funzionali:

1. Modello **Client/Server** in cui gli host vengono suddivisi in due categorie:
 - **Client** in cui si eseguono **programmi client** ossia programmi che richiedono un servizio di rete
 - **Server** in cui si eseguono **programmi server** ossia programmi che danno dei servizi di rete.
2. Modello **peer-peer** (P2P) utilizzato nel file sharing(**BitTorrent**, **KaZaA**) e nella telefonia Internet (**Skype**) prevede un utilizzo minimo (o nullo) di server dedicati.

I servizi di rete forniti alle applicazioni possono essere di due tipi:

1. un servizio **Connection-oriented** affidabile e orientato alla connessione in cui prima di inviare i pacchetti con i dati effettuano un **handshaking** un setup “iniziale” ossia uno scambio di pacchetti di controllo
2. un servizio **Connectionless** non affidabile e senza connessione

In particolare il **servizio TCP[RFC 793] Transmission Control Protocol** è utilizzato da **Internet** in molte sue applicazioni come **HTTP** (web), **FTP** (trasferimento file), **Telnet** (login remoto), **SMTP** (e-mail).

Si parla di un servizio Internet “**orientato alla connessione**” definito come un trasferimento di flusso di byte **affidabile** ossia senza errori e nell'ordine corretto.

L'affidabilità del TCP viene conseguita attraverso l'uso di:

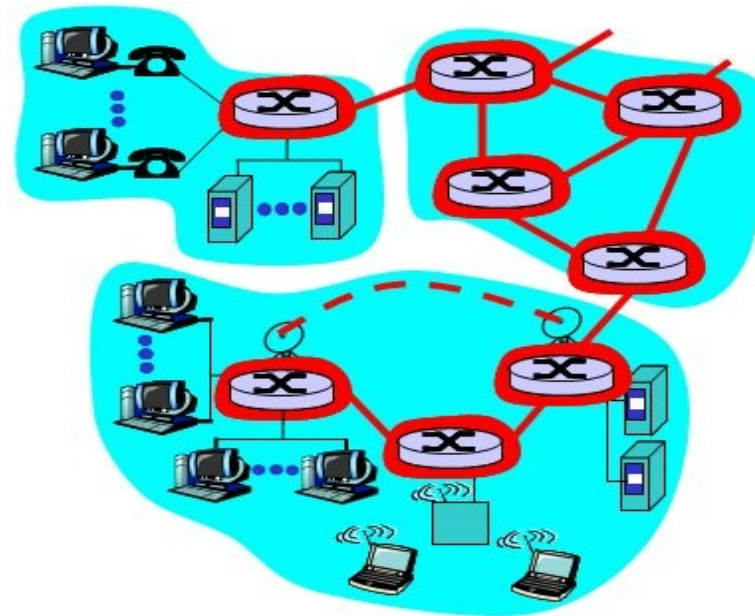
- **acknowledgement** **riscontri e ritrasmissioni**
- **controllo di flusso** **la sorgente non satura il destinatario**
- **controllo di congestione** **le sorgenti “riducono” la velocità di trasmissione quando la rete è congestionata**

Il servizio **connectionless** invece non prevede **handshaking**, ed è senza **controllo di flusso** ne **controllo di congestione**

In particolare il **servizio UDP [RFC 768] User Datagram Protocol** è utilizzato da Internet in molte sue applicazioni come **Audio/video streaming, Videoconferenza, DNS e VOIP.**

La rete interna

La rete interna (core) è costituita da un “Maglia” di router interconnessi tra loro.



Esistono fondamentali due approcci per il trasferimento dei dati :

- Commutazione di circuito (circuit switching)
- Commutazione di pacchetto (packet-switching)

Commutazione di circuito

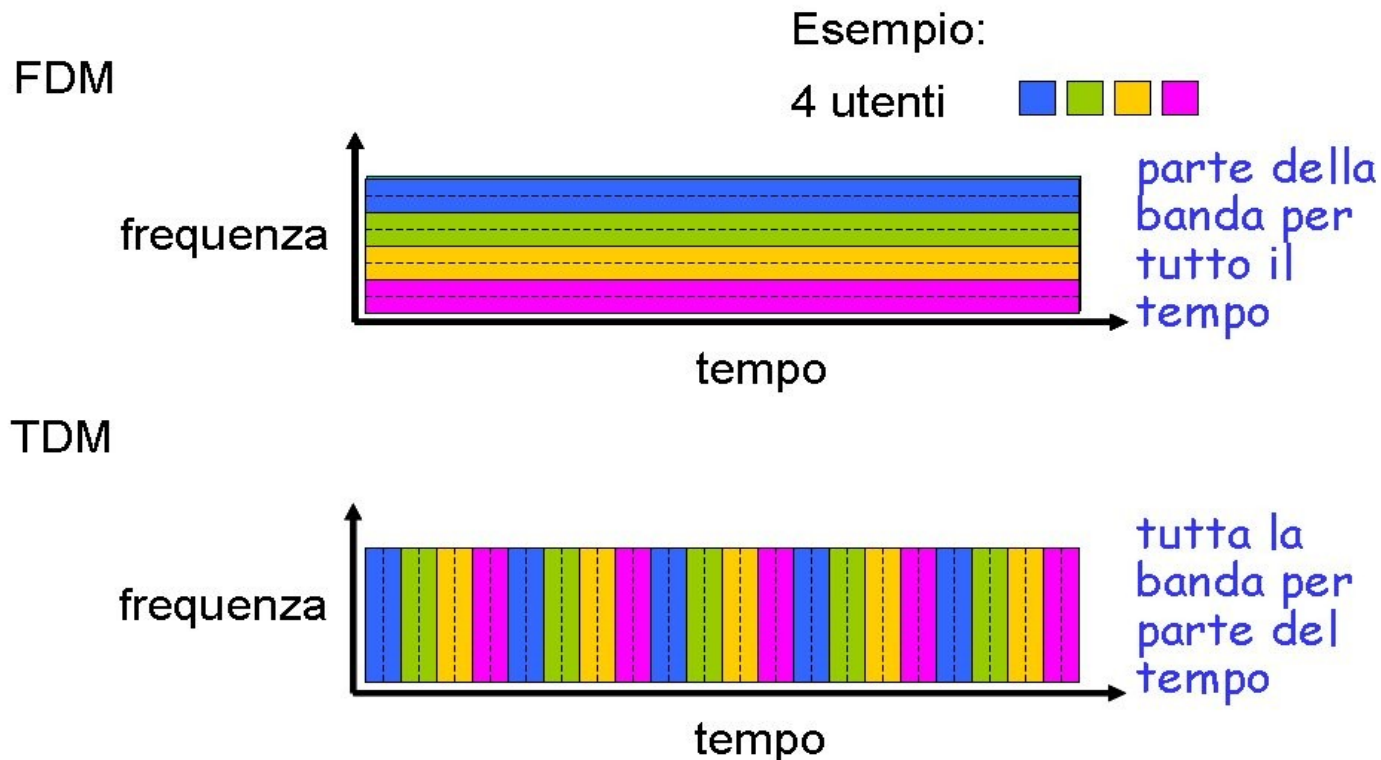
Nella **commutazione di circuito** si ha che:

- Le risorse sono riservate **end-to-end** per l'intera “**sessione**” o “**chiamata**”
- Necessaria l'instaurazione della “**sessione**” o “**chiamata**”
- I **commutatori di rete** creano un **circuito o canale** su un link
- Le prestazioni sono costanti e garantite

In questi casi le risorse di rete (ad esempio la **banda**) sono divise per consentire a più circuiti di esistere contemporaneamente.

Quindi una “**parte**” della risorsa può risultare inattiva quando non utilizzata dalla chiamata ossia non c'è condivisione.

La divisione della banda nei collegamenti condivisi da più circuiti (**Multiplexing**) avviene per divisione di **Frequenza**, **FDM** (Frequency Division Multiplexing) o di **Tempo**, **TDM** (Time Division Multiplexing)



- **FDM (Frequency Division Multiplexing)** in cui si parla di banda di **frequenza dedicata** (tipico esempio **4kHz** per la comunicazione telefonica)
- **Tempo, TDM (Time Division Multiplexing)**, in cui si parla di **frame** (trama) e **slot** (blocco) e la Velocità del canale risulta essere $V_c = V_f * \text{Nbit di uno slot}$, con $V_f = \text{velocità del frame}$.

Ad esempio se un link trasmette a **8000 frame/s**, ed **1 slot** contiene **8 bit**, $V_c = 8000 * 8 = 64 \text{ kbps}$.

