

# Reti di calcolatori

VR443470

ottobre 2022

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ISP, TCP/IP, commutazione dei pacchetti e ritardi</b>	<b>4</b>
2.1	ISP . . . . .	4
2.2	TCP/IP . . . . .	4
2.3	Commutazione dei pacchetti . . . . .	5
2.4	Tipologie di ritardi . . . . .	6
2.5	Sintesi . . . . .	7

# 1 Introduzione

**Internet** è una rete di calcolatori che interconnette miliardi di dispositivi di calcolo in tutto il mondo. Gli strumenti in una rete, per esempio cellulari o computer, vengono chiamati **host** (*ospiti*) o **sistemi periferici** (*end system*). Essi sono connessi tra di loro tramite una **rete di collegamenti** (*communication link*) e **commutatori di pacchetti** (*packet switch*). I collegamenti possono essere di vario tipo: cavi coassiali, fili di rame, fibre ottiche e onde elettromagnetiche.

Ogni collegamento detiene una sua **velocità di trasmissione** (*transmission rate*), ovvero la velocità di trasmissione dei dati. L'**unità di misura** è il bit per secondo (bit/secondo, *bps*).

L'insieme delle informazioni, o dati, che vengono inviati o ricevuti prendono il nome di **pacchetto**. L'**obbiettivo di un commutatore di pacchetti** è quello di ricevere un pacchetto che arriva da un collegamento in ingresso e di ritrasmetterlo su un collegamento d'uscita. I due principali commutatori di internet sono: *router* e i commutatori a livello di collegamento (*link-layer switch*). La sequenza di collegamenti e di commutatori di pacchetto attraversata dal singolo pacchetto è nota come **percorso** o **cammino** (*route* o *path*).

Quindi, in sintesi, le definizioni più rilevanti sono:

- ☛ **Internet.** Rete di calcolatori che interconnette i dispositivi di calcolo di tutto il mondo.
- ☛ **Host (o sistemi periferici).** Strumenti in una rete, per esempio computer.
- ☛ **Rete di collegamenti (*communication link*) e commutatori di pacchetto (*packet switch*).** Collega vari *host*, per esempio cavi coassiali o fili di rame.
- ☛ **Velocità di trasmissione (*transmission rate*).** È la velocità di trasmissione dei dati e solitamente la sua **unità di misura** è il bit per secondo, cioè *bps*.
- ☛ **Pacchetto.** Insieme delle informazioni che vengono inviate e ricevute.
- ☛ **Obbiettivo commutatore di pacchetti.** Ricevere un pacchetto proveniente da un collegamento in ingresso e ritrasmetterlo su un collegamento d'uscita. Per esempio i *router*.
- ☛ **Percorso (*route*) o cammino (*path*).** Sequenza di collegamenti e di commutatori di pacchetto attraversata dal singolo pacchetto.

## 2 ISP, TCP/IP, commutazione dei pacchetti e ritardi

### 2.1 ISP

I sistemi periferici accedono ad Internet tramite un servizio chiamato **Internet Service Provider** (ISP). Con **provider** si intende un insieme di commutatori di pacchetto e di collegamenti. Gli **obbiettivi** degli ISP è fornire ai sistemi periferici svariati tipi di accesso alla rete, come quello residenziale a larga banda (e.g. DSL), quello in rete locale ad alta velocità, quello senza fili (*wireless*) e in mobilità.

Esistono 3 **tipi** di livelli di ISP:

**Livello 1.** *Internazionale* (Telecom, TIM, ...);

**Livello 2.** *Nazionale* (Fastweb);

**Livello 3.** *Locale* (solitamente per professionisti).

Più è basso il livello, più gli ISP sono costituiti da *router* ad alta velocità interconnessi tipicamente tramite fibra ottica.

### 2.2 TCP/IP

I sistemi periferici, i commutatori di pacchetto e altre parti di Internet fanno uso di **protocolli** che controllano l'invio e la ricezione di informazioni all'interno della rete. Esistono **due principali protocolli** Internet: ***Transmission Control Protocol*** (TCP) e ***Internet Protocol*** (IP). In particolare, l'IP specifica il formato dei pacchetti scambiati tra router e sistemi periferici. Generalmente ci si riferisce a questi due protocolli tramite il nome collettivo TCP/IP.

## 2.3 Commutazione dei pacchetti

Esistono due diversi approcci per spostare quantità di dati all'interno di una rete: la **commutazione di circuito** e la **commutazione di pacchetto**.

### Commutazione di circuito

Nella **commutazione di circuito** le risorse richieste lungo un percorso (buffer e velocità di trasmissione sui collegamenti) sono **riservate** per l'intera durata della sessione di comunicazione.

#### Vantaggi:

- ✓ **Velocità costante** durante il collegamento poiché le risorse sono riservate e non condivise. Questo si traduce in un **ritardo contenuto**.

#### Svantaggi:

- ✗ **Spreco di risorse** poiché i circuiti sono inattivi durante i periodi di silenzio, ovvero nei periodi in cui non c'è comunicazione;
- ✗ **Complicazioni** nello stabilire circuiti e nel riservare larghezza di banda *end-to-end*.

In questo contesto, i ritardi possono essere causati solamente per tre motivi: (1) a causa dell'instaurazione del circuito, (2) a causa della distanza tra sorgente e destinazione, (3) a causa della trasmissione vera e propria.

### Commutazione di pacchetto

Nella **commutazione di pacchetto** la sorgente divide i messaggi in parti più piccole, ovvero in **pacchetti** assegnando a ciascuno un'intestazione. I pacchetti viaggiano attraverso collegamenti e commutatori di pacchetto dalla sorgente alla destinazione.

#### Vantaggi:

- ✓ **Ottimizzazione** delle risorse poiché c'è una condivisione di esse nei momenti di inattività.

#### Svantaggi:

- ✗ **Possibile perdita** di pacchetti nel caso in cui un buffer di un nodo sia saturo. Questo comporta un buffer overflow e una conseguente perdita;
- ✗ **Ritardo dovuto a *store and forward* e numero di nodi intermedi**. A causa dello *store and forward*, ogni nodo deve attendere di ricevere l'intero pacchetto prima di ritrasmetterlo. Inoltre, con l'aumentare dei nodi intermedi, il ritardo aumenta.  
(approfondimento *store and forward*)

## 2.4 Tipologie di ritardi

Esistono diverse tipologie di ritardo perché quando un pacchetto parte da un *host* (sorgente), passa attraverso una serie di *router* e conclude il viaggio in un altro *host* (destinazione). Questo comporta un ritardo in ciascun nodo (*host* o *router*). I principali ritardi sono: **ritardo di elaborazione**, **ritardo di accodamento**, **ritardo di trasmissione** e **ritardo di propagazione**. L'insieme di questi ritardi è chiamato **ritardo totale di nodo** (*nodal delay*).

### Ritardo di elaborazione

Il tempo richiesto per esaminare l'intestazione del pacchetto e per determinare dove dirigerlo fa parte del **ritardo di elaborazione** (*processing delay*). Per dirigere si intende il tempo che impiega il *router* a determinare la sua parte di uscita.

### Ritardo di accodamento

Una volta in coda, il pacchetto subisce un **ritardo di accodamento** (*queuing delay*) mentre attende la trasmissione sul collegamento. La lunghezza di tale ritardo dipenderà dal numero di pacchetto precedentemente arrivati, accodati e in attesa di trasmissione sullo stesso collegamento. In altre parole, è il tempo speso nel *buffer* prima che il pacchetto venga ritrasmesso.

### Ritardo di trasmissione

Data  $L$  la lunghezza del pacchetto, in bit, e  $R$  *bps* la velocità di trasmissione del collegamento dal *router A* al *router B*, il **ritardo di trasmissione** (*transmission delay*) sarà  $L \div R$ . Questo è il tempo richiesto per trasmettere tutti i bit del pacchetto sul collegamento.

Più semplicemente, dipende dalla velocità di trasmissione e dalla dimensione del pacchetto ed è possibile sintetizzarlo con la formula:

$$t_{\text{trasm}} = \frac{\text{dim\_pacchetto}}{\text{velocità\_trasmissione}}$$

### Ritardo di propagazione

Una volta immesso sul collegamento, un bit deve propagarsi fino al *router B*. Il tempo impiegato è il **ritardo di propagazione** (*propagation delay*). In altre parole è il tempo impiegato per percorrere la distanza verso il *router* successivo.

## Strumenti di misurazione

Esistono diversi **strumenti per misurare il ritardo**:

- **PING**. Dato un indirizzo di destinazione, il calcolatore manda una serie di messaggi e misura il tempo che intercorre tra l'invio e la ricezione della risposta, chiamato anche *Round Trip Time* (RTT).
- **TRACEROUTE**. Misura il *Round Trip Time* tra la sorgente e **tutti** gli apparati di rete intermedi.

## 2.5 Sintesi

- ☛ **Internet Service Provider (ISP).** Strumento utilizzato dai sistemi periferici per accedere ad Internet.
- ☛ **Provider.** Insieme di commutatori di pacchetto e di collegamenti, solitamente è un'azienda che fornisce servizi.
- ☛ **Obbiettivi ISP.** Fornire vari tipi di accesso alla rete ai dispositivi che si collegano (e.g. DSL, *wireless*, ecc.).
- ☛ **Tipi di ISP:**
  - **Livello 1.** *Internazionale* (Telecom, TIM, ...);
  - **Livello 2.** *Nazionale* (Fastweb);
  - **Livello 3.** *Locale* (solitamente per professionisti).
- ☛ **Definizione TCP/IP.** Protocolli più famosi utilizzati dai sistemi periferici, i commutatori di pacchetto e altre parti di Internet. N.B. il protocollo IP specifica il formato dei pacchetti scambiati tra *router* e sistemi periferici.
- ☛ **Definizione commutazione di circuito.** Le risorse sono riservate per l'intera comunicazione.
  - ☛ **Vantaggio commutazione di circuito.** Velocità costante grazie ad un canale dedicato e quindi ritardo contenuto.
  - ☛ **Svantaggio commutazione di circuito.** Spreco di risorse in caso di silenzi durante la comunicazione.
  - ☛ **Causa dei ritardi nella commutazione di circuito.** I motivi possono essere tre:
    - I Instaurazione del circuito;
    - II Distanza tra sorgente e destinazione;
    - III Trasmissione vera e propria della comunicazione.
- ☛ **Definizione commutazione di pacchetto.** La sorgente divide i messaggi in parti più piccole chiamate **pacchetti**.
  - ☛ **Vantaggio commutazione di pacchetto.** Ottimizzazione delle risorse poiché c'è una condivisione durante l'inattività.
  - ☛ **Svantaggio commutazione di circuito.** Eventuale perdita di pacchetti nel caso in cui un nodo intermedio abbia il *buffer* saturo (generazione di *buffer overflow*); ritardo causato da *store and forward* poiché ogni pacchetto per essere inoltrato deve essere completamente trasmesso; all'aumentare dei nodi intermedi, il ritardo aumenta.
- ☛ **Ritardo di elaborazione (*processing delay*).** Tempo impiegato dal *router* per esaminare l'intestazione del pacchetto e determinare l'uscita.
- ☛ **Ritardo di accodamento (*queuing delay*).** Tempo impiegato dal pacchetto all'interno della coda del buffer del *router*.

- ☛ **Ritardo di trasmissione (*transmission delay*).** Tempo che dipende dal rapporto tra la dimensione del pacchetto e la velocità di trasmissione.
- ☛ **Ritardo di propagazione (*propagation delay*).** Tempo impiegato per percorrere la distanza verso il *router* successivo.
- ☛ **Strumenti per la misurazione del ritardo.** I due strumenti sono “PING” e “TRACEROUTE”. La differenza è che PING misura il RTT tra sorgente e destinazione, mentre il TRACEROUTE misura il RTT tra sorgente e ogni nodo intermedio.