

# Networking

*Quelli della B1*

## Indice

1	Introduzione . . . . .	4
1.1	Terminologia . . . . .	4
1.1.1	Tipi di flusso trasmissivo . . . . .	4
1.2	Il modello di riferimento ISO/OSI . . . . .	4
1.2.1	I livelli . . . . .	4
1.3	Internet protocol suite (TCP/IP) . . . . .	5
2	Livello Fisico . . . . .	6
2.1	Terminologia . . . . .	6
2.1.1	Informazione . . . . .	6
2.1.2	Codice . . . . .	6
2.1.3	Segnale . . . . .	6
2.1.4	Lunghezza d'onda . . . . .	7
2.1.5	Spettro . . . . .	7
2.1.6	Ampiezza di banda . . . . .	7
2.2	Qualità delle trasmissioni . . . . .	8
2.2.1	Criteri di valutazione in base alle prestazioni . . . . .	8
2.2.2	Criteri di valutazione in base all'affidabilità . . . . .	9
2.3	Filtri . . . . .	9
2.4	Modulazione . . . . .	10
2.4.1	Ad onda continua . . . . .	10
2.4.2	Impulsiva . . . . .	10
2.4.3	Digitale . . . . .	10
2.5	Alterazioni del segnale . . . . .	10
2.5.1	Attenuazione . . . . .	10
2.5.2	Distorsione . . . . .	10
2.5.3	Rumore . . . . .	10
2.5.4	Interferenza . . . . .	10
2.6	Limiti alla velocità di trasferimento . . . . .	10
2.6.1	Classificazione dei canali trasmissivi . . . . .	10
2.6.2	Teorema di Nyquist . . . . .	10
2.6.3	Teorema di Shannon . . . . .	10
2.6.4	Velocità di modulazione . . . . .	10
3	Livello di Collegamento . . . . .	11
3.1	Tipi di trasmissione . . . . .	11
3.1.1	Sincrona . . . . .	11
3.1.2	Asincrona . . . . .	11
3.1.3	Orientata al carattere . . . . .	11
3.1.4	Orientata al bit . . . . .	11
3.2	Controllo degli errori . . . . .	11
3.2.1	Ridondanza . . . . .	11
3.3	Protocolli primario-secondario . . . . .	11
3.3.1	RTS-CTS . . . . .	11

---

3.3.2	XON-XOF	11
3.3.3	ARQ	11
3.4	Protocolli internet	11
3.4.1	ARP	11
3.4.2	RARP	11
3.4.3	NDP	11
3.4.4	MAC	11
3.5	Ethernet	11
4	Livello di Rete	12
4.1	Terminologia	12
4.1.1	Rete	12
4.1.2	DTE	12
4.1.3	DCE	12
4.1.4	CPE	12
4.2	Tipologie di rete	12
4.3	Topologia di una rete	12
4.4	Qualità della rete	12
4.5	Routing	12
4.5.1	Tabella di routing	12
4.6	Protocolli di routing	12
4.6.1	ICMP	12
4.6.2	IGMP	12
4.6.3	RIP	12
4.6.4	OSPF	12
4.7	Internet Protocol (IP)	12
5	Livello di trasporto	13
5.1	Protocolli	13
5.1.1	TCP	13
5.1.2	UDP	13
6	Livello delle applicazioni	14
6.1	Servizi di rete	14
6.1.1	Telnet	14
6.1.2	FTP	14
6.1.3	SSH	14
6.1.4	BGP	14
6.1.5	DHCP	14
6.1.6	DNS	14
6.1.7	HTTP	14

## **1 Introduzione**

### **1.1 Terminologia**

#### **1.1.1 Tipi di flusso trasmissivo**

### **1.2 Il modello di riferimento ISO/OSI**

Il modello Open Systems Interconnection (abbreviato in modello ISO/OSI) è stato progettato dall'International Organization for Standardization (ISO) come modello di riferimento per consentire una comunicazione aperta tra diversi sistemi tecnici. Questo punto diventa più chiaro, se si pensa alle origini di Internet: alla fine degli anni '70 i leader del settore nelle tecnologie di rete si ritrovarono di fronte al problema che le architetture di rete proprietarie si potevano collegare solo tramite dispositivi propri, infatti nessun produttore aveva pensato di costruire componenti hardware o software compatibili con le specifiche di altri fornitori. Ma un progetto come quello di Internet presuppone alcuni standard per poter rendere possibile una comunicazione comune. Il modello ISO/OSI è nato dal tentativo di creare uno standard di questo tipo e offre una base per gli standard di comunicazione, indipendentemente dai fornitori. In base a questo modello, il complesso processo della comunicazione di rete si divide in sette strati, i livelli (in inglese layer). Si parla perciò anche di una comunicazione per livelli. All'interno della comunicazione tra due sistemi devono essere svolti degli specifici compiti su ogni singolo livello, tra questi rientrano ad esempio il controllo della comunicazione, l'indirizzamento del sistema target o la conversione dei pacchetti in segnali fisici. Ma questo funziona solo se tutti i sistemi coinvolti nella comunicazione si attengono a regole precise, stabilite nei protocolli, che si applicano ai singoli livelli o si possono utilizzare su ciascuno di questi (multilivello).

Il modello di riferimento ISO/OSI non è però uno standard di rete concreto, ma descrive in forma astratta quali procedimenti devono essere regolati per far funzionare la comunicazione in una rete.

#### **1.2.1 I livelli**

La comunicazione tra due computer può apparire banale agli utenti, ma in realtà durante la trasmissione di dati in una rete devono essere compiuti numerosi compiti e soddisfatte diverse richieste nell'ambito dell'attendibilità, della sicurezza e dell'integrità. Per questo si è deciso di dividere la comunicazione di rete in livelli. Ad ogni livello, strutturato gerarchicamente, sono assegnate delle funzioni specifiche (quindi uno standard copre generalmente solo una parte del modello): ogni livello accede tramite un'interfaccia a quello inferiore e mette a disposizione il servizio del livello superiore.

Questo principio ha due vantaggi decisivi:

- I compiti e le richieste che devono essere compiuti e soddisfatti all'interno di un livello sono definiti chiaramente. Per ogni livello possono essere sviluppati degli standard indipendenti gli uni dagli altri.
- La chiara divisione tra i singoli livelli fa sì che le modifiche ad uno standard non abbiano alcun effetto sui processi che si svolgono su un altro livello. Introdurre nuovi standard risulta così più semplice.

I sette livelli del modello ISO/OSI si dividono in due gruppi in base ai compiti che svolgono: orientati all'applicazione e orientati al trasporto. I processi che si svolgono sui singoli livelli si possono spiegare prendendo ad esempio la trasmissione e-mail da un dispositivo ad un mail server.

### **1.3 Internet protocol suite (TCP/IP)**

## 2 Livello Fisico

Nonostante l'amministratore di rete non abbia la possibilità di influirvi direttamente, è importante descrivere lo strato fisico poiché esso influenza significativamente le prestazioni della rete.

### 2.1 Terminologia

#### 2.1.1 Informazione

L'informazione è una grandezza misurabile in bit. In particolare,

$$Q = \log_2 m$$

dove  $Q$  è il numero di bit necessari per rappresentare l'informazione relativa ad  $m$  possibili stati.

#### 2.1.2 Codice

Al fine di rappresentare l'informazione in maniera tale da renderne più semplice la gestione, un codice associa sequenze di bit a caratteri. I codici che godono della più ampia diffusione sono:

- ASCII (American Standard Code for Information Interchange, 7 bit estesi a 1 byte)
- BCD (Binary-Coded Decimal)
- AIKEN
- Gray
- EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Code, 8 bit), in uso presso le banche

#### 2.1.3 Segnale

Si dice *segnale* una grandezza fisica variabile nel tempo corrispondente un'informazione. Un segnale **analogico** varia in modo continuo nel tempo ed ha infiniti livelli di intensità; un segnale **digitale** varia invece in modo discreto e ha solo due livelli di intensità. Ogni tipo di dato può essere rappresentato in entrambe le maniere e può essere convertito da analogico a digitale e viceversa.

Fra i segnali analogici assumono particolare rilevanza i **segnali sinusoidali**, ossia segnali che variano nel tempo secondo una legge del tipo

$$u = U \sin(\omega t + \Phi)$$

dove

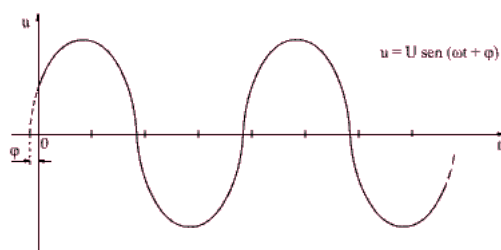


Fig. 1: Rappresentazione grafica di un segnale sinusoidale

- $u$  è l'ampiezza istantanea
- $U$  è l'ampiezza massima
- $\omega$  è la velocità angolare
- $\Phi$  è lo sfasamento rispetto all'origine
- l'intervallo di tempo impiegato dall'onda per tornare allo stesso livello d'intensità è detto *periodo*.
- $1/t = f$  è detta *frequenza* (misurabile in Hz)

#### 2.1.4 Lunghezza d'onda

In un segnale sinusoidale, la distanza tra due massimi relativi è detta *lunghezza d'onda*  $\lambda = c/f$  (dove  $c$  è la velocità di propagazione del segnale).

#### 2.1.5 Spettro

Lo spettro è l'insieme delle frequenze che compongono un segnale. Questa affermazione, non necessariamente di immediata comprensione, diventa subito chiara se si tiene presente il **teorema di Fourier**, il quale afferma che un segnale può essere rappresentato come somma di sinusoidi (potenzialmente infinite) con caratteristiche differenti.

#### 2.1.6 Ampiezza di banda

L'ampiezza di banda è costituita dall'insieme di frequenze dello spettro *effettivamente utilizzate* e corrisponde alla massima velocità teorica della rete. Si parla di *banda larga* nel caso in cui l'ampiezza di banda sia sensibilmente superiore a quella utilizzata correntemente per le comunicazioni telefoniche.

## 2.2 Qualità delle trasmissioni

Come già accennato in precedenza, è lo strato fisico che determina in larga parte la qualità delle comunicazioni, valutabile in base a prestazioni e affidabilità.

Vi sono numerosi strumenti software per valutare la qualità di una rete, quali:

- il comando Unix `ping`, che indica se un host remoto possa essere raggiunto e riporta statistiche sui pacchetti persi
- il comando Unix `traceroute` o `tracert`, che indica i dispositivi attraversati per raggiungere una data destinazione
- applicazioni web quali ad esempio [speedtest.net](https://www.speedtest.net) e [Ne.Me.Sys](https://www.ne.me/sys/), quest'ultimo sviluppato da AGCOM, i cui risultati possono essere utilizzati come elemento probatorio nel caso in cui l'utente voglia esercitare il diritto di reclamo e recesso rispetto a promesse contrattuali di velocità di accesso ad Internet non mantenute dall'operatore.

### 2.2.1 Criteri di valutazione in base alle prestazioni

- **ritardo**: tempo necessario per il transito dei dati
- **tempo di risposta**: tempo che intercorre tra il momento in cui viene effettuata una richiesta e il momento in cui si ottiene una risposta
- **throughput**: quantità di dati spedita nell'unità di tempo; rappresenta l'effettiva velocità della rete
- **latenza**: tempo necessario perché un messaggio giunga a destinazione; per il suo calcolo si tiene conto di:
  - **tempo di propagazione**: tempo di transito sulla rete per arrivare dal mittente al destinatario
  - **tempo di trasmissione**: tempo necessario per immettere i bit sulla rete, ossia  $\frac{dim_m}{v}$ , dove  $dim_m$  è la dimensione del messaggio e  $v$  la velocità trasmissiva
  - **tempo di inoltro**: tempo necessario ai nodi per consegnare il messaggio in transito, non legato al traffico ma solo ad hardware e software
  - **tempo di attesa** nelle code di rete, dipendente dal traffico



### 2.2.2 Criteri di valutazione in base all'affidabilità

- **jitter**: variabilità del ritardo con cui i pacchetti vengono consegnati in ricezione
- **packet loss**: pacchetti persi.

## 2.3 Filtri

Un filtro è un sistema che tratta le varie componenti del segnale in modo diverso a seconda della loro frequenza.

E' opportuna innanzitutto una distinzione tra filtri *passivi* ed *attivi*: i primi sono costituiti solamente da resistenze e condensatori, mentre i secondi includono altre componenti, come i transistor e gli amplificatori. Inoltre, a seconda del comportamento, si distinguono quattro tipi di filtri:

- **filtro passa basso**: permette il passaggio delle frequenze al di sotto di una determinata *frequenza di taglio*, definita come

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{1}{(2)^{1/2}}$$

dove  $v_{in}$  è il segnale in ingresso e  $v_{out}$  il segnale in uscita.

- **filtro passa alto**: complementare al filtro passa basso, permette il passaggio delle frequenze al di sopra della frequenza di taglio, definita come sopra
- **filtro passa banda**: composizione di un filtro passa basso e un filtro passa alto
- **filtro elimina banda**: complemento del filtro passa banda, blocca le frequenze comprese tra due frequenze di taglio.

## **2.4 Modulazione**

### **2.4.1 Ad onda continua**

### **2.4.2 Impulsiva**

### **2.4.3 Digitale**

## **2.5 Alterazioni del segnale**

### **2.5.1 Attenuazione**

### **2.5.2 Distorsione**

### **2.5.3 Rumore**

### **2.5.4 Interferenza**

## **2.6 Limiti alla velocità di trasferimento**

### **2.6.1 Classificazione dei canali trasmissivi**

### **2.6.2 Teorema di Nyquist**

### **2.6.3 Teorema di Shannon**

### **2.6.4 Velocità di modulazione**

### **3 Livello di Collegamento**

#### **3.1 Tipi di trasmissione**

##### **3.1.1 Sincrona**

##### **3.1.2 Asincrona**

##### **3.1.3 Orientata al carattere**

##### **3.1.4 Orientata al bit**

#### **3.2 Controllo degli errori**

##### **3.2.1 Ridondanza**

#### **3.3 Protocolli primario-secondario**

##### **3.3.1 RTS-CTS**

##### **3.3.2 XON-XOF**

##### **3.3.3 ARQ**

#### **3.4 Protocolli internet**

##### **3.4.1 ARP**

##### **3.4.2 RARP**

##### **3.4.3 NDP**

##### **3.4.4 MAC**

#### **3.5 Ethernet**

## **4 Livello di Rete**

### **4.1 Terminologia**

#### **4.1.1 Rete**

#### **4.1.2 DTE**

#### **4.1.3 DCE**

#### **4.1.4 CPE**

### **4.2 Tipologie di rete**

### **4.3 Topologia di una rete**

### **4.4 Qualità della rete**

### **4.5 Routing**

#### **4.5.1 Tabella di routing**

`netstat -nr`

### **4.6 Protocolli di routing**

#### **4.6.1 ICMP**

#### **4.6.2 IGMP**

#### **4.6.3 RIP**

#### **4.6.4 OSPF**

### **4.7 Internet Protocol (IP)**

## **5 Livello di trasporto**

### **5.1 Protocolli**

#### **5.1.1 TCP**

#### **5.1.2 UDP**

## **6 Livello delle applicazioni**

### **6.1 Servizi di rete**

#### **6.1.1 Telnet**

#### **6.1.2 FTP**

#### **6.1.3 SSH**

#### **6.1.4 BGP**

#### **6.1.5 DHCP**

#### **6.1.6 DNS**

#### **6.1.7 HTTP**