

Corso CISCO CCNA-Routing&Switching-Introduction to Networks – vers.5.1 (2015)

Capitolo 3 – Protocolli di comunicazione in Rete

La comunicazione tra un dispositivo sorgente (source) e un destinatario (destination) prevede l'esistenza di un mezzo trasmissivo (transmission medium) su cui inviare dei segnali (signal) comprensibili da entrambi gli interlocutori che codificano il messaggio oggetto della comunicazione (message).



Comunicazione umana (da <http://www.mod-o.net/>)

Affinché la comunicazione funzioni è necessario che i due interlocutori siano d'accordo nell'usare un determinato linguaggio (message encoding) e rispettino delle regole comuni. Per esempio in una comunicazione vocale si deve usare una opportuna intonazione per far capire all'altro se si sta facendo una domanda oppure una affermazione. Analogamente, nella comunicazione scritta si cambia il formato della frase e si usano opportuni simboli di punteggiatura (message formatting).

Queste regole di comunicazione nel loro complesso vengono dette **“protocollo di comunicazione”**.

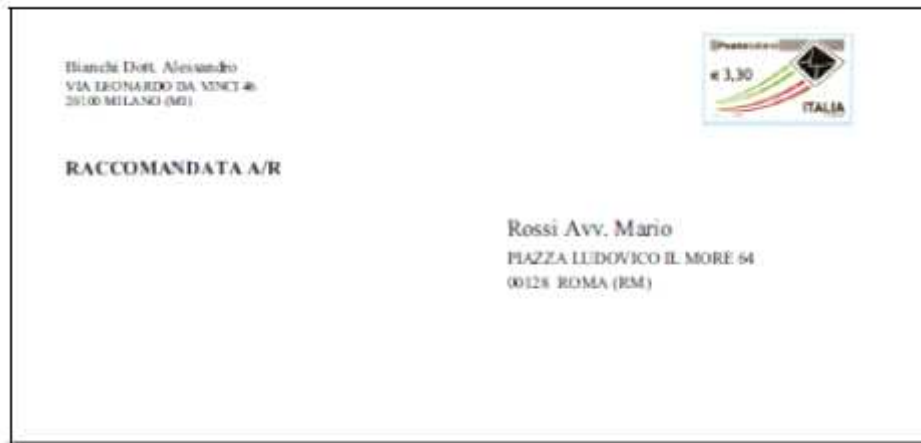
Nella comunicazione tra computer in rete si potrebbe avere un protocollo che prevede che un computer possa chiedere ad un altro computer l'invio di un file con il messaggio “dammi nome_del_file” e l'altro computer possa rispondere con “ok” seguito dal contenuto del file richiesto oppure “no” seguito da un testo con il motivo del rifiuto; al termine della ricezione della risposta, il primo computer invierà il messaggio “ricevuto” (acknowledgement).

Alcuni famosi protocolli utilizzati nella rete Internet sono HTTP (Hypertext Transfer Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), IP (Internet Protocol).

E' anche importante che la velocità di invio dei segnali sia adeguata alle capacità di ricezione del destinatario (message timing).

Un messaggio viene spedito imbustato (encapsulation) come se fosse una lettera; sulla busta compaiono nome e indirizzo del mittente e del destinatario.

Al momento della ricezione, il destinatario apre la busta e vi estrae il messaggio contenuto (decapsulation).



Una busta con mittente e destinatario

Se il messaggio da inviare è molto lungo, esso viene spezzato in più parti di una prefissata lunghezza e ciascuna di esse viene numerata e spedita a destinazione in modo che il destinatario possa ricomporre correttamente l'intero messaggio.

Un messaggio può essere spedito ad un unico destinatario (unicast) oppure simultaneamente a un gruppo di destinatari (multicast) oppure a tutti (broadcast).

Le diverse problematiche insite nella comunicazione tra computer in rete vengono gestite da un insieme di protocolli di comunicazione strutturati su diversi livelli (layer). Si ottiene così una pila, o stack, di protocolli di comunicazione.

Lo stack più famoso è il cosiddetto "modello ISO/OSI" o "stack ISO/OSI" (International Organization for Standardization / Open System Interconnection). Esso è suddiviso in 7 strati o livelli:

7 - Application
6 - Presentation
5 - Session
4 - Transport
3 - Network
2 - Data Link
1 - Physical

Stack ISO/OSI

Si tratta di un modello puramente teorico! **Molto utile come riferimento** per lo studio delle reti!

Questo modello serve per descrivere le diverse funzionalità che il software e l'hardware di una rete deve svolgere.

La scomposizione in livelli favorisce i diversi produttori di hardware e software nello sviluppare i loro prodotti che si devono occupare solo delle funzionalità previste dal livello OSI dove operano e che quindi possono lavorare assieme ai prodotti sviluppati da altri produttori che sono situati negli altri livelli dello stack.

Così, ad esempio, si può cambiare la scheda di rete di un pc con un'altra anche di tecnologia diversa e tutto il software di rete continua a funzionare senza problemi!

Il modello OSI avrebbe dovuto diventare lo standard concreto per i protocolli di rete

Tuttavia il rapido successo della rete Internet ha fatto sì che in pratica il modello concretamente utilizzato dalle reti diventasse il modello TCP/IP. Pertanto al modello OSI è rimasto solo un ruolo di riferimento teorico

La rete Internet utilizza uno stack chiamato "modello TCP/IP" oppure "stack TCP/IP" che è diviso in 4 livelli.

stack ISO/OSI	stack TCP/IP
7. Application 6. Presentation 5. Session	Application
4. Transport	Transport
3. Network	Internet
2. Data Link 1. Physical	Network Access

C'è una precisa corrispondenza tra i livelli OSI e i livelli TCP/IP

Il protocollo TCP/IP è uno standard aperto (open standard), ovvero le specifiche tecniche di tutti i suoi protocolli sono liberamente accessibili da tutti e pertanto chiunque può liberamente sviluppare hardware e software che può interagire con altri hardware e software della rete Internet.

Esempio

Un browser web quando si collega ad un server web per chiedergli l'invio di una pagina utilizza diversi protocolli a livelli diversi: HTTP per la richiesta della pagina, TCP per il controllo della trasmissione, IP per l'instradamento in Internet, Ethernet per la trasmissione nella propria rete locale:

Application (HTTP)
Transport (TCP)
Internet (IP)
Network Access (Ethernet)

Stack dei protocolli coinvolti nella navigazione web

Il browser crea un messaggio di richiesta "get index.html" che viene inserito in una busta http. Tale busta viene inserita in una busta TCP con proprie informazioni di servizio. Poi il tutto viene inserito in una busta IP contenente gli indirizzi IP del mittente e del destinatario. Tale busta viene inserita in una busta Ethernet che specifica gli indirizzi fisici (indirizzi MAC) della spedizione nell'ambito della propria LAN e vengono anche calcolati e aggiunti alcuni bit di controllo. Poi la scheda di rete trasformerà tutti questi bit in segnali da inviare sul mezzo trasmissivo.

In pratica ad ogni livello dello stack si costruisce una busta (encapsulation) contenente informazioni di servizio per la spedizione dei dati.

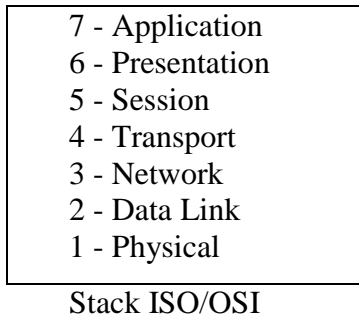
Il destinatario riceve il frame, o trama di bit, ed effettuerà il processo opposto per arrivare alla fine ad estrarre i dati inviati dal mittente. Pertanto dalla busta Ethernet si estrae la busta IP (decapsulation) e poi la busta TCP e poi la busta HTTP dentro cui si trova la richiesta "get index.html" inviata dal browser.



Il frame spedito

IL MODELLO ISO/OSI

Vengono ora accennati brevemente le principali funzionalità svolte dai diversi livelli dello stack ISO/OSI:



- 1) Il livello Fisico si occupa degli aspetti elettrici/elettronici dell'hardware della scheda di rete e dei mezzi trasmissivi. Esso si occupa della trasmissione di treni di bit.
- 2) Il livello DataLink si occupa della trasmissione dei dati a prescindere dallo specifico mezzo trasmissivo e tecnologia utilizzati a livello fisico. Esso si occupa di gestire l'accesso al mezzo trasmissivo nei casi in cui ci sia una contesa tra diversi dispositivi su un mezzo trasmissivo comune. Effettua il controllo dell'integrità dei dati trasmessi e si occupa dell'identificazione a livello locale dei dispositivi di rete (indirizzi MAC).
- 3) Il livello Network si occupa di identificare i dispositivi a livello mondiale (indirizzi IP) e di inoltrare i pacchetti di dati in Internet, senza preoccuparsi dell'esito della trasmissione (best effort). Il livello Network si occupa di individuare il percorso migliore in Internet per raggiungere il destinatario del pacchetto.
- 4) Il livello Trasporto si occupa di segmentare i dati da trasmettere, numerarli per poterli ricostruire all'arrivo dove vengono riassemblati e controllare che tutti arrivino a destinazione (i segmenti persi dovranno essere ritrasmessi). Esso si occupa anche di identificare i processi di rete che trasmettono e ricevono i dati (port number).
- 5) Il livello Sessione si occupa di gestire come un'entità unitaria un insieme di trasmissioni di dati tra due dispositivi, ricordando informazioni associate a questo dialogo tra i due dispositivi come una password di accesso o il contenuto del carrello della spesa in una sessione di commercio elettronico.
- 6) Il livello Presentazione si occupa della codifica dei caratteri e anche della crittografia degli stessi.
- 7) Il livello Applicazione si occupa del dialogo con l'utente e produce i dati da trasmettere.

Ad ogni livello si aggiunge un header (=intestazione) contenente informazioni per la spedizione:

- nel transport header c'è il numero del segmento che serve per ricomporre l'intero messaggio quando arriva a destinazione
- nel network header ci sono gli indirizzi IP del mittente e del destinatario (gli indirizzi IP consentono di riconoscere i vari computer della rete Internet)
- nel frame header (livello DataLink) si mettono gli indirizzi della scheda di rete del mittente e del destinatario (indirizzi MAC) che consentono di gestire la spedizione del pacchetto nell'ambito di una LAN (nel caso di trasmissione a distanza tramite linea telefonica o ADSL non ci sono indirizzi MAC)

Con il termine generico PDU = Protocol Data Unit si indica il pacchetto di dati che viene creato e spedito dal protocollo che opera ad un dato livello:

- a livello applicativo il PDU si chiama "**data**" cioè **dati** da trasmettere

- a livello di trasporto il PDU si chiama **"segment"** cioè **"segmento"**
In pratica si tratta di una parte dei dati da spedire con l'aggiunta dell'apposito header
- a livello di rete (network) il PDU si chiama **"packet"** cioè **"pacchetto"** che aggiunge gli indirizzi IP
- a livello data link il PDU si chiama **"frame"**
- infine a livello fisico il frame viene visto come una sequenza di **bit** da spedire attraverso un mezzo trasmissivo

Al livello data link il frame ha un header con gli indirizzi MAC e un trailer (= parte conclusiva) contenente dei bit per effettuare il controllo di parità cioè una verifica dell'integrità del frame stesso! Il controllo di parità di un frame è analogo alla funzione del carattere di controllo del codice fiscale

L'indirizzo della scheda di rete o indirizzo MAC è l'indirizzo fisico del computer che spedisce o riceve il pacchetto: è un indirizzo che ha utilità solo nell'ambito della rete locale.

Le principali funzioni dei livelli TCP/IP corrispondono ai livelli ISO/OSI:

Application = presentare i dati all'utente, codificare i dati e gestire il dialogo con l'utente

Transport = gestisce la comunicazione in rete spezzando un messaggio in segmenti

Network = gestisce l'invio di ciascun singolo pacchetto in rete

Network Access = controlla le funzionalità di trasmissione dati delle schede di rete e dei modem (es.: ADSL)

Per un programmatore di software applicativo, i linguaggi di programmazione mettono a disposizione delle funzioni di connessione in rete (SOCKET) che richiamano le librerie del sistema operativo che svolgono le funzioni del livello Trasporto. Pertanto non ci si deve minimamente preoccupare di segmentazione, affidabilità o altri dettagli della trasmissione dati ma semplicemente di inviare e ricevere dei flussi di dati (stream) da un altro dispositivo in rete.

Dispositivi Hardware che operano ai diversi livelli ISO/OSI:

Schede di rete o NIC (Network Interface Card) (livelli 1 e 2)

Ripetitori di segnale o Repeater (livello 1)

Hub (livello 1)

Switch (livello 2)

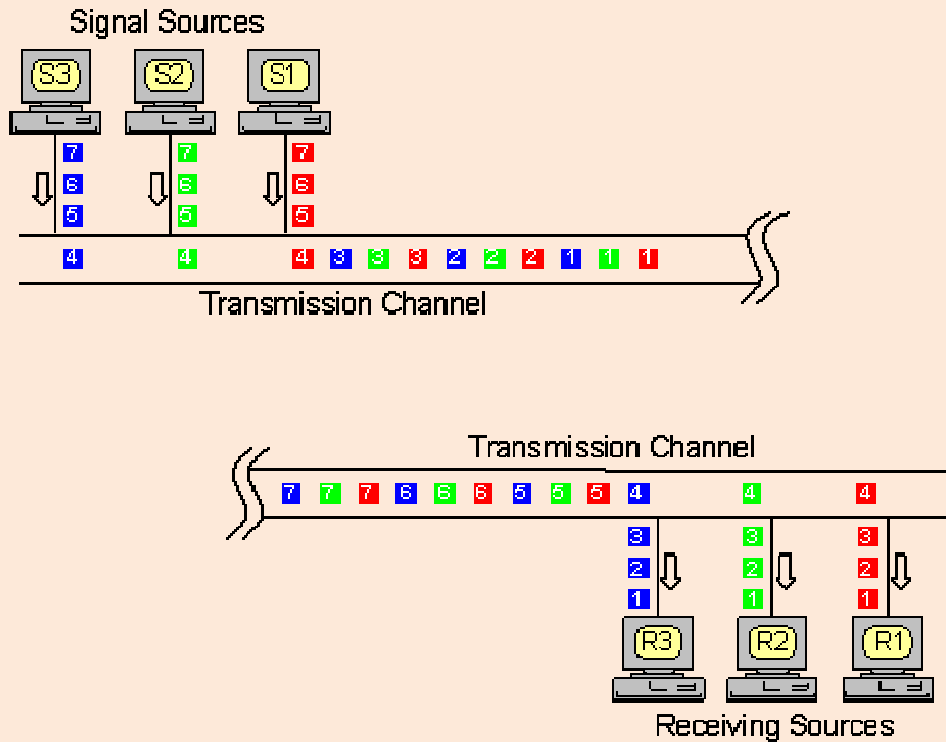
Access Point (livello 2)

Router (livello 3)

Router WiFi (livello 3)

Switch multilayer (livelli 2 e 3)

La trasmissione dei dati in Internet avviene secondo la cosiddetta “**commutazione di pacchetto**” (packet switching), ovvero i dati vengono segmentati in più pacchetti di lunghezza massima 1500 byte. Questa tecnica ha il grosso vantaggio di ottimizzare l’uso dei mezzi trasmissivi di una rete; infatti sullo stesso mezzo trasmissivo possono viaggiare pacchetti di dati di diversa origine e destinazione (multiplexing).



Multiplexing e Demultiplexing (da <http://macao.communications.museum>)

Se non ci fosse un limite alla dimensione dei pacchetti di dati trasmessi si potrebbe avere che una singola trasmissione vada a monopolizzare l’uso di un mezzo trasmissivo anche per tempi lunghi, bloccando tutto il resto del traffico. Inoltre in caso di danneggiamento anche di un singolo bit si dovrebbe ritrasmettere tutto di nuovo!

Se i pacchetti fossero troppo piccoli si avrebbe una inefficienza nell’uso della capacità trasmissiva della rete in quanto i dati utili trasmessi sarebbero pochi in proporzione ai dati di servizio della trasmissione contenuti nei diversi header.

Indirizzamento in Rete

Come si fa ad identificare il mittente e il destinatario di una trasmissione di dati in una rete?

si assegna a ciascun soggetto della rete (pc, router, switch, ...) un identificatore o meglio un INDIRIZZO (address)

In realtà la trasmissione dei dati è un problema che è stato suddiviso in più livelli (layer) quindi a ciascun livello si utilizza un tipo diverso di indirizzi!

Al livello più basso, cioè al livello fisico (livello 1 OSI) o meglio al livello data link (livello 2 OSI) le singole schede di rete dei pc hanno un indirizzo fisico impresso dal costruttore, che è unico a livello mondiale, che si chiama Indirizzo MAC.

Si tratta di una sequenza di numeri esadecimale come ad esempio 12:34:56:AA:BB:CC

Gli indirizzi MAC vengono usati per la trasmissione dei dati a livello di rete locale.

A livello network (livello 3 OSI) si usano gli indirizzi IP che vengono assegnati ai pc e a ciascuna porta dei router della rete Internet.

Gli indirizzi IP devono essere unici a livello mondiale perché essi vengono utilizzati per la trasmissione di dati tra due computer della rete Internet.

Un indirizzo IP è fatto di 4 byte, ovvero 4 numeri separati da un punto
es.: 176.33.1.10

L'unicità degli indirizzi IP è garantita da un ente internazionale che sovrintende alla "vendita" degli stessi.

Gli indirizzi IP vengono assegnati opportunamente da un tecnico.

A livello di trasporto (livello 4 OSI) si devono identificare i singoli programmi che lavorano in un computer.

Si utilizza un numero intero da 1 a 65535 che identifica ciascun singolo programma in esecuzione e si chiama "port number" o numero di porta esempio: ai server web di solito si assegna il numero 80 ad un browser web viene assegnato un numero di porta a cura del sistema operativo nel momento dell'esecuzione del programma (es. 45001): tale numero non è fisso, ma è scelto di volta in volta dal sistema operativo in base a quali porte sono in quel momento libere.

Quindi per indirizzare in modo univoco un programma che si trova in un computer della rete Internet occorre l'indirizzo IP del computer + il numero di porta del programma
ad esempio: <http://176.33.1.10:80>
contraddistingue il server web del pc 176.33.1.10

Anticipazione su alcuni tipi di cavo usati nelle LAN Ethernet:

- cavo UTP diritto === STRAIGHT-THROUGH CABLE
collega un pc con uno switch

- cavo UTP incrociato =x= CROSSOVER CABLE
collega un pc con un altro pc
collega un router con un altro router
collega un pc con un router

Internet Standards

Diverse organizzazioni si occupano degli standard di Internet:

IETF (Internet Engineering Task Force) che si occupa di ricevere, analizzare e approvare le proposte di protocolli per la rete Internet. I documenti con cui vengono effettuate queste proposte sono chiamati RFC (Request for Comments).

IANA (Internet Assigned Numbers Authority) che si occupa dell'assegnazione degli indirizzi IP e dei nomi di dominio. IANA è una emanazione dell'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). In Italia la delega è data alla Registration Authority gestita dal CNR di Pisa.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) che si occupa, tra le altre cose, della standardizzazione delle reti locali. Si pensi ad esempio allo standard Ethernet IEEE 802.3 e agli standard del wifi come IEEE 802.11n.

EIA/TIA (Electronic Industries Alliance / Telecommunications Industry Association) che si occupa della standardizzazione del cablaggio strutturato delle reti aziendali.

ITU (International Telecommunications Union) che si occupa della standardizzazione delle telecomunicazioni e delle reti geografiche.

Quesiti di riepilogo sul modello TCP/IP

- 1) a quale livello ci si accorge se un "pacchetto" arriva integro oppure danneggiato?
- 2) a quale livello ci si accorge se manca un pacchetto?
- 3) a quale livello si decide in quanti pacchetti segmentare i dati?
- 4) a quale livello ci si occupa di riassemblare i pacchetti?
- 5) a quale livello operano i router per decidere su quale percorso indirizzare un pacchetto?
- 6) a quale livello opera la scheda di rete per spedire un pacchetto?
- 7) a quale livello opera un modem ADSL per spedire un pacchetto?
- 8) a quale livello opera un firewall per decidere se bloccare l'instradamento di un pacchetto?
- 9) un router si deve preoccupare di controllare la numerazione dei pacchetti in transito?
- 10) una scheda di rete si deve preoccupare di riassemblare i pacchetti arrivati da un certo mittente?

11) un programma di posta elettronica si deve preoccupare di segmentare un messaggio in più parti per la spedizione?

12) un browser web si deve preoccupare di conoscere la codifica dei caratteri di una pagina web?

13) un access point wi-fi si deve preoccupare della numerazione dei pacchetti che riceve?

14) un access point wi-fi si deve preoccupare dell'integrità dei pacchetti che riceve e che deve ritrasmettere?

risposte:

1- al livello network access, grazie ai bit di parità (= data link per il modello OSI)

2- al livello transport, grazie alla numerazione dei pacchetti

3- al livello transport

4- al livello transport

5- al livello internet (= network per il modello OSI)

6- al livello network access (= physical + data link per OSI)

7- al livello network access (= physical + data link per OSI)

8- al livello internet (= network per il modello OSI)

9- no perchè esso opera solo al livello internet, non transport

10- no perchè essa opera solo a livello network access, non a quello transport

11- no perchè esso opera a livello application, non transport

12- si perchè esso opera a livello application, che comprende anche il livello presentation di OSI

13- no perchè opera a livello network access e non transport

14- si perchè opera a livello network access