

1. Introduzione alle reti

La rete è una sorta d'infrastruttura, costituita da un insieme di cavi, apparati elettronici e software, che serve a mettere in comunicazione i sistemi informativi o in senso più generale tutti quegli apparati che dispongono di un'interfaccia di rete.

La struttura delle reti è di tipo gerarchico e al livello più alto si pongono le reti geografiche, denominate WAN (Wide Area Network), esse possono connettere a livello geografico reti metropolitane e locali. Le reti metropolitane, denominate MAN (Metropolitan Area Network) si sviluppano a livello cittadino e presentano caratteristiche simili sia alle LAN, sia alle WAN. Infine le reti locali, denominate LAN (Local Area Network), si sviluppano a livello locale, in particolare trovano applicazione negli edifici e nei comprensori, ovvero in tutte quelle realtà che non richiedono l'attraversamento di suolo pubblico.

Le LAN possono essere connesse ad una MAN o direttamente ad una WAN (caso più frequente). La Figura 1-1 mostra le possibili connessioni tra WAN, MAN e LAN.

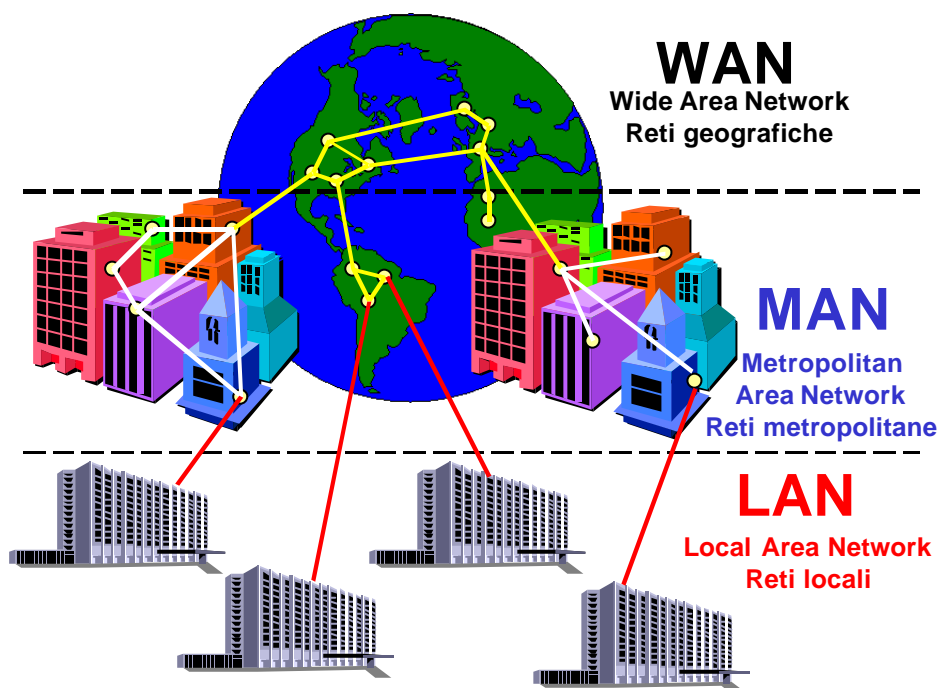


Figura 1-1: Topologia delle reti e loro connessione

1.1 Topologia delle reti

Le reti possono connettere gli apparati di comunicazione con diverse topologie: punto-punto, stella, bus, anello, maglia parziale o completa.

1.1.1 Topologia punto-punto

La topologia punto-punto permette di mettere in comunicazione due singole entità ed è largamente applicata per le connessioni geografiche, un esempio classico è costituito da un'azienda che dispone di due sedi in città diverse ed ha la necessità di connettere le reti locali presenti nei due differenti siti. Un altro esempio di connessione punto-punto esempio è costituito dall'impiego che ne fa il professionista, il quale dispone spesso di un computer in ufficio ed un altro di tipo portatile ed ha la necessità di salvare e

mantenere allineati i dati, via rete, tra i due computer, in questo caso è sufficiente collegare questi tramite un singolo cavo. La Figura 1-2 mostra un esempio di connessione di tipo punto-punto in ambito geografico e la Figura 1-3 mostra la stessa tipologia di connessione in ambito locale.

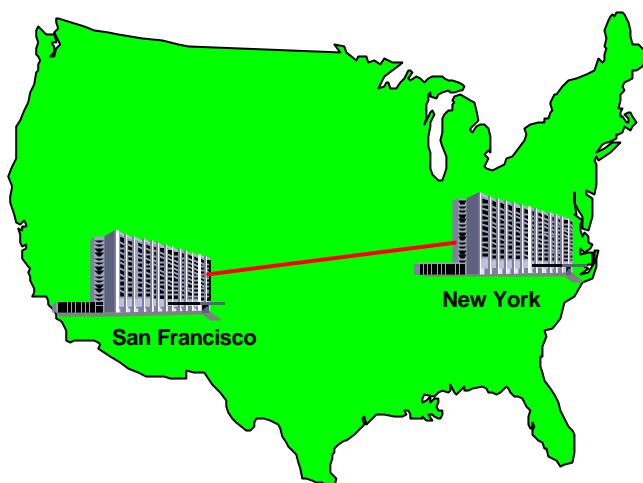


Figura 1-2: Connessione punto-punto in ambito geografico

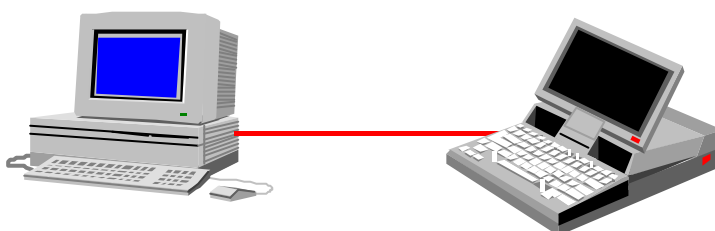


Figura 1-3: Connessione punto-punto in ambito locale

1.1.2 Topologia stellare

La topologia stellare permette di mettere in comunicazione due o più entità partendo da un apparato centrale, essa viene applicata nella gran parte delle reti locali e anche a livello geografico, per connettere ad esempio la sede centrale di un'azienda con le sue sedi remote. La Figura 1-4 mostra un esempio di rete locale con collegamento stellare verso un concentratore e la Figura 1-5 mostra un esempio di connessione stellare tra la sede principale di un'azienda e le sue sedi periferiche.

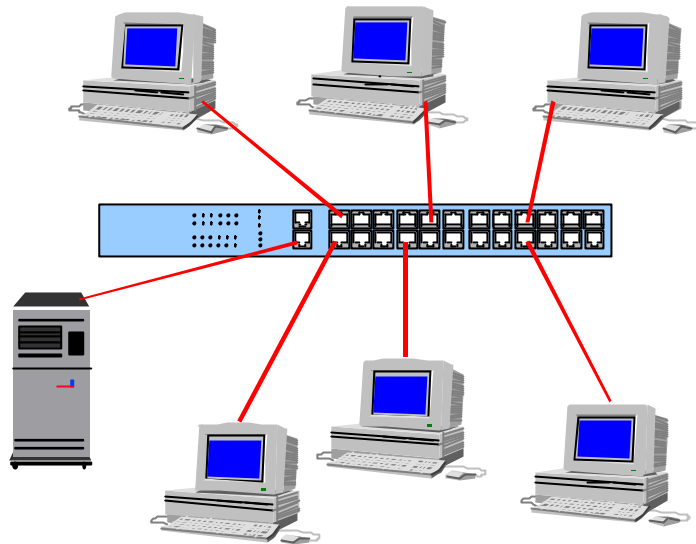


Figura 1-4: LAN con topologia stellare

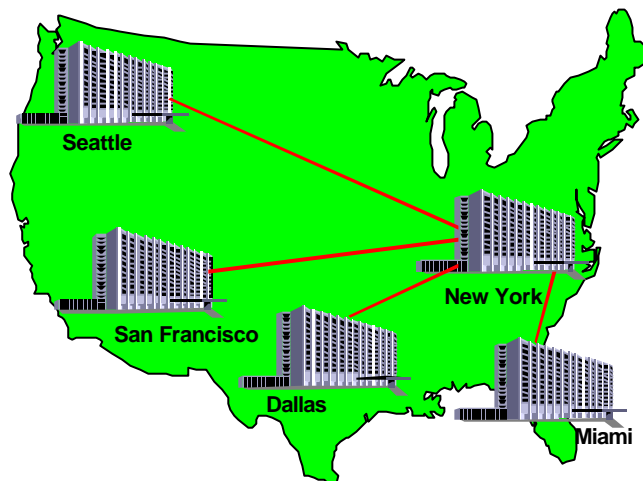


Figura 1-5: WAN con topologia stellare

1.1.3 Topologia a bus

La topologia a bus permette di mettere in comunicazione due o più entità tramite un cavo che fa la funzione di autostrada di comunicazione (bus), essa viene adottata dalla rete locale Ethernet in cui gli apparati possono essere connessi tramite un cavo coassiale. La Figura 1-6 mostra la connessione di apparati in topologia a bus dello rete ethernet.

Un esempio di comunicazione simile al bus è quella umana, in questo caso l'autostrada di comunicazione è costituita dall'aria in cui si propagano le onde sonore e tutte le persone che sono in un'area delimitata possono dialogare tra loro, ovvero possono inviare (parlare) e ricevere (ascoltare) messaggi. La Figura 1-7 mostra l'esempio della comunicazione umana.

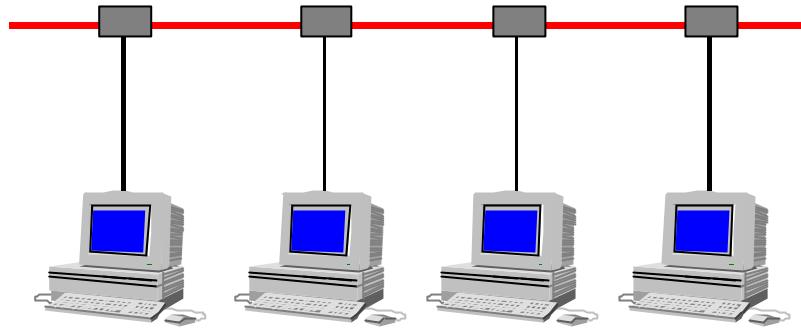


Figura 1-6: LAN con topologia a bus



Figura 1-7: Comunicazione umana

1.1.4 Topologia ad anello

La topologia ad anello permette di mettere in comunicazione due o più entità tramite un sistema di comunicazione chiuso su se stesso, in cui ogni singola entità riceve delle informazioni tramite un elemento di ricezione e le ripete all'entità successiva tramite un elemento di trasmissione.

Prendiamo ad esempio il vecchio gioco di comunicazione tramite l'impiego di due barattoli di latta ed un spago teso, quando una persona parla le onde sonore emesse fanno vibrare le pareti del barattolo e di conseguenza lo spago teso, il quale fa vibrare a sua volta le pareti del barattolo posto all'estremità opposta, in tal modo la persona posta all'estremità opposta può sentire il messaggio (si veda la Figura 1-8). Immaginiamo ora che un certo numero di persone vengano messe in comunicazione con il sistema dei barattoli richiuso ad anello su se stesso e supponiamo queste che facciano il gioco del passa-parola, in questo caso qualunque messaggio inviato da uno dei partecipanti al gioco verrà ricevuto e ripetuto da tutti al successivo partecipante (si veda la Figura 1-9).

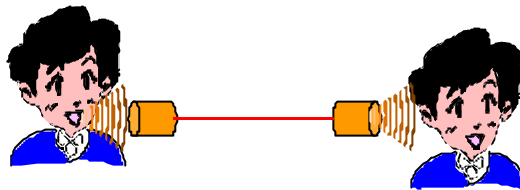


Figura 1-8: Gioco di comunicazione coi barattoli

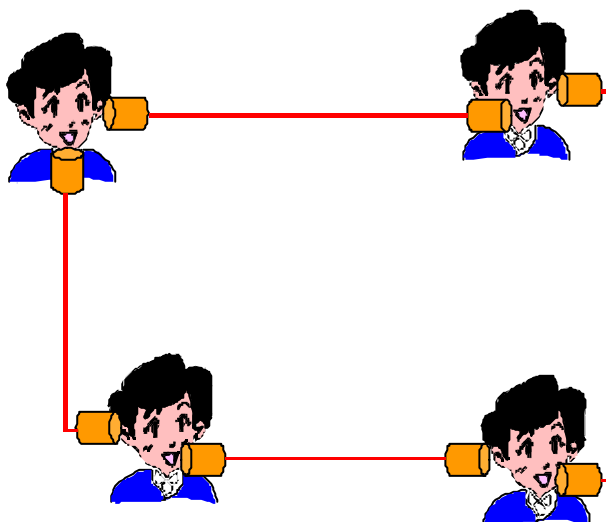


Figura 1-9: Gioco del passa-parola con comunicazione tramite rete di barattoli ad anello

Nella rete con topologia ad anello ogni apparato è connesso con il precedente (Ring-IN), da cui può ricevere delle informazioni, e con il successivo (Ring-OUT) a cui ripete le informazioni ricevute (si veda la Figura 1-10).

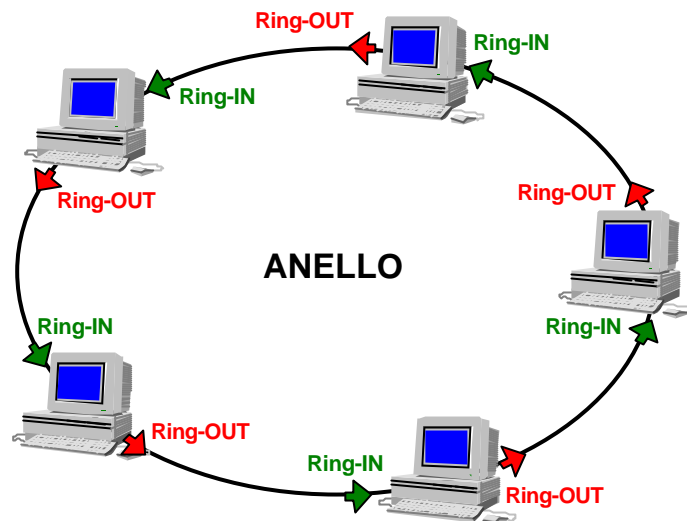


Figura 1-10: Computer connessi ad anello

1.1.5 Topologia a maglia parziale o completa

La topologia a maglia permette di mettere in comunicazione tre o più entità tramite un sistema di comunicazione che presenta diversi percorsi per raggiungere l'entità finale. Una singola maglia può connettere almeno tre entità in modalità ridondata e potrebbe sembrare un anello, ma a differenza di questo ogni entità può comunicare nei due sensi (trasmissione e ricezione) con un'altra entità direttamente connessa. La Figura 1-11 mostra una maglia a triangolo che connette tre computer.

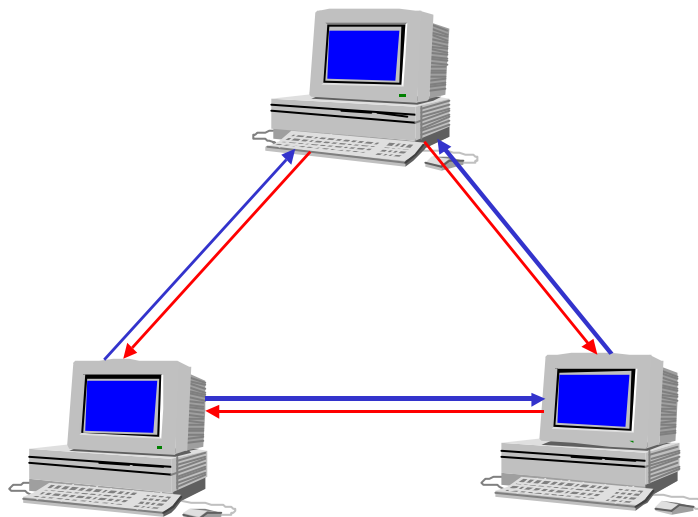


Figura 1-11: Maglia di tre computer

Quando si connettono varie entità si possono realizzare due tipologie differenti: la maglia parziale e quella completa.

Nella topologia a maglia parziale le entità sono connesse con altre e formano un insieme che presenta più di un percorso per raggiungere un'entità di destinazione. Questa topologia è impiegata sovente nelle reti

geografiche dove è richiesta un'elevata affidabilità. La Figura 1-12 mostra una rete a maglia parziale che collega sette computer.

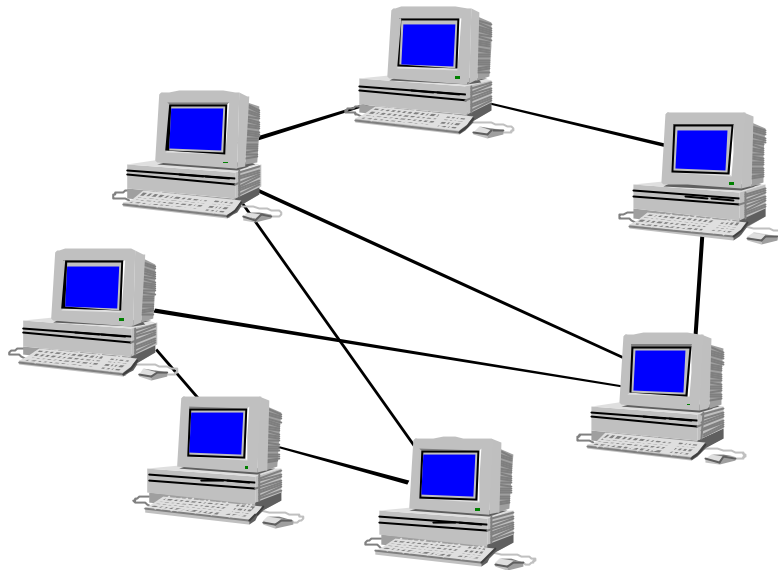


Figura 1-12: Rete di computer a maglia parziale

Nella topologia a maglia completa ogni entità è connessa con tutte le altre. Questa topologia è impiegata raramente in quanto è troppo costosa. La Figura 1-13 mostra una rete a maglia completa che collega sette computer.

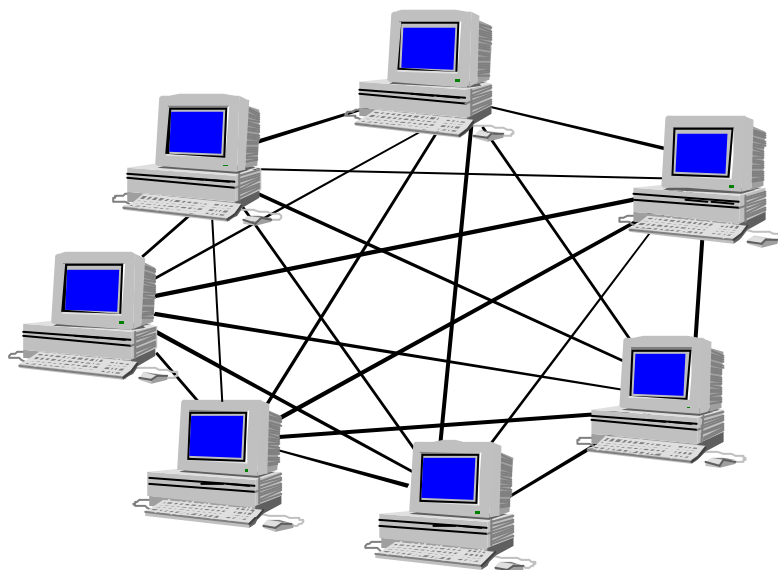


Figura 1-13: Rete di computer a maglia completa

1.2 Tipi di comunicazione

In generale nelle reti si possono avere due tipi di comunicazione:

1. Di tipo connesso detto anche Connection-Oriented
2. Di tipo non connesso detto anche Connection-Less

La comunicazione di tipo connesso è molto simile alla telefonata (si veda la Figura 1-14) nella quale si stabilisce una sorta di filo virtuale che collega gli apparati telefonici posti alle due estremità.

Le fasi di una telefonata sono pressappoco le seguenti:

- apertura della chiamata, in cui si compone il numero telefonico dell'utente con cui si vuole comunicare;
- comunicazione telefonica tra gli utenti;
- chiusura della chiamata che avviene nel momento in cui uno dei due utenti ripone la cornetta del telefono.

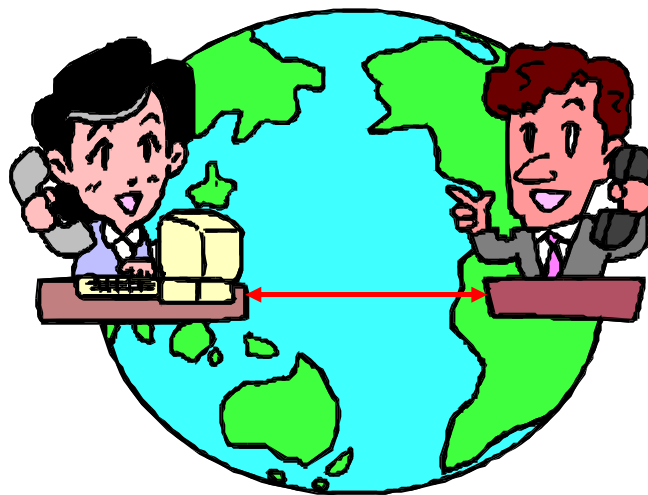


Figura 1-14: Chiamata telefonica (comunicazione di tipo connesso)

La comunicazione di tipo connesso tra due computer prevede le seguenti fasi:

- Nella fase iniziale il computer indica in modo esplicito l'identificativo dell'altro computer con cui vuole comunicare (apertura della connessione).
- Si stabilisce una sorta di filo virtuale a cui viene assegnato un identificativo di connessione (Connection ID), a questo punto è stata stabilita la connessione tra le due entità.
- I due computer comunicano quindi i dati senza indicare più l'identificativo del destinatario. Durante questa fase viene effettuato un controllo per garantire che tutti i dati previsti siano stati ricevuti nella sequenza corretta.
- L'operazione termina con l'abbattimento della connessione

Nella comunicazione di tipo non connesso tra due computer ogni messaggio inviato contiene l'identificativo del destinatario. Il computer trasmittente non si assicura che il destinatario sia presente, invia semplicemente un messaggio e non effettua verifiche sull'avvenuta corretta ricezione di esso. Se il computer destinatario riceve correttamente il messaggio può rispondere al mittente, altrimenti non ci sarà alcuna risposta. Questo sistema di comunicazione non prevede dei controlli sull'avvenuta ricezione dei messaggi da parte del computer trasmittente.

Per capire meglio la comunicazione di tipo non connesso possiamo prendere come esempio gli annunci radio (si veda la Figura 1-15), questi vengono trasmessi indicando in ognuno di essi il destinatario del messaggio, il quale lo riceve soltanto se ha l'apparecchio radiofonico acceso e sintonizzato sulla frequenza corretta. Il conduttore della trasmissione radiofonica non ha nessuna informazione di conferma di ricezione del messaggio da parte degli ascoltatori.

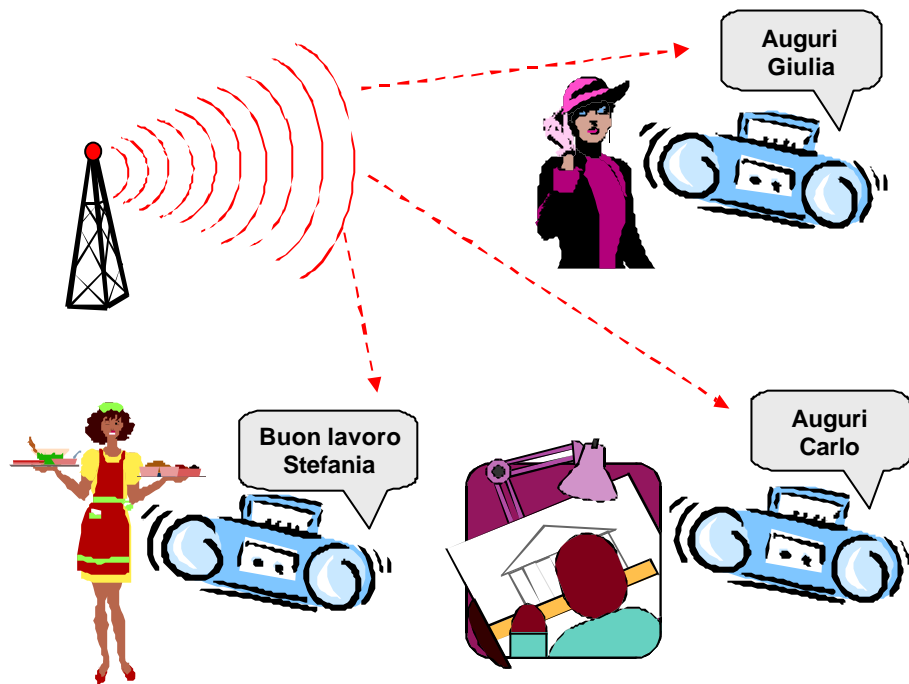


Figura 1-15: Comunicazione di tipo non connesso

La comunicazione di tipo connesso è estremamente affidabile e presenta dei vantaggi in termini di sicurezza della corretta ricezione dei messaggi da parte del destinatario, ma per ottenere questo livello di affidabilità sono necessari diversi meccanismi di controllo che possono rallentare la comunicazione stessa.

La comunicazione di tipo non connesso è molto snella perché non effettua controlli, ma necessita di mezzi trasmissivi fisici ed elettronici ad altissima affidabilità in cui la probabilità di errori trasmissione e ricezione sia tendente a zero.

1.3 Architettura delle reti a livelli e riferimento ISO/OSI

I computer comunicano generalmente in rete attraverso degli apparati di concentrazione a cui vengono connessi tramite varie tipologie di cavi. Per garantire funzionalità e caratteristiche omogenee tra i vari produttori sono stati definiti diversi standard, lo scopo di questi consiste nel fornire una dettagliata serie di specifiche che garantiscono l'interoperabilità tra i prodotti.

I produttori di apparati di rete, che sono presenti in vari comitati di standardizzazione, hanno strutturato le specifiche di progetto per strati o livelli denominati layer. Questa scelta permette di definire delle specifiche in modalità indipendente avendo l'unica accortezza di interfacciare i layer in modo da realizzare un'unica pila di specifiche o, per usare un termine più figurato, realizzare una sorta di mosaico con dei perfetti incastri tra le parti che lo compongono.

Si potrebbe dire che strutturando le specifiche delle reti per layer si ottengono dei vantaggi simili alla tecnica impiegata dai produttori di automobili in cui, ad esempio, la vettura viene scomposta in vari tipi di insiemi (motore, pianale, selleria ecc.) per ridurre il tempo di progettazione di un nuovo modello, in quanto lo stesso insieme può venire impiegato su vetture differenti. Nel caso delle reti vengono utilizzate specifiche sviluppate in un particolare standard e riutilizzate in parte (layer o sublayer) da uno nuovo standard.

Negli anni 80' il comitato internazionale ISO/OSI definì un modello di riferimento per le reti strutturato su sette livelli: fisico, data link, rete, trasporto, sessione, presentazione e applicazione (si veda la Figura 1-16). Tale modello prende il nome di *pila ISO/OSI*.



Figura 1-16: Il modello di riferimento ISO/OSI

Per ogni livello, ad eccezione del primo, viene adottato in genere un protocollo per trasferire i dati ai livelli adiacenti. Il protocollo è una sorta di regole predefinite che servono per comunicare o trasferire dei dati. Un'apparecchiatura o computer che realizzi tutti o parte dei livelli ISO/OSI dispone di tante porzioni di programmi software, quanti sono i livelli, che realizzano le specifiche in essi contenute, ad eccezione del livello fisico.

1.3.1 Il livello fisico

Il livello fisico, identificato con il numero 1, definisce le seguenti specifiche:

1. caratteristiche di cavi, prese e connettori;
2. codifiche impiegate per la trasmissione delle sequenze binarie relative ai dati;
3. tipologia dei segnali elettrici e ottici;
4. caratteristiche dell'elettronica di trasmissione e ricezione.

La Figura 1-17 mostra indicativamente le specifiche di livello fisico.

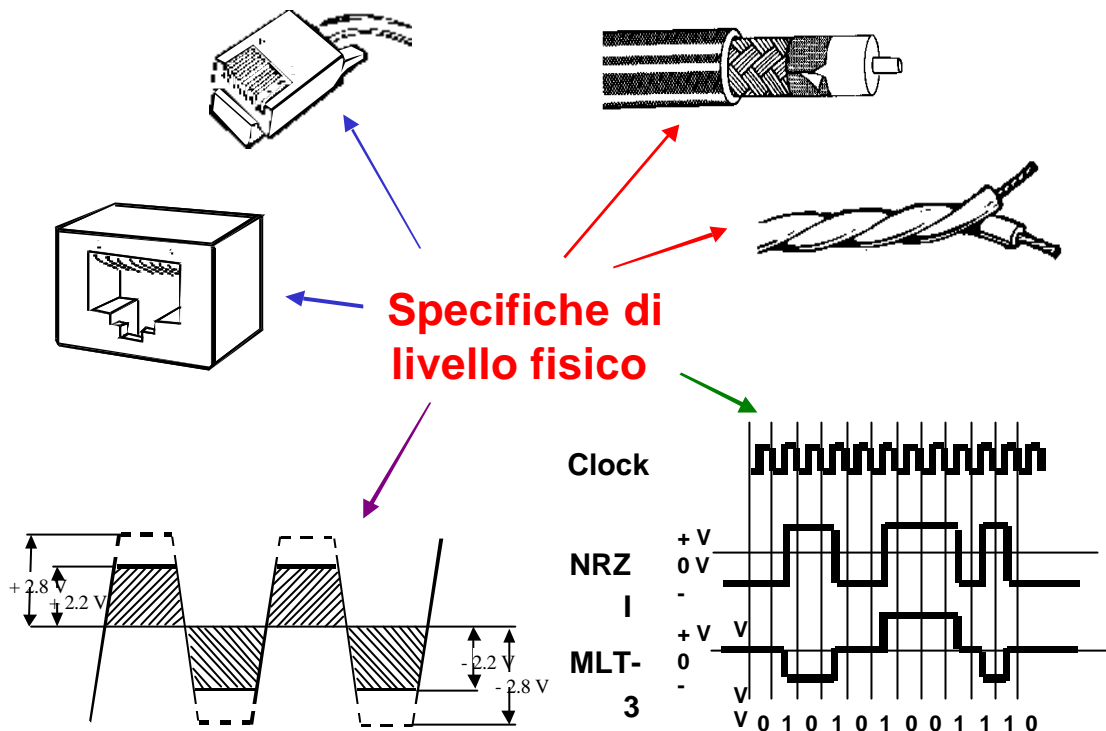


Figura 1-17: Specifiche del livello fisico

1.3.2 Il livello data link

Il livello data link, identificato con il numero 2, definisce quanto segue:

1. la metodologia di comunicazione tra le entità;
2. le specifiche necessarie a garantire una trasmissione sufficientemente affidabile;
3. la tecnica per verificare la presenza di errori di comunicazione;
4. nelle LAN stabilisce la metodologia per contenere il mezzo trasmissivo.

Questo livello comprende, in particolare, una serie di specifiche che servono a determinare come indicare l'entità a cui si vuole inviare un messaggio, quali regole utilizzare per far comunicare due o più entità garantendo un elevato livello di affidabilità. Le interfacce di rete inserite nei computer dispongono di un numero cablato, quindi non modificabile, univoco in tutto il mondo che viene impiegato per indicare l'entità a cui si vuole inviare un messaggio. Questo particolare numero viene considerato dagli standard come indirizzo di livello 2 o MAC.

Anche nella comunicazione umana si possono adottare delle regole che presentano molte analogie con le specifiche del livello data link delle reti.

Prendiamo come esempio un'importante riunione di lavoro in cui vengono adottate le seguenti regole per servono per garantire una discussione equilibrata tra tutti i partecipanti (si veda la Figura 1-18):

1. si elegge un moderatore che ha il compito di dare o togliere la parola ai partecipanti e di garantire una discussione ed un confronto nei limiti della buona educazione;
2. chi vuole parlare o intervenire su determinati argomenti chiede la parola alzando la mano destra;
3. ad ogni intervento viene concesso un tempo massimo di 5 minuti.



Figura 1-18: Riunione di lavoro

Le specifiche delle reti locali fanno riferimento ai livelli 1 e 2 della pila ISO/OSI.

1.3.3 Il livello di rete

L'identificazione del computer tramite il numero cablato nell'interfaccia di rete in esso inserita può essere troppo limitativa e viene comunque impiegata solo localmente nella comunicazione in rete locale. Per ottenere un'identificazione più completa ed efficiente al computer viene assegnato anche un identificativo logico, dal gestore di rete, che è tipicamente un numero di una determinata lunghezza. Questo particolare numero viene considerato dagli standard come indirizzo di livello 3. A questo punto possiamo dire che un computer viene identificato in due modi:

1. tramite il numero cablato nell'interfaccia di rete, denominato indirizzo di livello 2;
2. tramite il numero logico assegnato dal gestore della rete, denominato indirizzo di livello 3.

La comunicazione in rete locale utilizza l'indirizzo di livello 2, mentre la comunicazione in ambito geografico utilizza l'indirizzo di livello 3.

Le specifiche del livello di rete definiscono quanto segue :

1. la tipologia degli indirizzi di livello 3 e la metodologia di assegnazione di questi;
2. le caratteristiche della comunicazione di questo livello;
3. la scelta del cammino migliore, o di un cammino alternativo a questo in caso di guasto, per raggiungere il destinatario del messaggio, in un contesto di rete a maglia parziale o completa.

Prendiamo come esempio un turista che vuole fare un viaggio nelle principali città europee (si veda la Figura 1-19), queste sono identificate con un nome ed hanno una determinata ubicazione geografica. Il turista in base alle destinazioni da raggiungere sceglierà la strada migliore per raggiungere una determinata città partendo da quella in cui si trova e in caso di interruzione di una strada per lavori in corso sceglierà un percorso alternativo.

I criteri di scelta del miglior cammino potrebbero essere i seguenti:

- la strada più breve per raggiungere la città di destinazione;
- il percorso che presenta meno imprevisti;
- il percorso più panoramico.

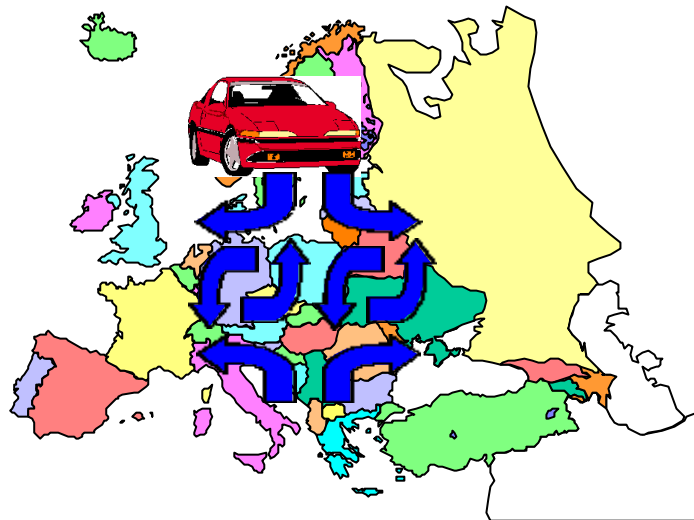


Figura 1-19: Percorso di viaggio

1.3.4 Il livello di trasporto

Il livello di trasporto, identificato con il numero 4, definisce una serie di specifiche che servono per garantire la corretta consegna del messaggio al destinatario, adattandosi alle caratteristiche della rete di comunicazione. In particolare, a questo livello, vengono definite le seguenti specifiche:

- la modalità di adattamento del messaggio da trasmettere alle caratteristiche della rete attraverso delle tecniche di frammentazione del messaggio in fase di trasmissione e riassettaggio del messaggio in fase di ricezione;
- il controllo della corretta ricezione e sequenza dei messaggi e l'eventuale richiesta di ritrasmissione dei messaggi persi; questo tipo di controllo viene denominato *Flow-Control*.

Prendiamo come esempio un trasportatore che deve effettuare delle consegne di pacchi (si veda la Figura 1-20). Ad ogni consegna si fa firmare una ricevuta dal destinatario che serve per garantire al mittente la corretta ricezione della merce.

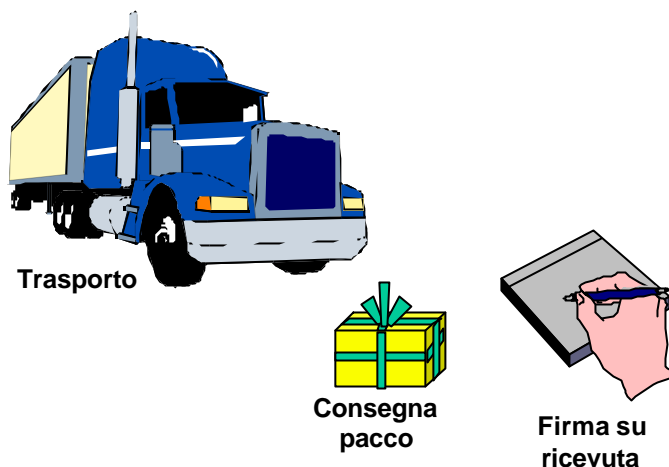


Figura 1-20: Trasporto e consegna pacco

1.3.5 I livelli di sessione e presentazione

Questi due livelli di specifiche vengono spesso ignorati da molti protocolli di comunicazione che passano direttamente dal livello 4 a quello applicativo, ad eccezione del protocollo OSI che oggi è quasi totalmente abbandonato.

In particolare il livello di sessione, indicato anche con il numero 5, definisce delle specifiche che riguardano l'organizzazione del dialogo tra due programmi applicativi.

Il livello di presentazione, indicato anche con il numero 6, definisce la sintassi dell'informazione da trasferire e la metodologia di codificare i dati.

1.3.6 Il livello applicativo

Il livello applicativo definisce una serie di specifiche che servono per realizzare i programmi applicativi che operano in rete, come ad esempio: la posta elettronica, il trasferimento di file tra computer (file transfer), la navigazione in Internet ecc.

Prendiamo come esempio il trasferimento di file tra due computer in rete e vediamo alcune degli aspetti importanti che devono essere previsti nel programma applicativo:

1. Il programma definisce i comandi che l'operatore deve digitare per trasferire il file ad un altro computer. In genere viene anche prevista una finestra informativa che visualizza sul monitor lo stato del trasferimento del file.
2. Bisogna stabilire le modalità di connessione con il computer al quale si vuole trasferire un file. Per avere la garanzia della consegna del file si adotta in genere una comunicazione di tipo Connection Oriented.
3. Bisogna indicare al computer destinatario la dimensione del file in modo che questo possa verificare se ha sufficiente spazio vuoto sul disco. Quindi il computer destinatario deve riservare lo spazio su disco che serve per registrare il file.

4. In certi casi il computer trasmittente indica al ricevente la tipologia del file (testo, binario, eseguibile ecc.).
5. Si deve prevedere un meccanismo che informi il computer destinatario della fine del trasferimento del file.
6. Infine è necessario chiudere la connessione tra i computer

La Figura 1-21 visualizza la finestra di uno dei programmi di FTP che significa: *File Transfer Protocol*. Questo programma serve per trasferire un file da o verso un server.

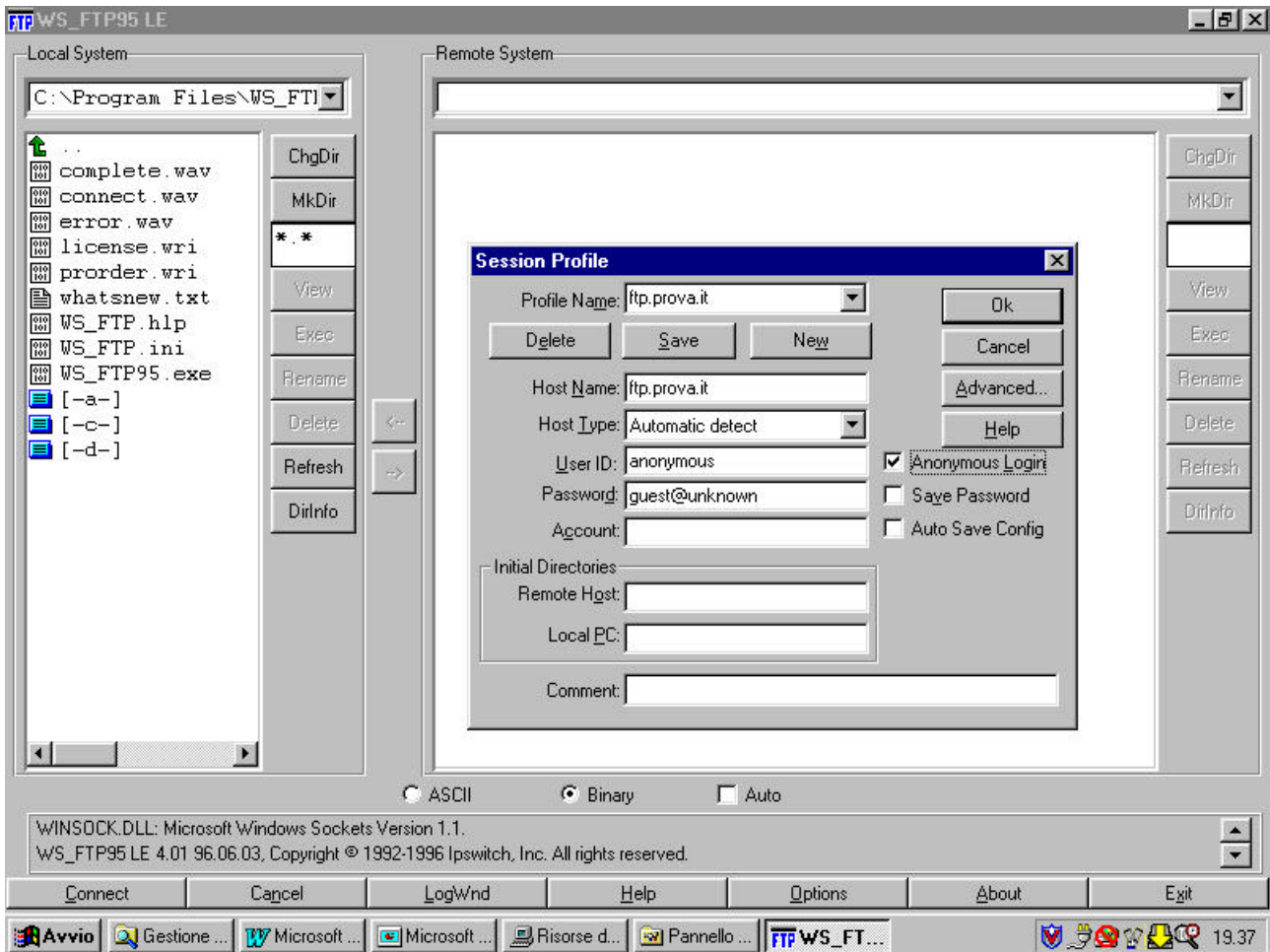


Figura 1-21: Finestra di un programma di File Transfer

1.4 Il progetto IEEE 802

Con la comparsa delle prime reti locali il comitato IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), che produce standard in vari settori, ha sviluppato un grande progetto denominato 802 che include tutte le specifiche ad esse riferite. Le specifiche IEEE 802 interessano i primi due livelli della pila ISO/OSI, si veda la Figura 1-22.

Il sotto-comitato che segue il progetto 802 ha definito la rete locale o LAN nel seguente modo:

La LAN è un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro entro un'area delimitata utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso di errore.

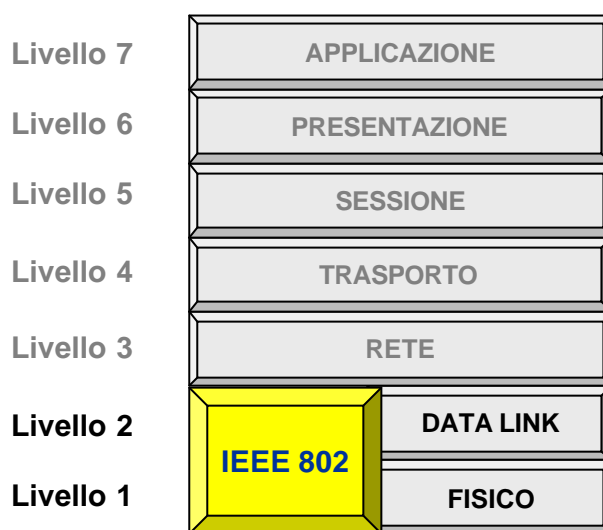


Figura 1-22: IEEE 802 e pila ISO/OSI

Il gruppo di lavoro 802 ha suddiviso il livello data link in due sotto-livelli denominati rispettivamente LLC (Logical Link Control) e MAC (Media Access Control), si veda la Figura 1-23.

Il sotto-livello LLC contiene delle specifiche comuni a tutte le reti locali ed il suo scopo è quello di fornire un'interfaccia unificata per trasferire i dati al livello network. In particolare contiene i codici protocollo che sono particolarmente utili nelle apparecchiature multiprotocollo per determinare a quale porzione di software devono essere consegnati i dati ricevuti.

Per ogni tipologia di rete locale viene sviluppato uno standard che contiene sia le specifiche del sotto-livello MAC, sia quelle del livello fisico.

Il sotto-livello MAC definisce la metodologia per identificare le apparecchiature e per ogni tipo di rete locale definisce il modo di contenere il mezzo trasmissivo. Infine il livello fisico definisce le specifiche di cavi, prese, connettori ed elettronica di trasmissione e ricezione indipendentemente dal tipo di MAC.

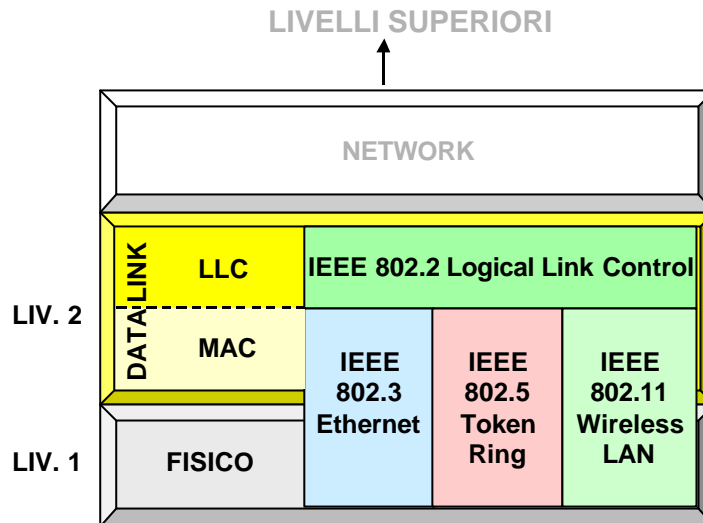


Figura 1-23: IEEE 802 e livelli LLC, MAC, fisico

Il sotto-livello MAC realizza sempre una comunicazione di tipo broadcast e Connection-Less. In pratica significa che il messaggio trasmesso da un'apparecchiatura viene ricevuto da tutte le altre presenti in rete, ogni messaggio deve contenere l'identificativo del destinatario il quale non invia mai al mittente la conferma della corretta ricezione in quanto questo compito è demandato al livello 4. Infine il destinatario del messaggio verifica se questo contiene degli errori e in caso affermativo scarta il messaggio ricevuto.

Partiamo dal programma applicativo e vediamo, per sommi capi, cosa avviene nella trasmissione di un messaggio :

1. Il programma applicativo sceglie il protocollo di comunicazione.
2. Consulta una tabellina interna che contiene la corrispondenza tra il nome del computer destinatario e l'identificativo logico denominato *indirizzo* di livello 3; questo è di fatto un numero di una determinata lunghezza.
3. Il messaggio viene passato dal livello applicativo a quello di trasporto che lo struttura in modo opportuno per essere trasferito e si dispone per effettuare dei controlli sulla corretta ricezione da parte del destinatario; viene quindi aggiunta un'intestazione, denominata anche *Header* o busta, al messaggio originario ricevuto dal programma applicativo. Quest'intestazione contiene una serie di informazioni che vengono utilizzate per effettuare dei controlli sulla corretta comunicazione.
4. Il messaggio viene poi passato al livello network dove viene inserita un'ulteriore intestazione che contiene l'indirizzo di livello 3 del destinatario e quello del mittente.
5. Successivamente il messaggio viene passato al sotto-livello data link che inserisce il codice del protocollo scelto nell'intestazione 802.2 ed infine il livello MAC inserisce gli indirizzi di livello 2 del destinatario e del mittente per poter trasmettere il messaggio in rete locale e gestisce la contesa del mezzo trasmissivo.
6. A questo punto il livello fisico trasmette il messaggio in rete locale

In fase di trasmissione il messaggio parte dal livello applicativo e viene man mano passato ai livelli inferiori, ad ognuno di questi passaggi gli viene aggiunta un'intestazione o busta che contiene delle informazioni utili alla corretta comunicazione.

Al contrario, in fase di ricezione, il messaggio ricevuto a livello fisico viene man mano passato ai livelli superiori e in ognuno di questi passaggi viene spogliato dell'intestazione tipica del precedente livello.

Partiamo dalla ricezione del messaggio a livello fisico e vediamo, per sommi capi, cosa avviene successivamente:

1. Il sotto-livello MAC controlla l'indirizzo di destinazione di livello 2 per verificare se l'apparecchiatura è la destinataria del messaggio, in caso negativo lo scarta. A questo punto rimuove l'intestazione MAC.
2. Il messaggio viene passato al sotto-livello LLC, questo controlla il codice del protocollo di livello 3, rimuove l'intestazione LLC e passa il messaggio al software che gestisce quel particolare protocollo.
3. Il livello 3 controlla l'indirizzo di destinazione di livello 3, rimuove l'intestazione di livello 3 e passa il messaggio al livello 4.
4. Il livello 4 effettua dei controlli sull'intestazione del suo livello e se non riscontra problemi di comunicazione invia al mittente un messaggio di conferma, rimuove quindi l'intestazione di livello 4 e passa il messaggio al programma applicativo.

1.4.1 Tipologia della trama delle reti locali

I messaggi o pacchetti dati che vengono trasmessi nelle reti locali sono strutturati secondo una particolare trama comune a tutte le reti locali, si veda la Figura 1-24.

Prima della trama vera e propria c'è una particolare sequenza binaria, denominata in genere *preambolo*, che serve per sincronizzare il clock della stazione ricevente con quello della trasmittente. La perfetta sincronizzazione dei clock è importante perché garantisce la corretta decodifica binaria, in pratica serve per riconoscere i bit con valore zero o uno.

In testa alla trama c'è il campo *Destination* che contiene l'indirizzo di livello 2, o più precisamente di livello MAC, dell'interfaccia di rete destinataria del messaggio. Il campo successivo è quello *Source* che contiene l'indirizzo MAC dell'interfaccia mittente che è quella che trasmette il messaggio. Al fondo della trama troviamo il campo FCS che serve per controllare la presenza di errori. Infine c'è un separatore di trama che serve per delimitare trame consecutive.

L'interfaccia trasmittente calcola tutti i byte che deve trasmettere secondo un particolare algoritmo denominato CRC 32, in quanto impiega 32 bit, questo produce un numero univoco il quale viene inserito nel campo FCS. L'interfaccia ricevente calcola con il medesimo algoritmo i byte ricevuti e confronta il numero che ottiene dal calcolo con quello contenuto nel campo FCS. Se i due numeri sono uguali significa che il messaggio ricevuto non contiene errori, se i due numeri sono differenti significa che il messaggio contiene degli errori e viene quindi scartato.

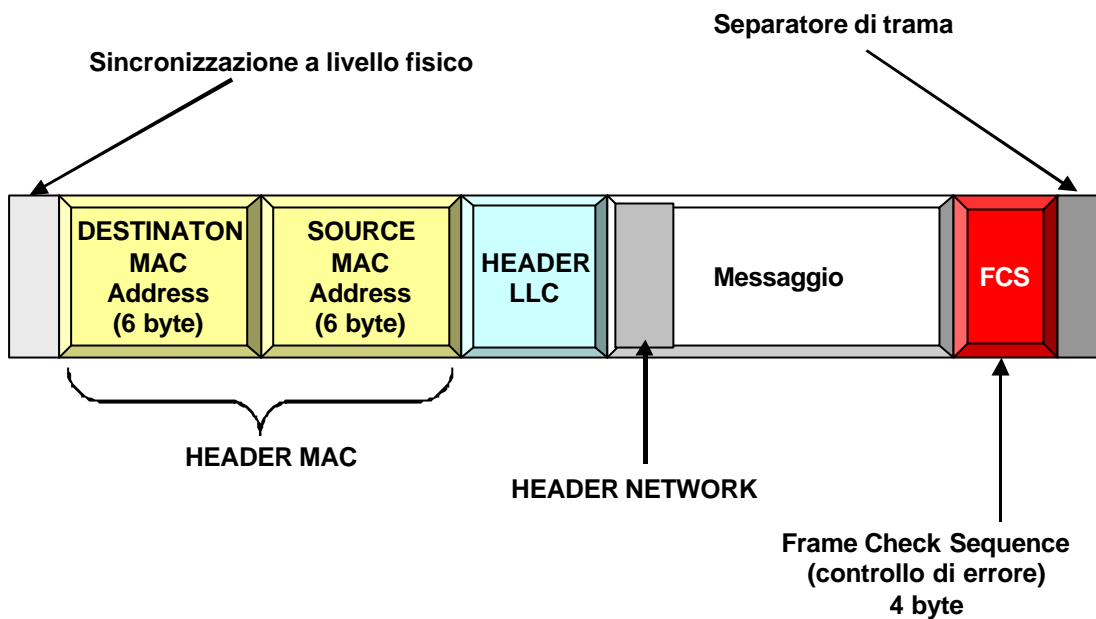


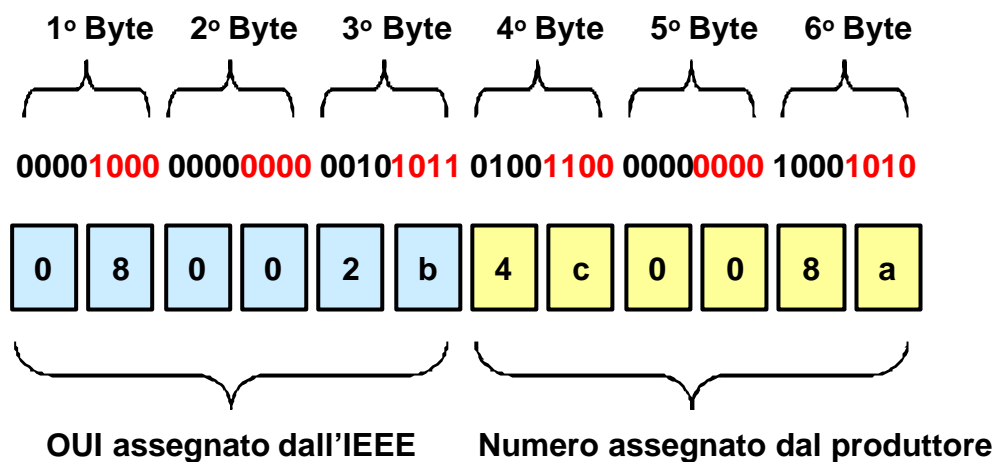
Figura 1-24: Trama generica 802

1.4.2 Gli indirizzi MAC

Ogni interfaccia di rete è dotata di un indirizzo cablato univoco in tutto il mondo che prende il nome di indirizzo MAC e viene utilizzato solamente nella comunicazione in rete locale. Tale indirizzo viene a volte genericamente indicato di livello 2, ma sarebbe più preciso e corretto chiamarlo indirizzo MAC.

Gli indirizzi MAC sono costituiti da un numero della lunghezza di sei byte che viene scritto come una sequenza di sei coppie di cifre esadecimali, si veda la Figura 1-25.

I primi tre byte, quelli meno significativi, vengono assegnati dall'IEEE ed assumono il nome di *OUI*, che significa Organisation Unique Identifier, ed indicano il numero assegnato al produttore o all'organizzazione. I tre byte più significativi vengono assegnati dal produttore stesso il quale ha il compito e la responsabilità di adottare numeri progressivi per ogni apparato che produce. Qualora un produttore consumi tutte le possibili combinazioni numeriche dei tre byte a sua disposizione può richiedere all'IEEE un nuovo OUI, denominato anche lotto di indirizzi.

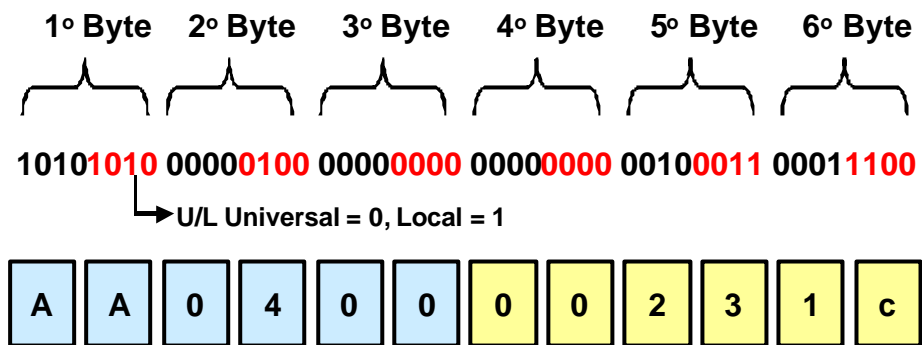


08-00-2b-4c-00-8a

Figura 1-25: Indirizzo MAC

In genere per la comunicazione in rete locale si adottano gli indirizzi MAC cablati nelle interfacce, ma in alcuni casi, come in quello del protocollo Decnet della Digital, si adotta un indirizzo MAC amministrato localmente. Quando il secondo bit meno significativo del primo byte dell'indirizzo MAC ha valore zero indica che esso è di tipo universale e corrisponde a quello cablato nell'interfaccia di rete, quando invece assume valore uno indica che l'indirizzo MAC viene amministrato localmente, quindi viene assegnato dal gestore di rete. La Figura 1-26 mostra un tipico indirizzo Decnet amministrato localmente.

Le interfacce di rete dispongono di una memoria ROM che contiene l'indirizzo MAC universale cablato e di una memoria RAM dove si può registrare un indirizzo di tipo locale, un deviatore elettronico abilita l'impiego di uno dei due tipi di indirizzi, si veda la Figura 1-27.



AA-04-00-00-23-1C

Figura 1-26: Trama con indirizzo locale Decnet

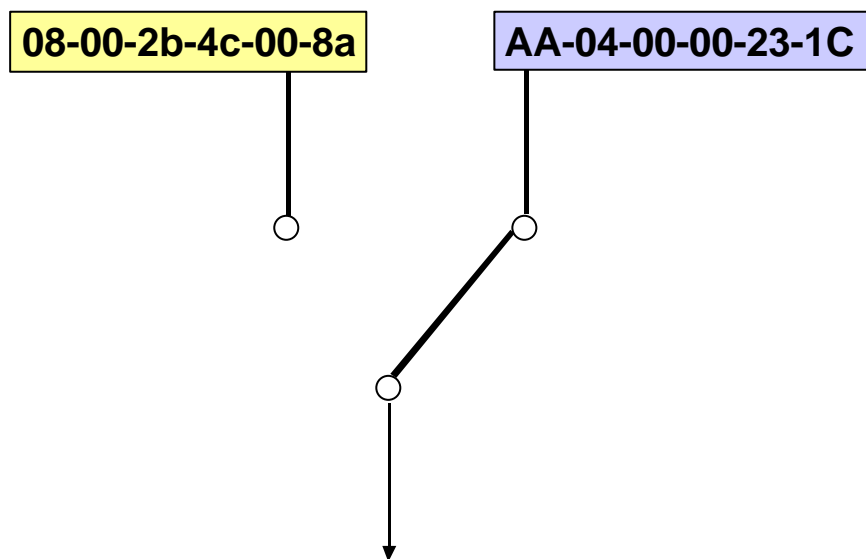


Figura 1-27: Deviatore indirizzo universale/locale

1.4.3 Tipi di indirizzi

Nelle reti gli indirizzi vengono impiegati per identificare le apparecchiature e questi possono essere di tre tipi:

1. singlecast detto anche unicast o individual;
2. multicast detto anche global;
3. broadcast.

L'indirizzo singlecast identifica una singola apparecchiatura e viene impiegato nella comunicazione tra due apparecchiature (caso più frequente). Esempi di comunicazione singlecast sono il trasferimento di file tra 2 computer, l'invio di una stampa ad una stampante di rete ecc.

L'indirizzo multicast identifica un gruppo di apparecchiature e viene impiegato nella comunicazione tra una singola entità ed un gruppo di entità. Un esempio può essere costituito dalla video conferenza in rete, dove ogni informazione, sia essa di tipo video, voce o dati, viene inviata a tutti i computer che partecipano alla video conferenza. Le interfacce di rete dispongono di una memoria RAM in cui possono essere registrati degli indirizzi multicast.

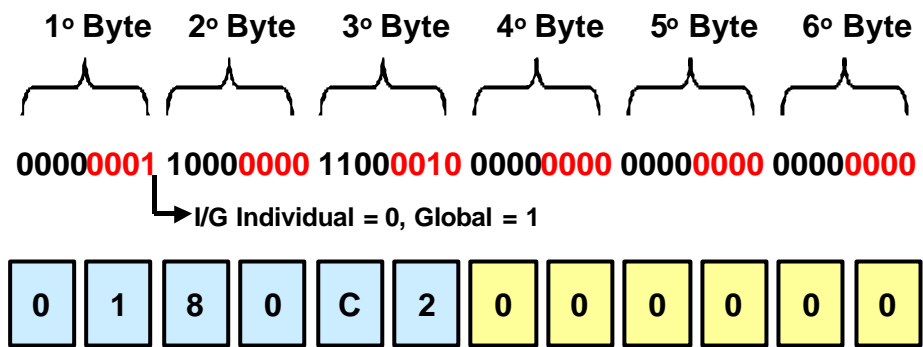
L'indirizzo broadcast indica tutte le apparecchiature di rete.

Un'interfaccia di rete riceve tutti i messaggi che transitano in rete, ma li cattura e li consegna al computer solo nei seguenti casi:

1. Se l'indirizzo del campo destination è di tipo singlecast verifica se il numero in esso contenuto equivale al proprio indirizzo MAC, in tal caso cattura il messaggio, altrimenti lo scarta.
2. Se l'indirizzo del campo destination è di tipo multicast verifica se il numero in esso contenuto equivale a quello memorizzato nella memoria RAM, in tal caso cattura il messaggio, altrimenti lo scarta.
3. Se l'indirizzo del campo destination è di tipo broadcast cattura sempre il messaggio.

Gli indirizzi broadcast sono caratterizzati dal fatto che tutti i bit hanno valore uno, quindi il valore dell'indirizzo è pari a FF-FF-FF-FF-FF-FF.

Gli indirizzi multicast sono caratterizzati dal fatto che il primo bit meno significativo del primo byte assume il valore 1, ciò significa che il valore del primo byte è sicuramente dispari. La Figura 1-28 mostra un esempio di indirizzo multicast.



01-80-C2-00-00-00

Figura 1-28: Esempio di indirizzo multicast