

Concetti di base

☞ *Messaggio*

Il dialogo tra due qualsiasi entità (uomini o macchine) avviene attraverso lo scambio di *messaggi* servendosi di un linguaggio opportuno, generalmente ben definito nell'aspetto sintattico, semantico e procedurale.

☞ *Informazione*

Con il termine *informazione* indichiamo, in questa tesi, il “*contenuto*” di un messaggio ovvero ciò che “dà senso” al dialogo, indipendentemente dalla “forma” assunta dal messaggio: testo, dati, immagini, audio e video sono tutti esempi di “contenitori” di informazione.

☞ *Sorgenti informative*

Le sorgenti informative sono i “generatori di informazione”, cioè quelle entità che “producono” informazione emettendo dei messaggi. Un telefono, un fax, una telecamera, uno strumento musicale sono tutti esempi di sorgenti informative. Sono sorgenti informative anche oggetti più complessi come ad esempio un sistema per il telerilevamento o per la diffusione di video musicali o film.

Attributi della trasmissione

In base al **numero di destinatari** del messaggio:

- unicast*: il messaggio è rivolto ad un solo destinatario;
- broadcast*: il messaggio è indirizzato a tutti i possibili destinatari;
- multicast*: il messaggio è indirizzato ad uno specifico gruppo di destinatari.

In base alla **direzionalità**:

- simplex*: unidirezionale;
- half-duplex*: bidirezionale, alternato;
- full-duplex*: bidirezionale, contemporaneo.

In base alle **procedure** per stabilire e terminare la conversazione:

connection-oriented: la conversazione avviene in 3 fasi: connessione con il ricevente, trasmissione del messaggio; rilascio della connessione. Le unità informative vengono sempre ricevute nello *stesso ordine* in cui sono state trasmesse. Esempio: conversazione telefonica.

connection-less: la trasmissione avviene senza alcun coordinamento o pianificazione; conseguentemente, ogni messaggio deve contenere l'indirizzo completo del destinatario. L'ordine con cui i messaggi vengono ricevuti generalmente *non* corrisponde all'ordine con cui sono stati spediti. Esempio la spedizione di una lettera o di un telegramma.

I MEZZI DI TRASMISSIONE

I parametri più significativi per caratterizzare la trasmissione di dati sono:

- la *velocità di trasmissione*, che si misura in *bit al secondo* (*bps*)
- la *distanza di trasmissione*.

I principali mezzi usati per trasmettere dati sono *Cavi in rame*, *Fibre ottiche*, *Onde e.m.*

I MEZZI DI TRASMISSIONE

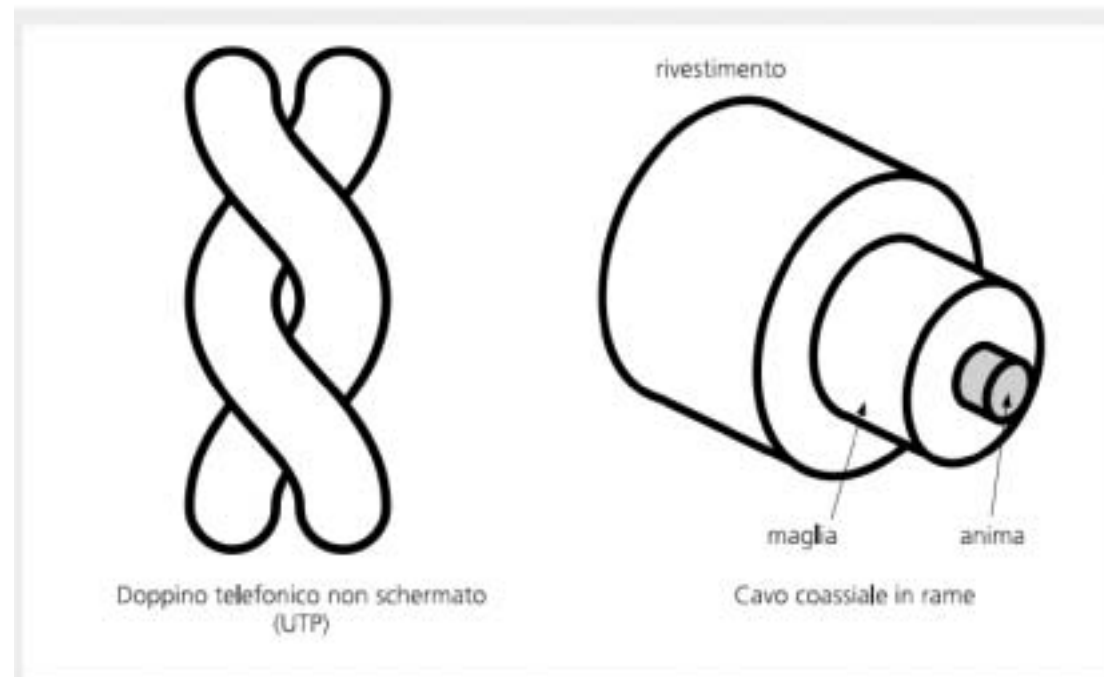
Cavi in rame

Linea telefonica analogica (il *doppino*).

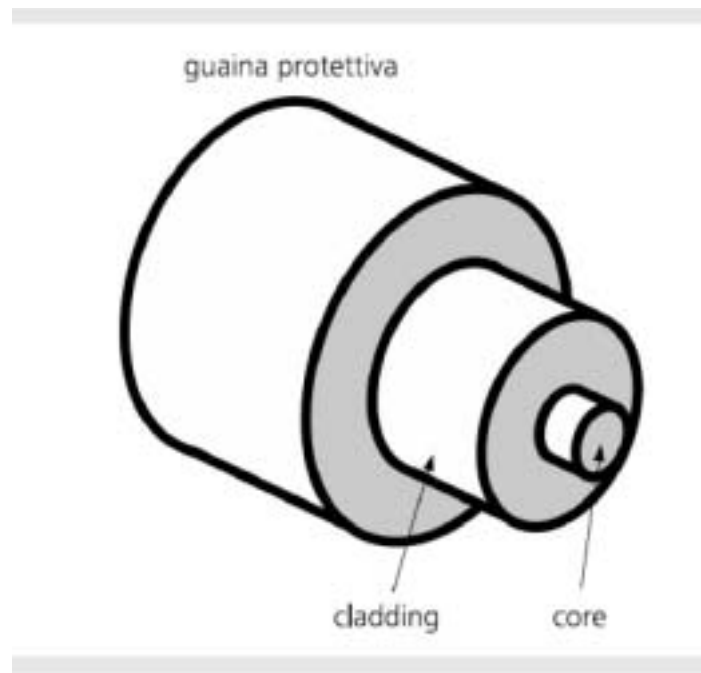
- Modem su linea telefonica commutata → 56 kbit/s
- ISDN → 128 kbit/s
- ADSL → 640 kbit/s, fino ad alcuni Mbit/s

Cavo coassiale

- Su brevi distanze → 10^7 bit/s
- Su lunghe distanze → 10^5 bit/s



Fibra ottica → 10 Gbit/s

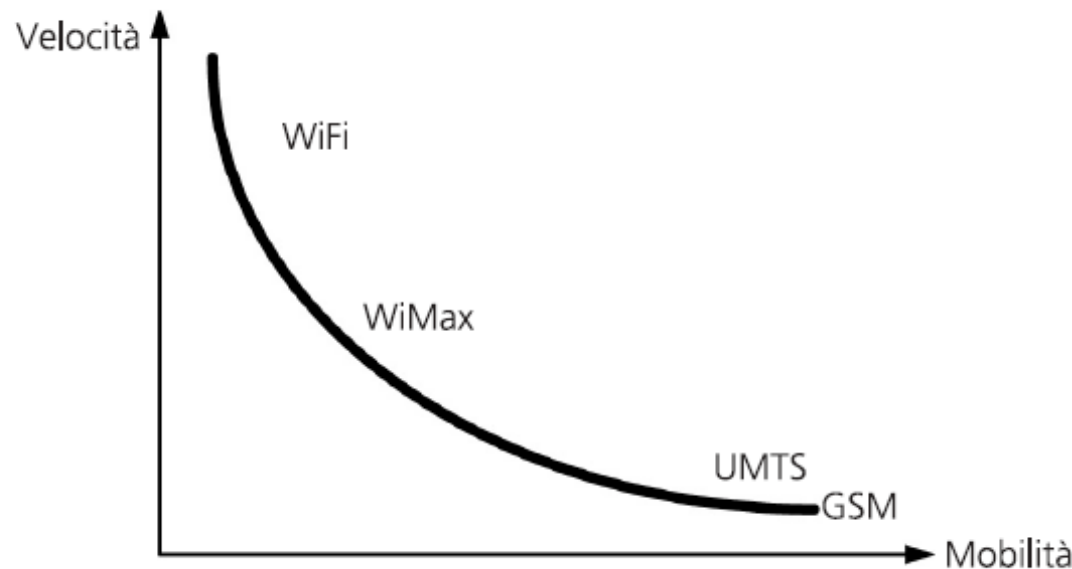


Esempio di fibra ottica

I MEZZI DI TRASMISSIONE

Onde elettromagnetiche

- BlueTooth (brevissime distanze) \rightarrow 700 kbit/s
- WiFi *Wireless Fidelity* (decine/centinaia di metri) \rightarrow 56 Mbit/s
- WiMAX *World Interoperability for Microwave Access* (fino a 50 Km) \rightarrow 70 Mbit/s
- Rete cellulare
 - GSM *Global System for Mobile communications* \rightarrow 14.4 Kbit/s
 - GPRS *General Packet Radio Service* \rightarrow 57.6 Kbit/s in download; 28.8 Kbit/s in upload
 - UMTS *Universal Mobile Telecommunications System* \rightarrow 10 Mbit/s
- Via satellite



Tecnologie wireless a confronto

LE TECNICHE DI TRASMISSIONE

ISDN

Integrated Service Data Network è uno standard predisposto dalle società concessionarie del servizio telefonico per un sistema di tipo digitale, che consente di integrare la trasmissione di messaggi vocali con quella di dati e di immagini.

In una rete telefonica tradizionale, tramite un computer dotato di modem è possibile accedere separatamente a servizi diversi come fax, segreteria telefonica e comunicazione vocale.

L'architettura della linea ISDN si basa sull'idea che lungo il suo canale di comunicazione viaggino solamente dei bit e che lungo il canale possano transitare parallelamente i segnali provenienti da diversi dispositivi digitali (telefono, fax terminale, ecc..).

La combinazione fondamentale, destinata a sostituire il vecchio servizio telefonico ordinario, prevede due canali digitali a 64.000 bps per la comunicazione vocale digitalizzata e un canale per segnalazioni di controllo fuori banda a 16.000 bps.

Le linee ISDN possono essere affiancate, in parallelo, per raggiungere velocità maggiori.

ADSL ADSL2+

Asymmetrical Digital Subscriber Line è una tecnologia di modulazione che permette la trasmissione di informazioni multimediali ad alta velocità sulle linee telefoniche esistenti su doppino di rame.

I modem ADSL (ADSL2+) permettono di trasmettere le informazioni dal centro servizi verso l'utente ad una velocità che arriva sino a 9 Mbps (24 Mbps) in download.

Nella direzione opposta (upload) i dati viaggiano ad una velocità che arriva fino a 1 Mbps (3,5 Mbps).

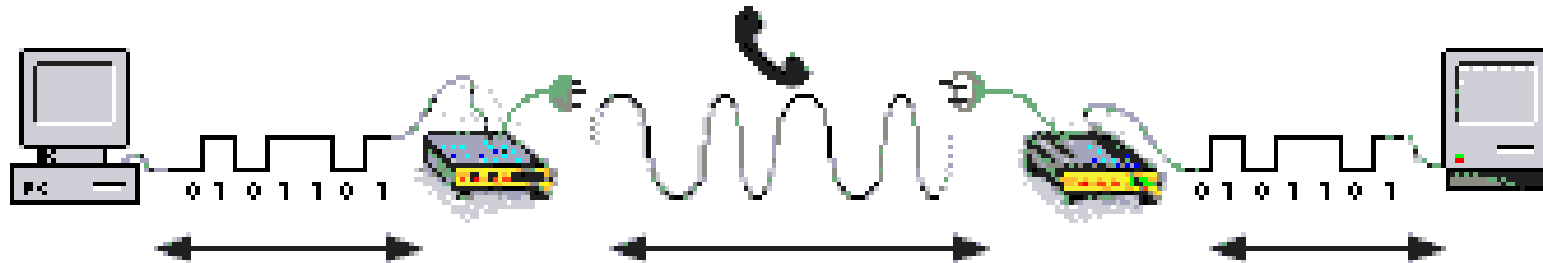
VDSL

Very High bit-rate DSL

LE TECNICHE DI TRASMISSIONE

Apparati di trasmissione

Il modem (MODulatore-DEModulatore)



Apparecchio per la trasmissione e ricezione seriale in forma analogica anche a lunga distanza di informazioni in formato digitale.

Attualmente la maggior parte dei modem esistenti hanno la funzione di comunicare tramite linea telefonica e questi si dividono in **modem esterni** (collegati al PC tramite un cavo seriale) e **modem interni** (costituiti da una scheda all'interno del computer).

I modem sono full duplex (trasmissione e ricezione contemporaneamente) ma, siccome i PC sono half duplex, due personal computer possono comunicare tra loro in half duplex.

Oltre alle classiche modulazioni di ampiezza e di frequenza della portante (carrier), attualmente viene utilizzata la modulazione di fase, che assicura anche una maggiore fedeltà alle lunghe distanze.

La comunicazione, poi, non è più di tipo binario, ma i segnali sono "multilivello" (cioè possono assumere più di 2 stati, avvicinandosi in questo, concettualmente, all'analogico).

Vengono inoltre impiegati molti algoritmi di compressione/decompressione in tempo reale.

È possibile quindi comunicare alla velocità di 56 Kbps (corrispondenti a 56 KHz, ma che richiederebbero una banda passante di oltre 100 KHz) su linee telefoniche che permettono una banda passante di 3 KHz.

LE TECNICHE DI TRASMISSIONE

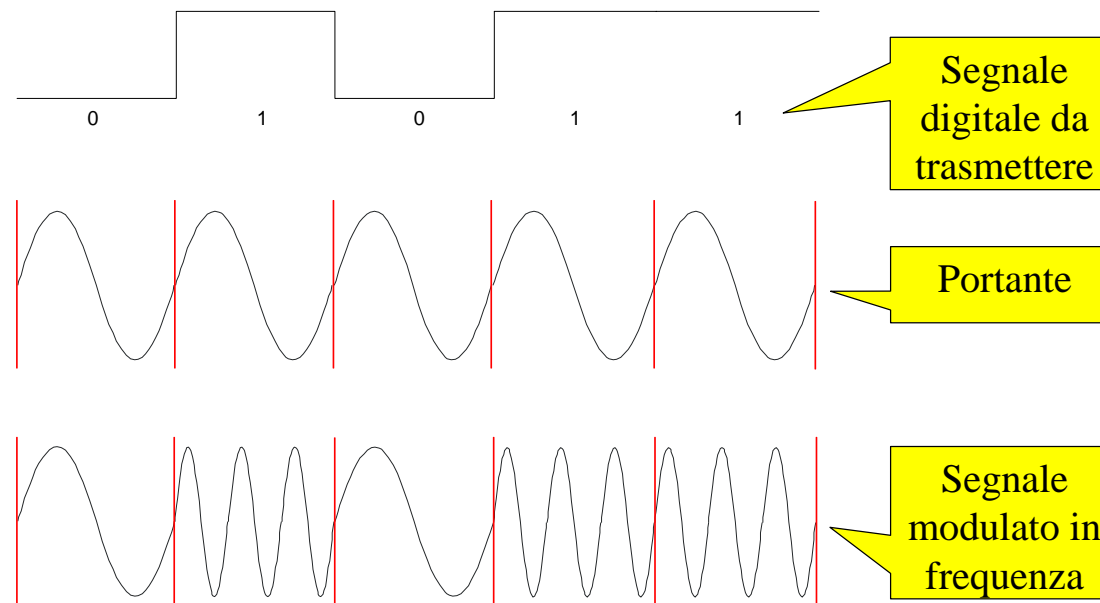
Tecniche di modulazione

La linea telefonica trasporta un segnale analogico (*segnale portante*) che viene *modulato* in modo da trasportare uno 0 oppure un 1

Tecniche di modulazione del segnale portante:

- ⇒ Frequenza
- ⇒ Fase
- ⇒ Ampiezza

Modulazione di frequenza



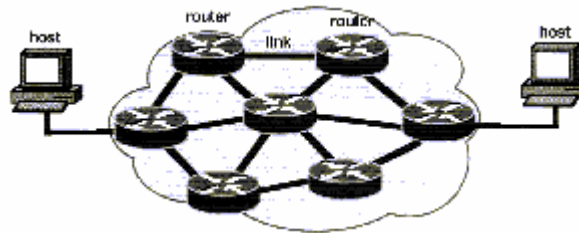
LE RETI DI COMUNICAZIONE

Rete (network).

Una rete è un mezzo per trasferire *informazione* tra due o più dispositivi terminali ad essa collegati; può essere di 2 tipi: punto-punto e broadcast.

Rete punto-punto (point-to-point network).

È composta da linee (*link*) e nodi (*switch o router*). Il collegamento tra due utenti della rete, richiede la definizione di un percorso (*path o route*), generalmente composto da più linee interconnesse. Ogni linea è ad uso *esclusivo* dei nodi che la terminano.



Rete broadcast (broadcast network)

Un *unico* canale di comunicazione è *condiviso* da tutti gli utenti della rete; è necessario stabilire un meccanismo di contesa (ad accesso casuale oppure ordinato) per evitare che due o più utenti della rete tentino di trasmettere contemporaneamente, generando una “*collisione*”.



Poiché la linea broadcast collega tutti gli utenti, *non* occorre stabilire un percorso prima di effettuare una trasmissione: ogni messaggio inviato sulla rete è sempre “ascoltato” da tutti.

LE RETI DI COMUNICAZIONE

Dispositivo terminale (*end-system*)

Detto anche *host*, la cui funzione è quella di eseguire un'applicazione oppure un servizio utile all'utente.

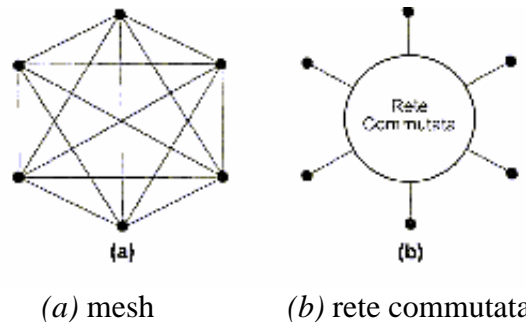
Un end-system può essere un telefono oppure un PC, una stazione di videoconferenza, un apparecchio TV, un *call center* o altro ancora.



Nodo (*switch o router*)

Se la rete *non* è di grandi dimensioni, essa può essere realizzata con l'uso di un mezzo *broadcast*, come ad esempio un bus condiviso (*Rete broadcast*). Quando la distanza tra gli utenti è dell'ordine delle decine di chilometri, ci si deve affidare a dei collegamenti *punto-punto*.

Con N utenti, si può realizzare una *mesh completa*, cioè $N(N-1)/2$ linee che collegano direttamente tutti a tutti. Ma, se N è grande, è meno dispendioso connettere gli utenti ad una *rete commutata* (N linee), composta da linee e nodi.



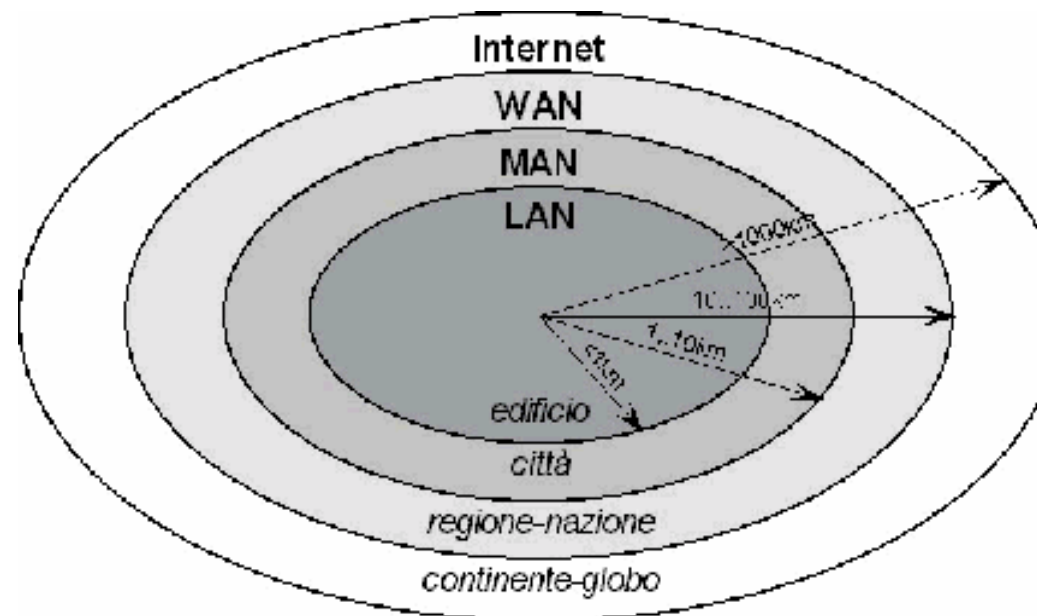
Un *nodo* è un *dispositivo di commutazione* (*switch*) quando è chiamato a svolgere, su ogni unità informativa che lo attraversa, solamente un'operazione di commutazione prestabilita; quando invece il percorso delle unità informative viene determinato mentre la trasmissione è in corso, la denominazione più corretta è quella di *router*.

LE RETI DI COMUNICAZIONE

Le reti sono architetture informatiche composte da più nodi elaborativi tra loro interconnessi per lo scambio di servizi e di dati. Il singolo utilizzatore, può usufruire dei **servizi** offerti dalla rete, quali:

- ☞ Email
- ☞ Forum
- ☞ Consultazione cataloghi
- ☞ Teleconferenza
- ☞ Motori di ricerca

Classificazione per scala delle reti.



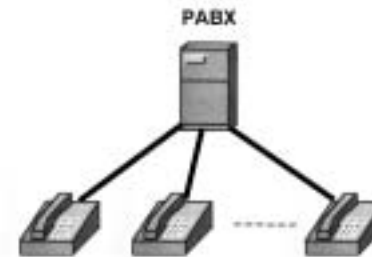
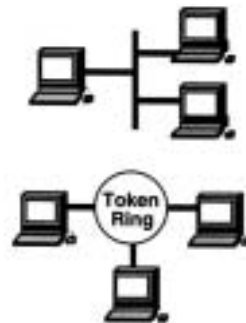
LE RETI DI COMUNICAZIONE

Le reti di trasmissione

Reti Locali o LAN (Local Area Network)

Essendo la dimensione limitata (tra 1 m e 1 Km), è noto a priori il tempo di trasmissione nel caso peggiore; in genere adottano tecnologia trasmissiva broadcast. Velocità di trasmissione tipiche sono da 10 a 100 Mbps, con basso ritardo di propagazione del segnale da un capo all'altro del canale (qualche decina di microsecondi) e basso tasso di errore. Le LAN hanno in genere un topologia ben definita, bus o ring.

Esempi di LAN: *Ethernet*.



Reti Metropolitane o MAN (Metropolitan Area Network)

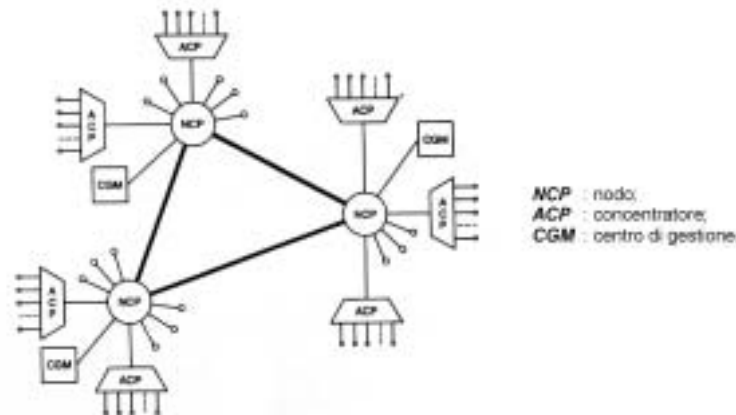
La distanza tra gli end-system, posti ad esempio in una stessa città o quartiere, è dell'ordine di 10 km. Le reti metropolitane sono generalmente pubbliche.

LE RETI DI COMUNICAZIONE

Le reti di trasmissione

Reti Geografiche o WAN (Wide Area Network)

La distanza varia tra i 100÷1000 km, con una rete che copre ad esempio un'intera nazione o continente. Oltre ai mezzi trasmissivi posati a terra, costituiti da cavi fisici, le reti WAN possono utilizzare il satellite o i ponti radio. Esempi di reti geografiche sono: la rete telefonica pubblica (*PSTN*), le reti *X.25* e *Frame-Relay*, progettate per la trasmissione dati, le reti *ISDN* e *ATM*, concepite invece per offrire servizi multipli.



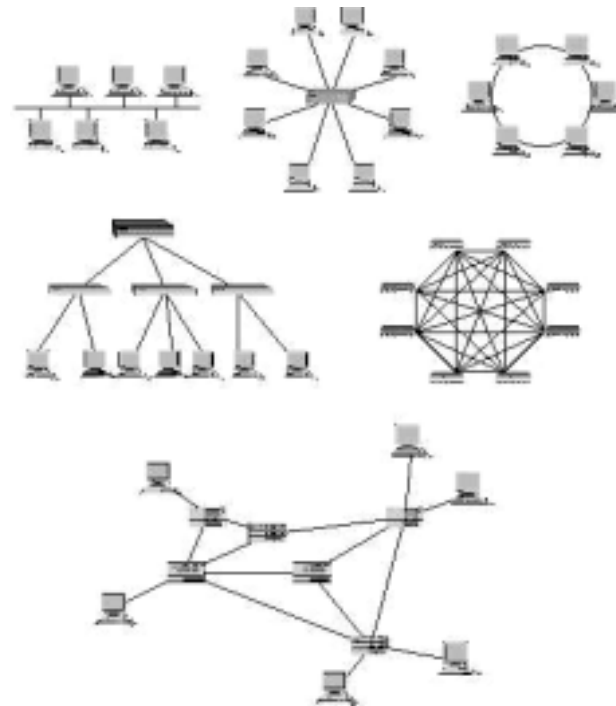
Internet

E' un'interconnessione di due o più reti, con distanze coperte anche dell'ordine di 10000 km. *Internet* ne è un esempio. Essa è una federazione di reti (una inter-net, per l'appunto), che condividono un insieme di protocolli (o protocol suite), noti come TCP/IP.

LE RETI DI COMUNICAZIONE

Topologie delle reti

- bus,
- stella,
- anello,
- albero,
- mesh completa,
- mesh,irregolare.



Le topologie *regolari* sono tipiche delle LAN, le *irregolari* delle WAN.

TECNICHE DI COMMUTAZIONE

Tecniche di Commutazione (Switching)

Le tecniche di commutazione sono di 3 tipi: di **circuito**, di **messaggio** e di **pacchetto**; in particolare, nella commutazione di pacchetto è possibile distinguere tra 2 differenti approcci, a *datagramma* e a *circuito virtuale*.

Commutazione di circuito

Le linee commutate, cioè le normali linee telefoniche, sono state basate per lungo tempo su tale tecnica di commutazione. Le prime centrali telefoniche funzionavano manualmente: le operatrici collegavano a richiesta la linea dell'utente che effettuava la chiamata con l'utente desiderato. Con le centrali automatiche, la stessa operazione svolta da dispositivi elettromeccanici comandati dal combinatore telefonico dell'apparecchio dell'utente (il disco dei vecchi modelli di telefono), viene svolta da dispositivi elettronici.

La commutazione di circuito crea quindi un vero collegamento fisico tra i due utenti, ed esso resta stabile e riservato a loro per tutta la durata della comunicazione.

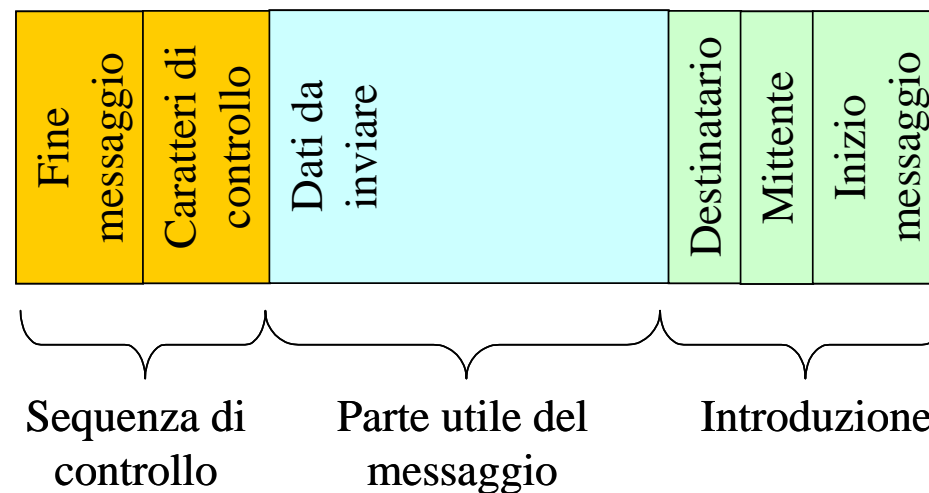
La commutazione di circuito **prevede tre fasi distinte**:

- ☞ **attivazione del circuito**, in cui si stabilisce la connessione fisica fra l'unità chiamante e l'unità chiamata; nella comunicazione telefonica corrisponde all'attivazione del numero e all'attesa che il numero chiamato risponda
- ☞ **utilizzo del canale trasmissivo**, in cui i dati possono essere trasmessi senza necessità di particolari controlli; nella comunicazione telefonica è la parte di comunicazione tra due interlocutori
- ☞ **svincolo**, in cui la connessione viene chiusa; nella chiamata telefonica corrisponde a rimettere nella sede il ricevitore del telefono con la riattivazione del servizio da parte della centrale telefonica.

TECNICHE DI COMMUTAZIONE

Commutazione di messaggio

La trasmissione *non* richiede una preliminare fase di set up: non appena un utente ha un messaggio da spedire lo invia al nodo più vicino. Presso il nodo il messaggio viene processato con una tecnica detta “*store-and-forward*”: viene prima completamente memorizzato (*store*), poi ispezionato per individuare la sua destinazione ed infine inoltrato (*forward*) al nodo successivo non appena la linea d’uscita necessaria si rende disponibile. La struttura dei messaggi dipende dallo standard utilizzato ma è possibile dare una descrizione generale:



Poiché non c'è limite alla *dimensione* del messaggio, questa tecnica richiederebbe delle memorie di massa presso ogni nodo della rete; inoltre, un lungo messaggio potrebbe impegnare una linea tra due nodi anche per minuti. Per questo la commutazione di messaggio *non* è vantaggiosa: la tecnica store-and-forward è efficiente solo se i messaggi vengono frammentati in piccole unità informative.

TECNICHE DI COMMUTAZIONE

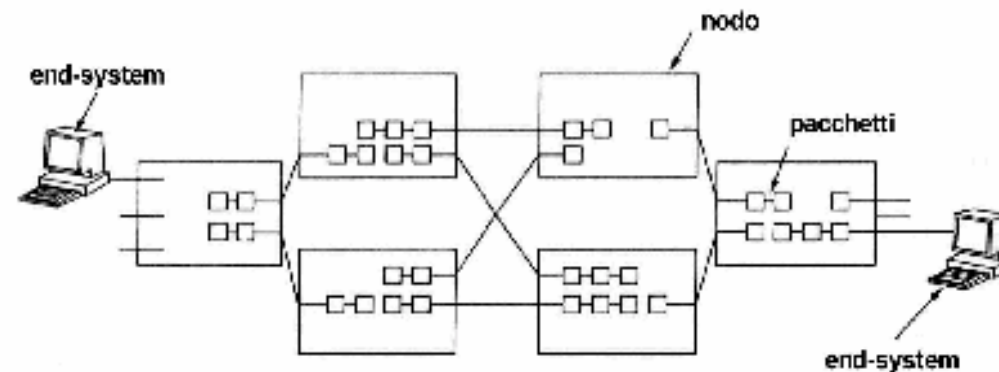
Commutazione di pacchetto

E' un'evoluzione della commutazione di messaggio, essendo anch'essa basata sulla tecnica store-and-forward; la differenza sostanziale è nella dimensione delle unità informative che circolano nella rete: un messaggio viene infatti suddiviso (prima della trasmissione) in piccole unità informative (ad esempio 1500 byte) dette pacchetti (*packets*).

Ogni pacchetto contiene un'intestazione (*header*), seguita dai dati utili (carico o *payload*).

Nell'intestazione sono specificati l'indirizzo del mittente e l'indirizzo del destinatario, oltre ad un numero progressivo attribuito al pacchetto specifico. Questi attributi permettono al pacchetto di essere svincolato dal percorso fisico dei dati perché, se anche i pacchetti di una stessa sequenza facessero percorsi diversi per giungere a destinazione, il destinatario avrebbe comunque gli elementi per ricostruire la sequenza.

Il funzionamento è simile a quello della commutazione di messaggio: appena un end-system è pronto per la trasmissione, invia il primo pacchetto al nodo più vicino; quest'ultimo memorizza il pacchetto temporaneamente (*store*), decide su quale linea d'uscita inoltrarlo ed infine lo incoda su quella linea. Non appena la linea è libera il pacchetto viene trasmesso (*forward*).



Commutazione di pacchetto

Approccio a Datagramma

Ogni pacchetto, detto datagramma (*datagram*), è instradato indipendentemente dagli altri pacchetti che compongono lo stesso messaggio. In generale quindi, anche se diretti alla stessa destinazione, pacchetti diversi seguiranno *percorsi diversi*, giungendo a destinazione *fuori ordine*. Ogni nodo decide il percorso ottimale per ogni datagram che lo attraversa, basandosi sulla propria conoscenza dello stato (mutevole) della rete (*routing per pacchetto*).

Approccio a Circuito Virtuale

Tutti i pacchetti di uno stesso messaggio vengono instradati allo stesso modo; il percorso, detto circuito virtuale (*virtual circuit*) in analogia con i circuiti della commutazione di circuito, viene deciso, una volta per tutte, *prima* che i pacchetti vengano spediti, utilizzando dei pacchetti di segnalazione. Con questa tecnica, ogni nodo non dovrà effettuare alcuna operazione di routing, eccetto nella fase di set up del circuito virtuale (*routing per sessione*); inoltre, l'intestazione dei pacchetti che trasportano carico utile, anziché contenere un indirizzo completo, dovrà specificare solamente il *VC identifier*, necessario presso i nodi per commutare i pacchetti sulla *predefinita* linea d'uscita.

I protocolli di rete

*Un **protocollo** stabilisce le regole di comunicazione che debbono essere seguite da due interlocutori*

A: Chiamata per B

B: Pronto, chi parla?

A: Sono A, sei pronto a ricevere dati?

B: Sì

A: Ecco i dati ... *bla bla bla* ... fine dei dati

B: Dati ricevuti con successo

A: Ciao

B: Ciao

Il protocollo stabilisce cosa fare in tutte le situazioni che possono verificarsi (errori, ecc.)

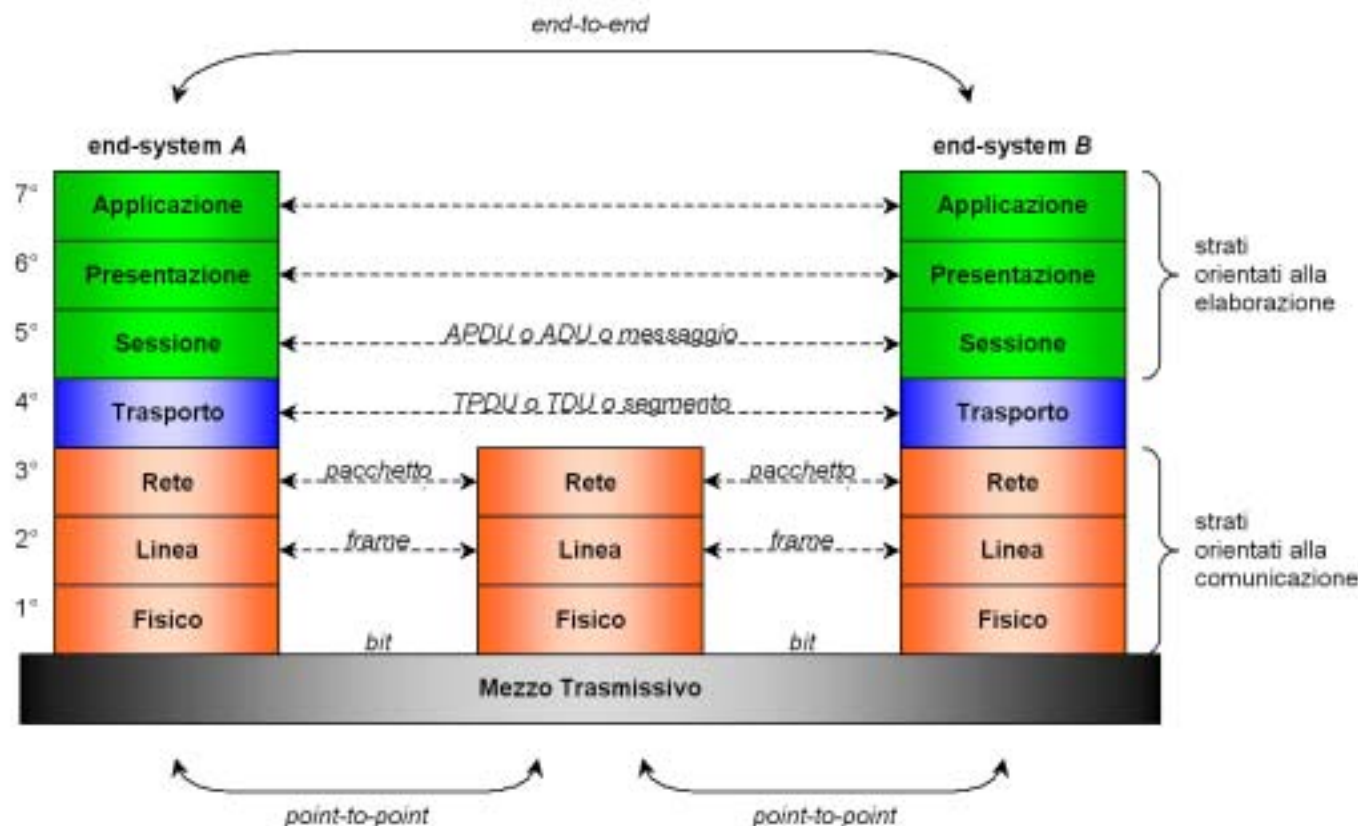
Deve essere conosciuto dai due interlocutori (quindi, deve essere uno **standard**)

ARCHITETTURA DELLE RETI DI CALCOLATORI

Modello di riferimento dei protocolli (ISO/OSI)

Nel 1980 la *International Organization for Standardization* (ISO) comprese la necessità di definire un modello generale di rete che favorisse la realizzazione di dispositivi di rete compatibili. Nacque così il modello OSI (*Open System Interconnection*), modello di riferimento universalmente riconosciuto.

Oggi esistono numerosi modelli architetturali, spesso proprietari, ma tutti possono essere ricondotti in modo più o meno diretto al modello OSI.



Modello di riferimento dei protocolli (ISO/OSI)

Ogni livello definisce dei protocolli che gestiscono, a quel livello di dettaglio, la comunicazione

Ciascun livello rappresenta una macchina astratta

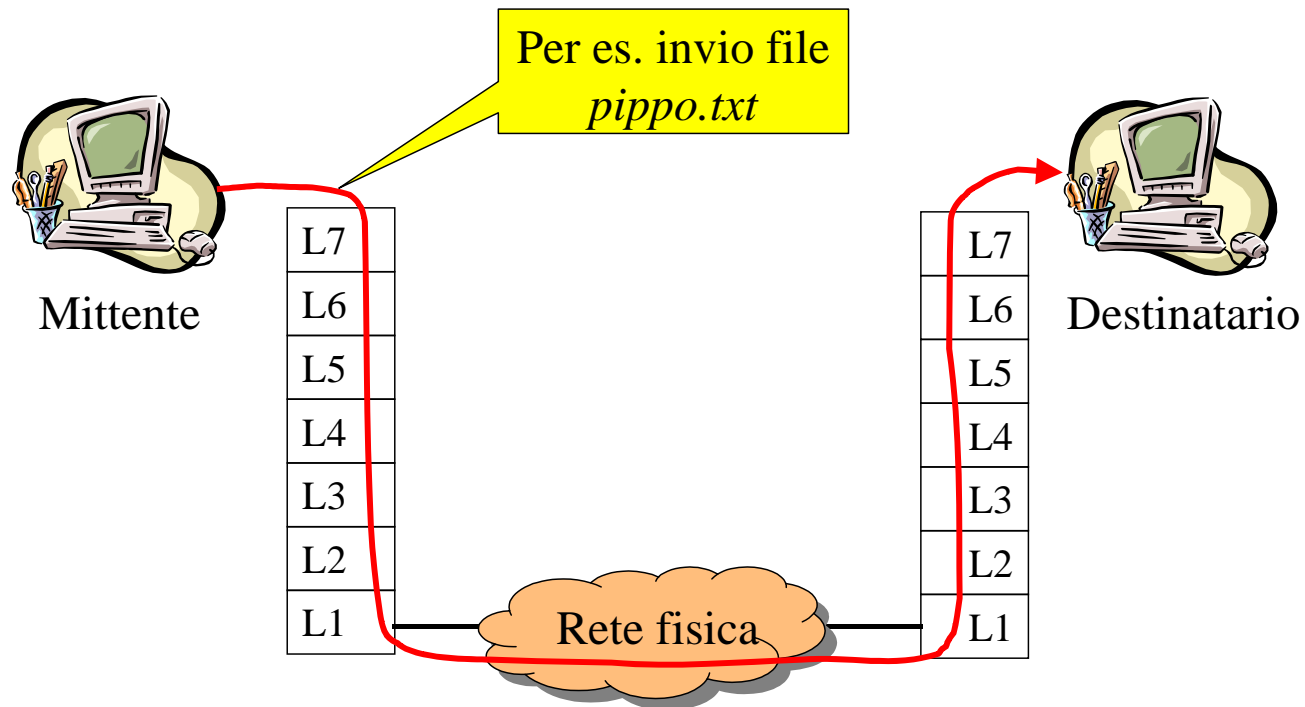
Ogni livello (macchina astratta) dello stack assume di “parlare” con il medesimo livello (macchina astratta) dell’altro nodo ed è completamente ignaro di ciò che succede sotto di lui

E’ un modello di riferimento, i protocolli reali spesso implementano solo parzialmente lo stack

7. Livello applicazione	Servizio di rete (<i>trasferimento file, e-mail, ...</i>)
6. Livello presentazione	Conversione formati (<i>01/12/02 → 12/01/02</i>)
5. Livello sessione	Apertura e chiusura dialogo (<i>Chiamata per B...Ciao</i>)
4. Livello trasporto	Segmentazione dati in più messaggi
3. Livello rete	Routing (instradamento)
2. Livello collegamento dati	Controllo correttezza messaggi (<i>rispedisci se errori</i>)
1. Livello fisico	Specifiche Hw/Sw dispositivi fisici usati per connettere i nodi (<i>Ethernet, cavo coassiale, ...</i>)

ARCHITETTURA DELLE RETI DI CALCOLATORI

Modello di riferimento dei protocolli (ISO/OSI)



Modello di riferimento dei protocolli (ISO/OSI)

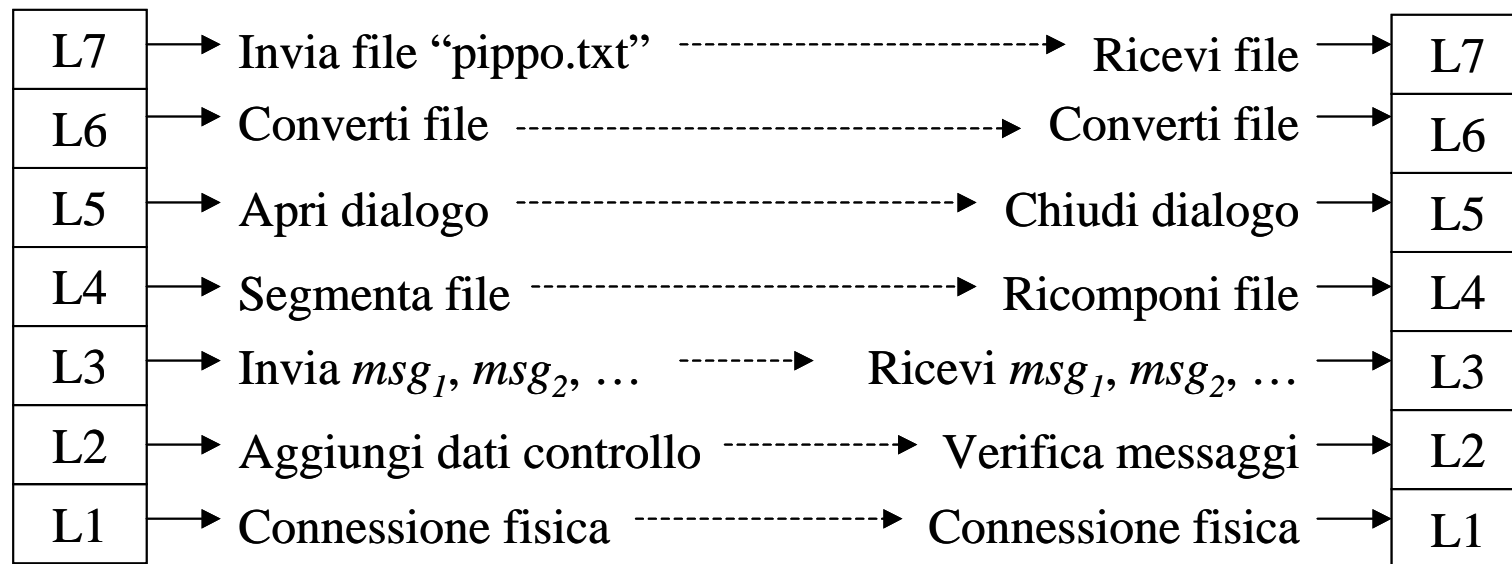
Il flusso dei dati, in realtà, “scende” lungo lo stack del nodo mittente e “risale” lungo lo stack del nodo destinatario

Durante la trasmissione:

Ogni livello aggiunge informazioni o modifica quelle provenienti dal livello superiore e le passa al livello inferiore

Durante la ricezione:

Ogni livello estrae le informazioni di suo interesse e passa quelle rimanenti al livello superiore



Il protocollo di connessione: TCP/IP

E' una combinazione di due protocolli:

TCP (**Transmission Control Protocol**): ha il compito di controllare la trasmissione dei dati sotto forma di *pacchetti*; corrisponde, più o meno, al livello *trasporto* ISO-OSI

IP (**Internet Protocol**): si occupa di trasmettere ciascun singolo pacchetto da un elaboratore all'altro; corrisponde, più o meno, con il livello *rete* ISO-OSI

Il meccanismo di routing è dinamico e tiene conto del carico della rete

Le funzioni applicative

Alcuni protocolli opportuni per svolgere varie *funzioni*:

- ⇒ trasferimento di file (FTP),
 - ⇒ posta elettronica (SMTP),
 - ⇒ newsgroup (NNTP),
 - ⇒ collegamento di documenti ipertestuali (HTTP),
 - ⇒ traduzione di indirizzi mnemonici in indirizzi di rete (DNS),
 - ⇒ crittografia, autenticazione, firme digitali,
 - ⇒ gestione e manutenzione della rete (SNMP),
 - ⇒ codifica e decodifica di audio e video in tempo reale,
- ecc.

L'accesso ad Internet ed ai suoi servizi

Il collegamento fra due nodi passa attraverso dei server: questi raccolgono le richieste dei client (per es. il nostro computer), cercano gli indirizzi richiesti e restituiscono le informazioni trovate.

I server possono appartenere ad Enti, associazioni pubbliche o culturali, Aziende oppure a privati (i cosiddetti **provider**) che vendono questo servizio di smistamento per un canone annuale. In questi tipo di collegamento il nostro computer non è altro che un terminale remoto attraverso il quale possiamo accedere ai servizi offerti dal server del provider. Il collegamento ad un provider avviene in genere attraverso le normali linee telefoniche.

Tutti i nodi connessi ad Internet sono individuati univocamente grazie ad un indirizzo, un codice a 32 bit. Questo codice viene rappresentato da quattro numeri separati da un punto, ognuno dei quali corrisponde ad un byte, ed è compreso fra 0 e 255. Un esempio è 149.132.120.68. Le prime due parti identificano una “rete”, la terza una “sotto-rete”. Rete e sottorete individuano un *dominio*. La quarta una specifico utente in tale dominio.

Questo sistema di riconoscimento dei domini e degli utenti è di difficile memorizzazione e perciò sono state approntate delle tabelle di corrispondenza, che mettono in relazione gli indirizzi numerici con dei *nomi simbolici*. Ad esempio **www.poliba.it** corrisponde all'indirizzo del Politecnico di Bari in internet. Sulla rete esistono dei computer detti **name server** che traducono questi nomi nei corrispondenti indirizzi numerici.

INTERNET

Funzioni applicative in Internet

URL

L'indirizzo di una risorsa Internet viene definito URL (**Uniform Resource Locator**).

La sintassi generale di URL è:

protocollo://indirizzo[:numero-porta]/nome-risorsa

Esempio:

ftp://computer.com/publ/testo2.doc

dove:

- ☞ ftp (file transfer protocol) è un particolare protocollo che permette il trasferimento dei file.
- ☞ computer.com è l'indirizzo Internet del server
- ☞ il nome della porta è facoltativo e in questo caso è non definito
- ☞ /publ/testo2 è il nome e il path del file (la risorsa) che si vuole trasferire

WWW

Il World Wide Web è il sistema di accesso alle informazioni in rete sviluppato dal CERN (Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare) di Ginevra. Il protocollo che sta alla base del World Wide Web si chiama http (hyper text transfer protocol).

La URL è del tipo:

http://www.poliba.it

INTERNET

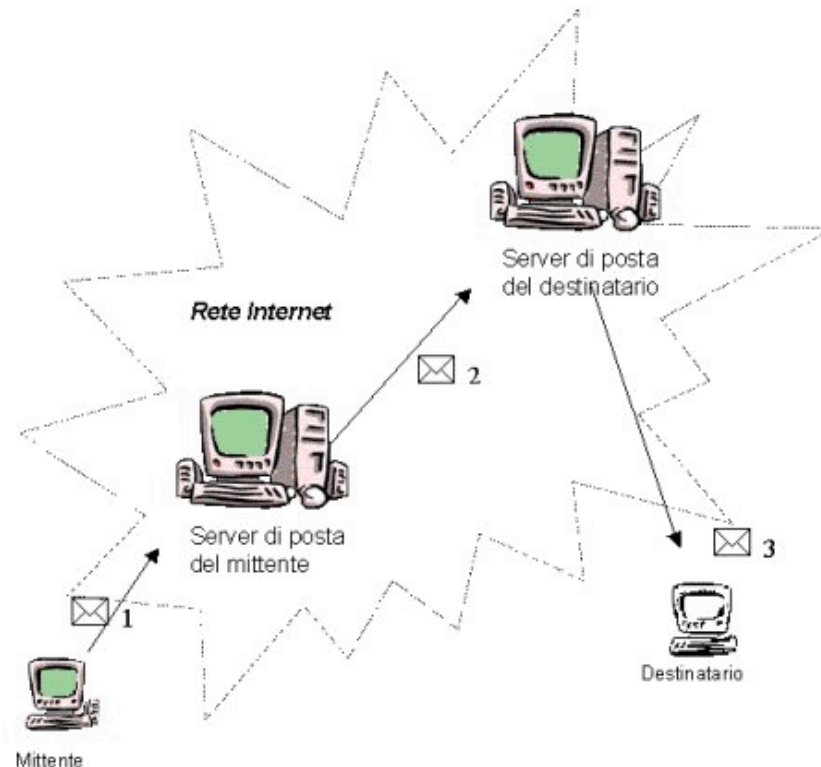
Funzioni applicative in Internet (continua)

La posta elettronica

Ogni provider, insieme alla possibilità di navigazione, fornisce anche un indirizzo o casella di posta elettronica (e-mail), per mezzo della quale è possibile ricevere e spedire lettere a chiunque disponga di un'analogica casella.

Insieme ai messaggi è possibile inviare file, programmi e altri allegati

Gli indirizzi di posta elettronica hanno una struttura standard, caratterizzata dal nome dell'utente seguito dal carattere @ (la *at* commerciale inglese) e quindi dal dominio, ovvero dal nome che caratterizza a livello mondiale il nostro provider.



Funzioni applicative in Internet (continua)

Navigazione (browsing)

Un browser è un'applicazione software che collega e visualizza i file **html** (o htm).

L'html (**hyper text markup language**) è un particolare linguaggio che permette di realizzare delle pagine ipertestuali. Con questo tipo di formati si ha la possibilità di inserire nei testi degli speciali contrassegni (i tag) racchiusi tra i caratteri < e > , interpretati dal browser come dei comandi che consentono svariati tipi di operazioni. Alcune operazioni riguardano l'aspetto grafico del documento, altre compiti più complessi, come il recupero e la visualizzazione di immagini.

Il tag più importante è quello che permette di associare un URL a una frase del testo detta **link** (collegamento).

Fra i browser più diffusi sono da ricordare Explorer della Microsoft e Navigator, distribuito gratuitamente dalla Netscape.

Gli ausili alla navigazione

Poiché i siti Internet sono stimati in molti milioni, per risolvere i problemi della individuazione dei siti sono stati sviluppate due tipologie di siti: **cataloghi** e **motori di ricerca**.

Cataloghi e motori di ricerca in Internet

I cataloghi

Sono dei siti che forniscono una lista di indirizzi suddivisa per argomenti. Ogni indirizzo è ovviamente un link, quindi con un clic si accede direttamente ad una pagina web.

CATALOGO	INDIRIZZO
Yahoo	http://www.yahoo.it
Apollo	http://www.apollo.co.uk
Galaxy	http://galaxy.einet.net

I motori di ricerca

Sono dei siti contenenti dei campi nei quali è possibile inserire una o più parole che vengono utilizzate come chiavi di ricerca in un *data base* contenente gli indirizzi dei siti nelle cui pagine sono presenti le parole inserite.

MOTORE	INDIRIZZO
Google	http://www.google.it
Alta Vista	http://www.altavista.digital.com
Excite	http://www.excite.com
Lycos	http://www.lycos.com

Cataloghi e motori di ricerca sono fra i siti Internet più frequentati. Le aziende commerciali che li gestiscono sfruttano perciò piccoli spazi sullo schermo per avvisi pubblicitari.

L'evoluzione del WWW

XML: linguaggio per la definizione dei documenti, basato su *tag*, come HTML

A differenza di HTML, permette di *definire nuovi tag*

Viene usato come linguaggio per interscambio dati

Viene usato anche come linguaggio per definire basi di dati

Web Services: una collezione di standard che consentono di invocare dei “servizi” presenti su Internet

Ciascun servizio viene reso disponibile tramite “porte”

I dati vengono scambiati basandosi su XML