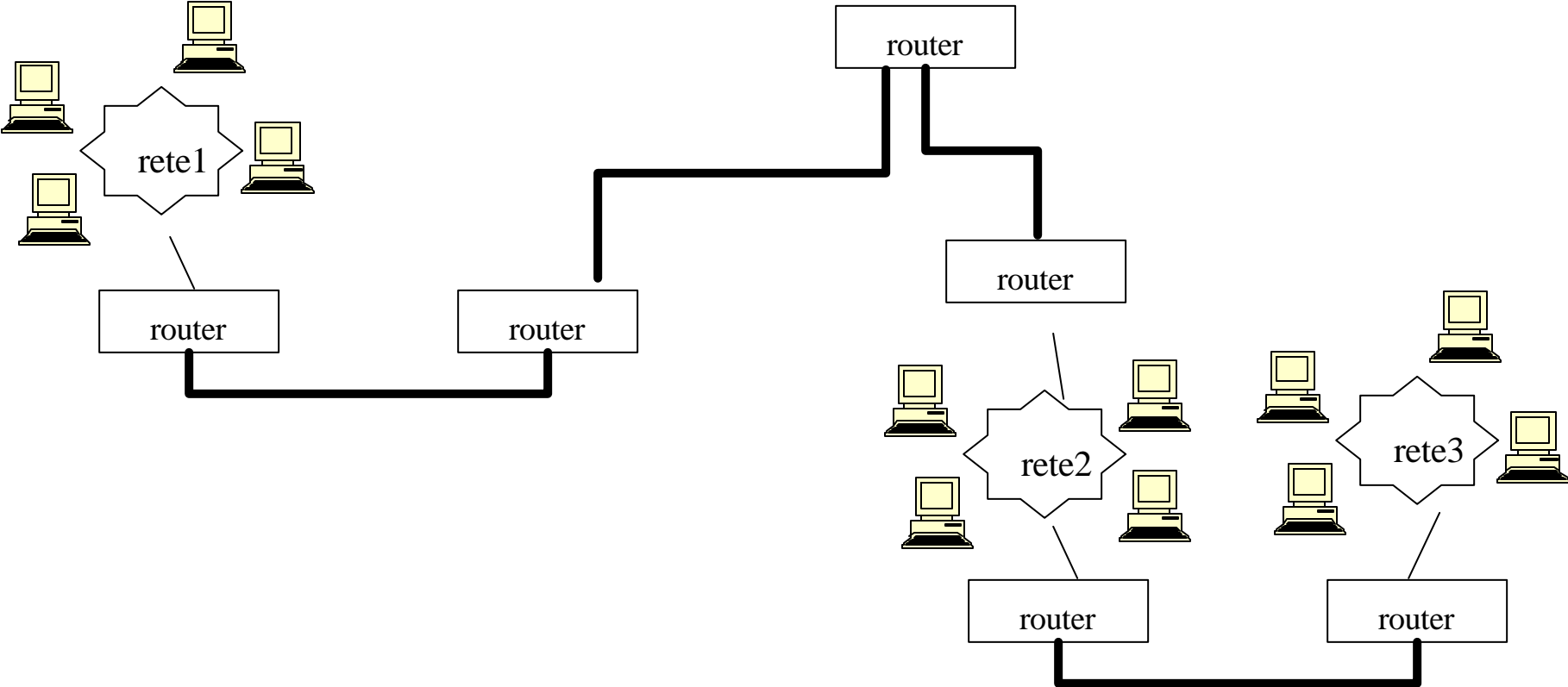


Internet

Internet è una WAN di scala planetaria, evoluta dalla rete militare americana ARPANET. Si tratta di una rete di reti, ossia di un sistema di comunicazione tra reti e sistemi eterogenei, oltre che geograficamente distribuiti.

Internet è una rete pubblica a **commutazione di pacchetto**

Internet



Principi di base di Internet

- Ciò che permette a milioni di computer di comunicare in Internet al di là delle differenze di hardware, software, collegamento fisico e dislocazione è che tutti adottano lo stesso *protocollo di comunicazione: il protocollo TCP/IP*
- Il protocollo è indipendente dal modo in cui la rete è fisicamente organizzata
- il protocollo è di dominio pubblico
- Una macchina è in Internet se utilizza il protocollo **TCP/IP**, diventato ufficiale il 1 gennaio 1983, ha un suo indirizzo IP, ed ha la capacità di spedire pacchetti IP a tutte le altre macchine su Internet

Compito di un Protocollo di Comunicazione

Un protocollo di comunicazione definisce le regole che un computer deve conoscere per inviare informazioni attraverso un mezzo fisico di trasmissione verso un altro computer.

Un protocollo definisce e fornisce le seguenti funzioni:

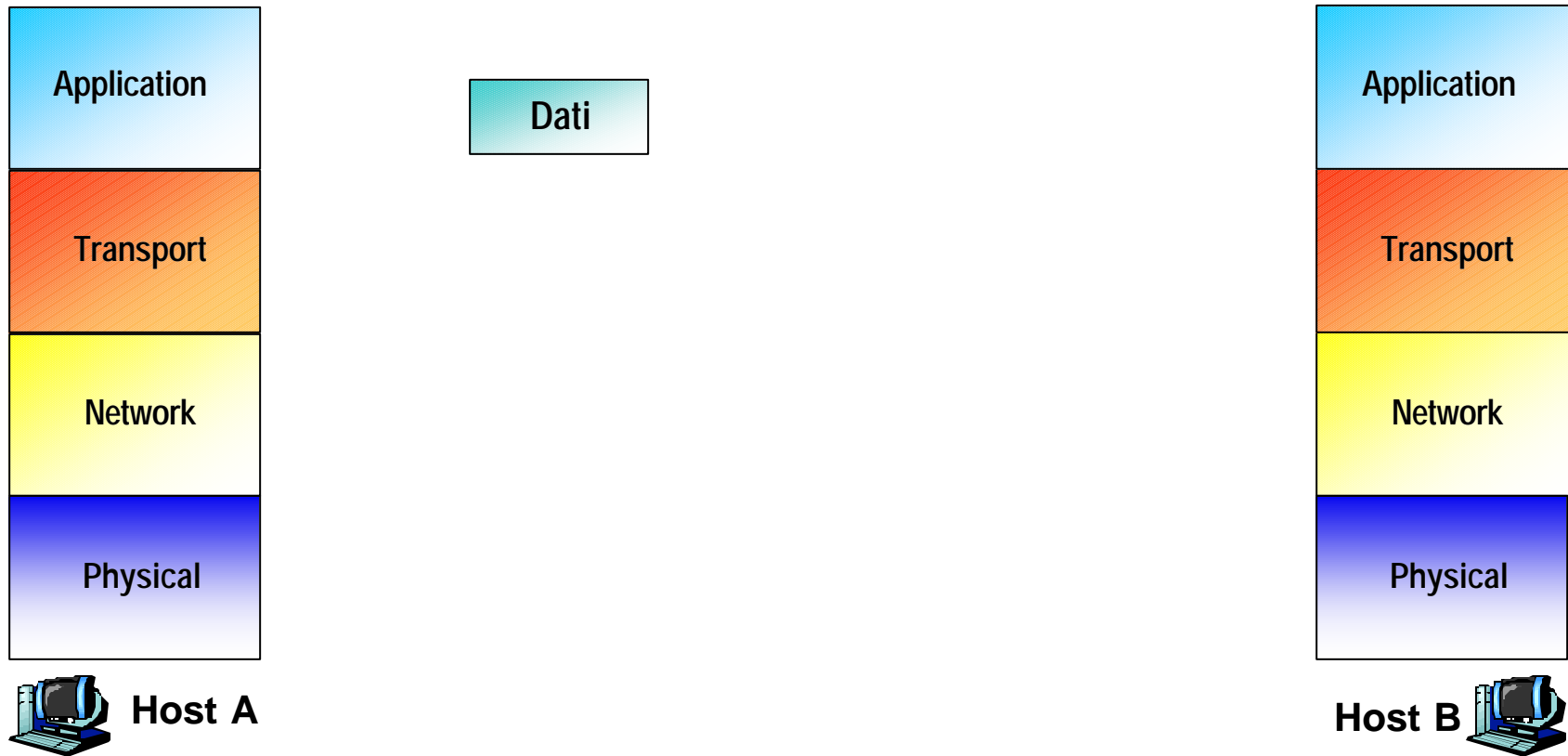
- **indirizzamento** (addressing)
- **instradamento** (routing)
- **gestione di errori di trasmissione** (error detection, error recovery, sequence control)
- **gestione della velocità di comunicazione** (flow control)

I livelli del protocollo TCP/IP

TCP/IP è un protocollo a livelli

- *livello delle applicazioni*: servizi di rete per l'utente (web, posta elettronica, ftp...)
- *livello di trasporto (TCP)*: organizzazione dei dati per la trasmissione e controllo della trasmissione
- *livello di rete (IP)*: indirizzamento ed instradamento dei dati (pacchetti)
- *livello fisico*: uso dei cavi (o altro mezzo di trasmissione) ed invio di segnali fisici

Comunicazione multilivello: esempio



Il computer A produce un messaggio (Dati) che deve essere inviato al computer B

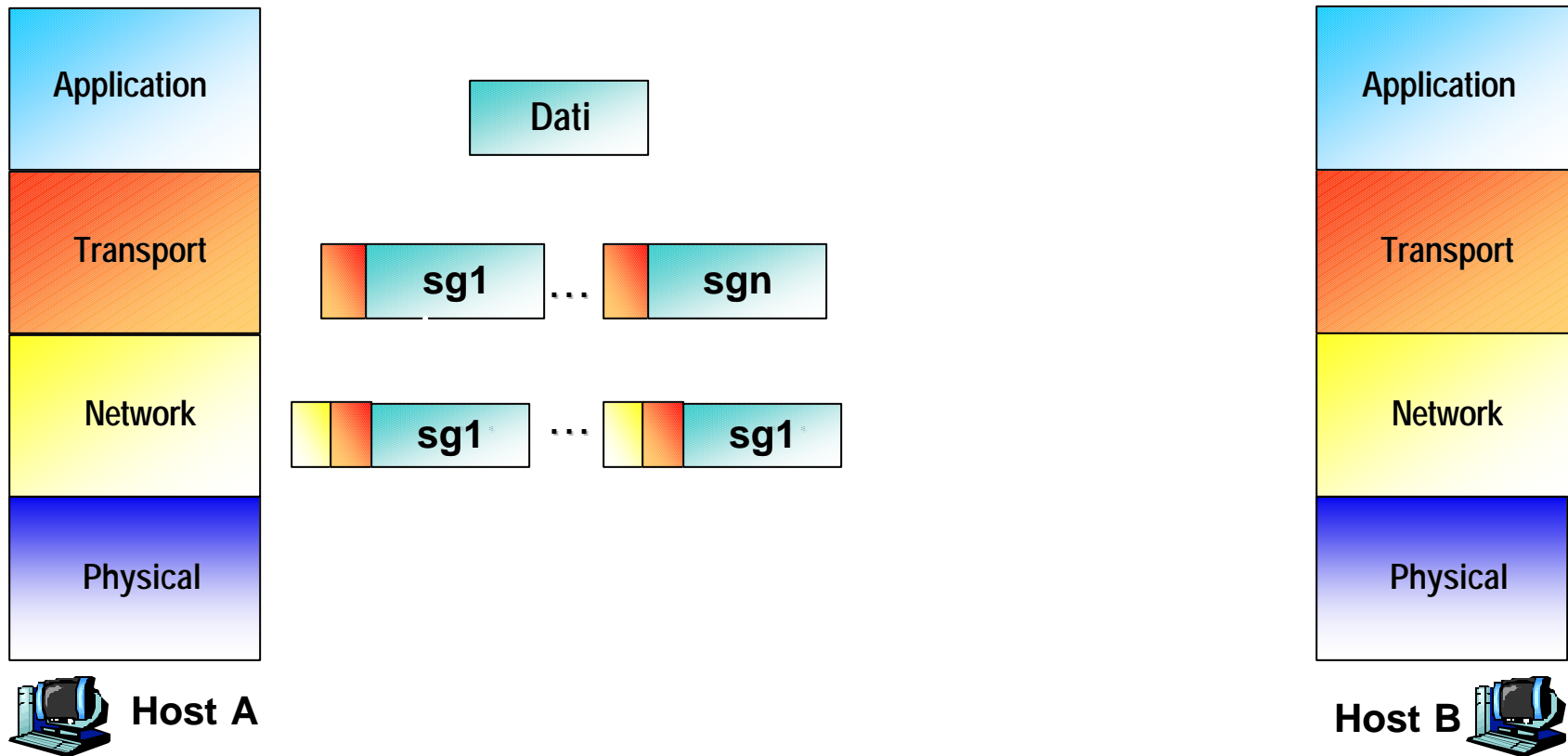
Il messaggio viene prodotto da un programma applicativo nel livello più alto della gerarchia (Application)

Comunicazione multilivello: esempio



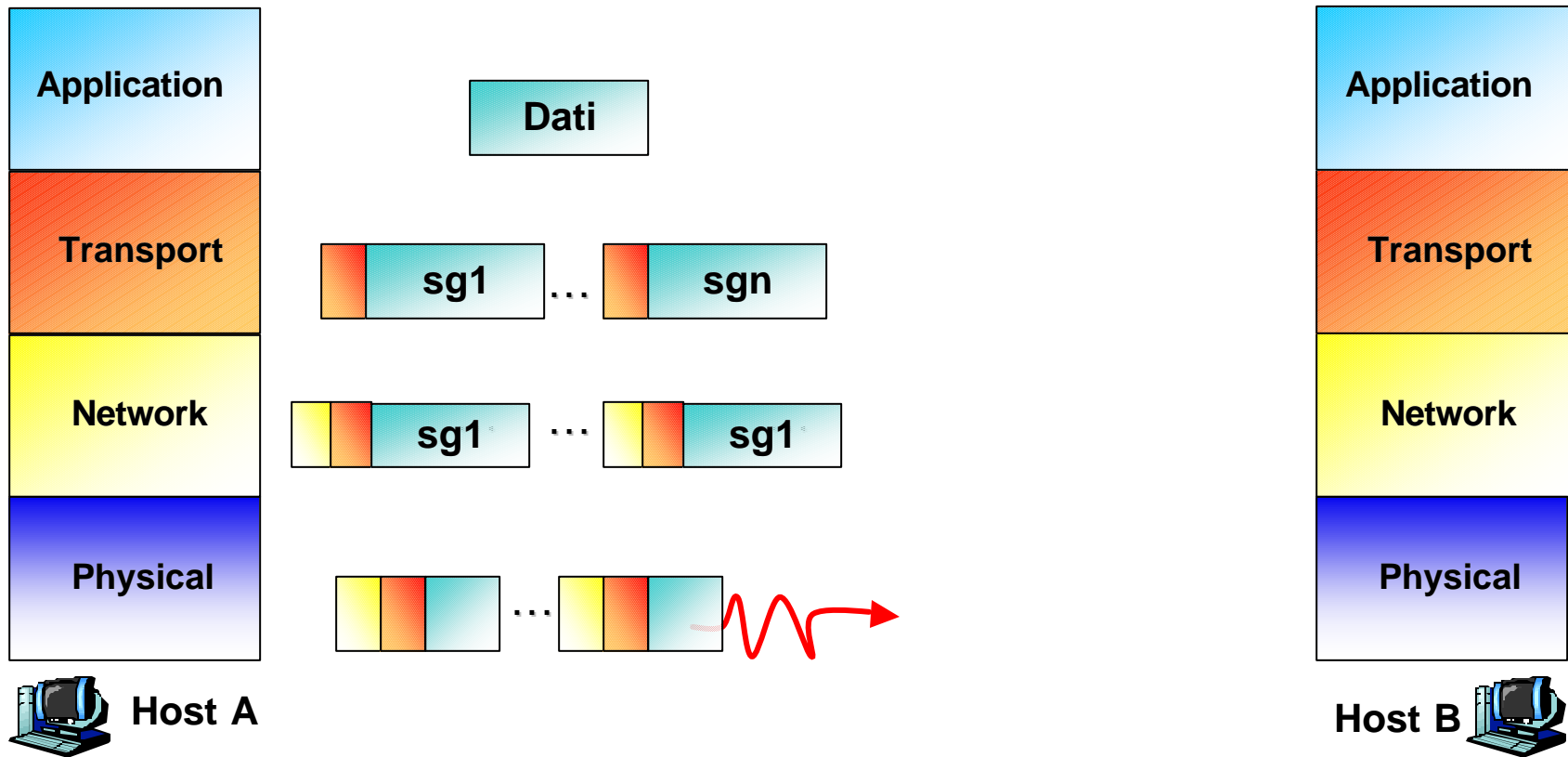
Il livello Application passa il messaggio al livello Transport dove viene suddiviso in parti più piccole (detti **segmenti**) e viene inserita un'intestazione ad ogni segmento (header) che permette di identificarlo

Comunicazione multilivello: esempio



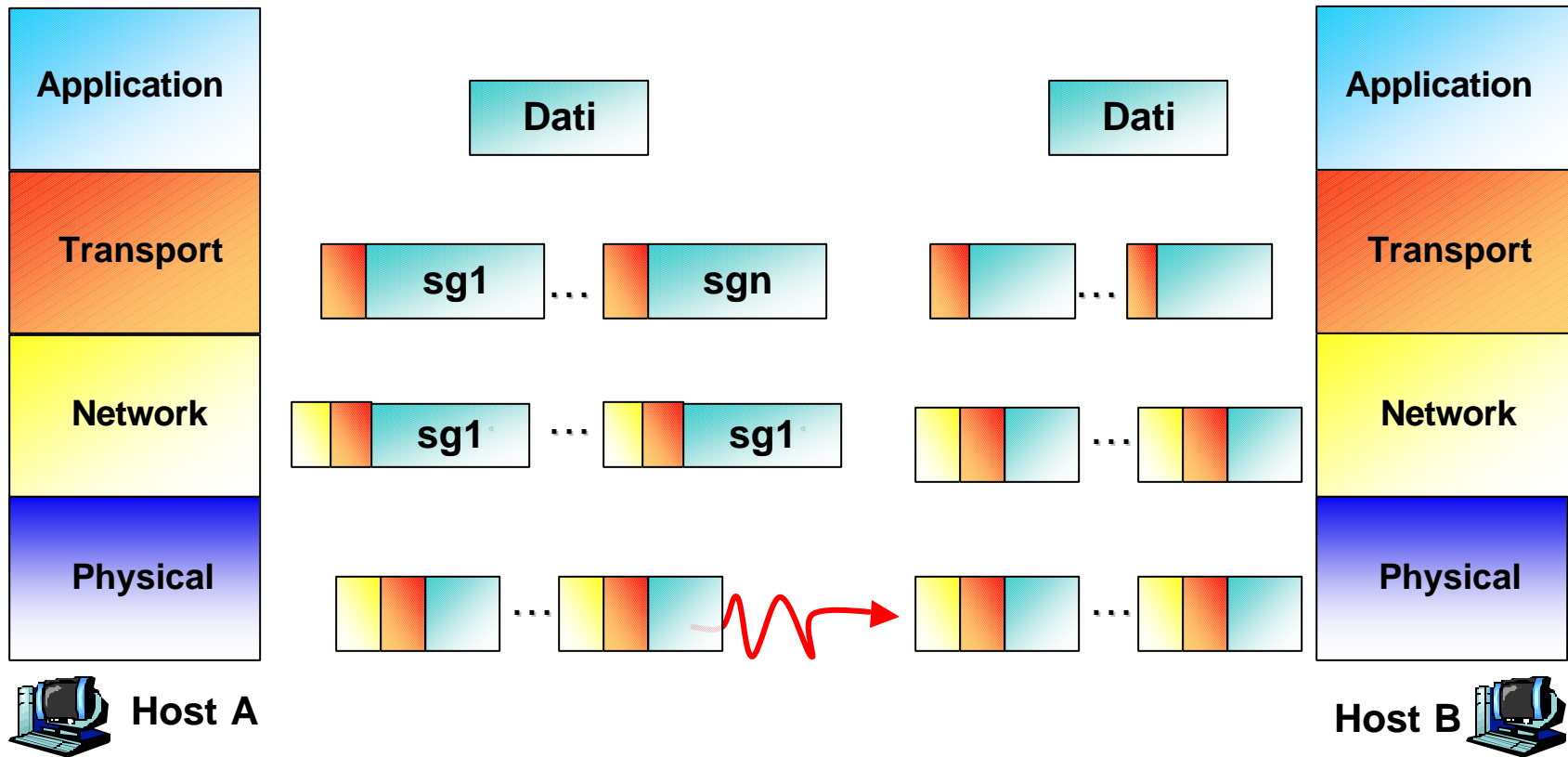
Dal livello Transport i segmenti vengono passati al livello Network. I dati al livello Network si chiamano **pacchetti**. Qui vengono aggiunte altre informazioni (altre intestazioni) ad ogni pacchetto relative al suo instradamento in rete

Comunicazione multilivello: esempio



Finalmente si raggiunge il livello più basso (Physical) dove avviene il trasferimento fisico dei pacchetti verso il nodo destinatario B

Comunicazione multilivello: esempio



Sul nodo B i pacchetti arrivano al livello più basso e risalgono via via tutti i livelli, con le intestazioni che vengono eliminate di volta in volta

Il messaggio originale viene così ricostruito (al livello transport) e ricevuto dal destinatario

Internet Protocol (IP)

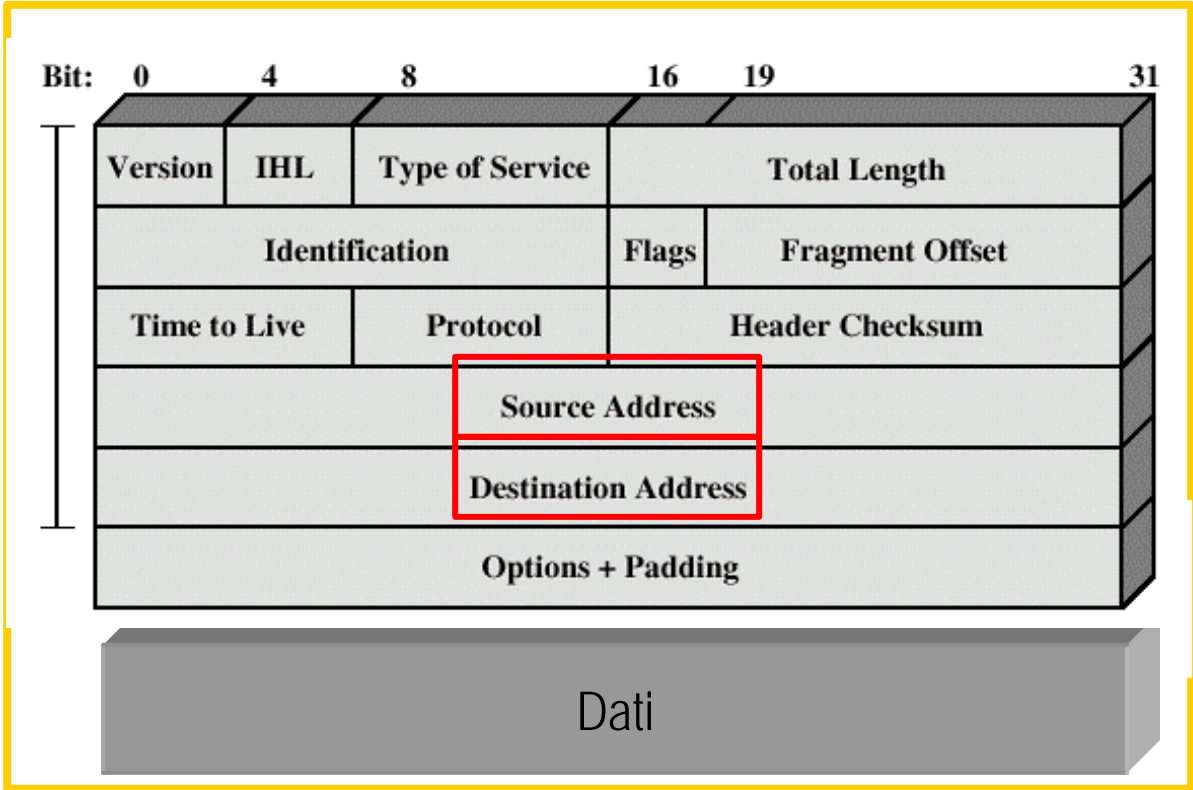
- L'IP ha il compito di gestire l'invio dei dati raccolti in pacchetti.
- I pacchetti IP sono detti ***datagrammi*** (in analogia con i telegrammi).
- Ciascun datagramma ha la capacità massima di 64Kbyte circa (ma in genere sono di 1500byte).
- Un datagramma contiene un'intestazione (header) con varie informazioni e i dati

I datagrammi

L'header di un **datagramma**: contiene, tra le altre le seguenti informazioni:

- **identificativo** univoco del datagramma
- **source address**
- **destination address**
- **time to live**: per quanto tempo (contato come passaggi da router intermedi) e' considerato valido

Header aggiunto dal livello IP



Dati forniti dal livello superiore

Indirizzi IP

- Inoltre IP deve provvedere all'instradamento dei messaggi: per far questo utilizza **indirizzi numerici** formati da 4 byte (**32** bit):

100000000000010100000001000011110

- Si rappresentano con quattro numeri di massimo tre cifre (in realtà al più 256) separati da punti

128.10.2.30

- Gli indirizzi IP devono essere **univoci** per questo motivo è stata istituita una organizzazione, Internet **C**orporation for **A**ssigned **N**ame and **N**umbers, preposta ad assegnare indirizzi IP garantendone l'univocità (ICANN)

Indirizzi IP

Un indirizzo IP ha la seguente struttura: in generale

- la parte sinistra dell'indirizzo indica la **rete (NETID)**
- la parte destra indica il singolo **host** di quella rete (**HOSTID**)

Quali gruppi di cifre formino la parte rete e quali la parte host dipende dalla classe della rete (le classi principali sono tre: A, B, C):

- nelle reti di classe **A** solo il primo byte indica la rete, gli altri tre indicano gli host: questi possono essere 16.777.214
- nelle reti di classe **C** i primi tre byte indicano la rete, e solo l'ultimo gli host che sono al più 256.

IP: Routing

- IP fornisce un servizio di trasferimento di datagrammi dal mittente al destinatario
- Il servizio è **connectionless**: non c'è accordo preventivo tra i nodi mittente e destinatario e ogni datagramma è gestito indipendentemente da tutti gli altri
- Il servizio è **inaffidabile**: i datagrammi possono arrivare fuori sequenza oppure possono venire ***persi***
- Il trasferimento dei pacchetti è compito dei **router**
- Non c'è un **percorso predefinito** nella rete dei router
- Non c'è un **meccanismo globale** per determinare il percorso di un datagramma
- Un router conosce solo il passo successivo del percorso che compirà un datagramma e non ne conosce la "storia"

Come viaggiano i dati

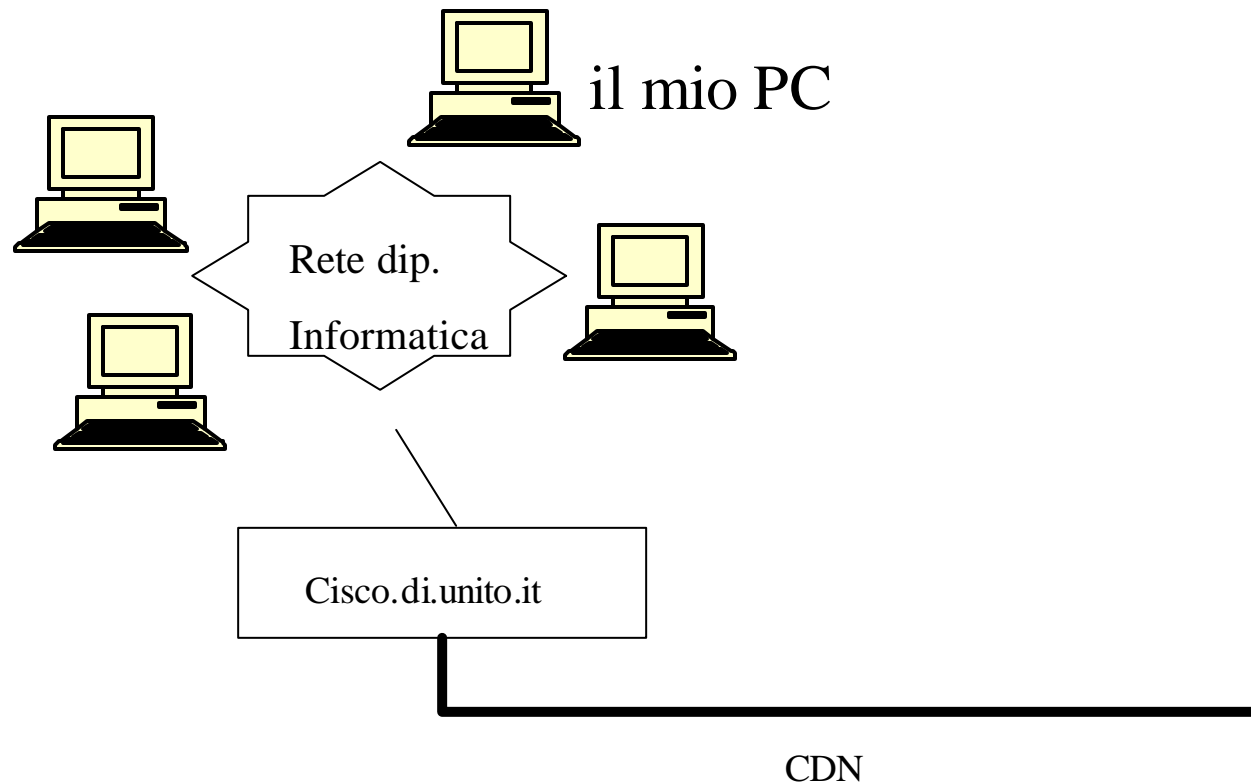
- Un router X analizza il NETID del datagramma:
- se la rete è quella di cui fa parte X, i dati sono inviati direttamente all'host indicato nell'indirizzo (HOSTID);
- altrimenti sono inviati ad uno dei router a cui X è collegato (possono essere più di uno)

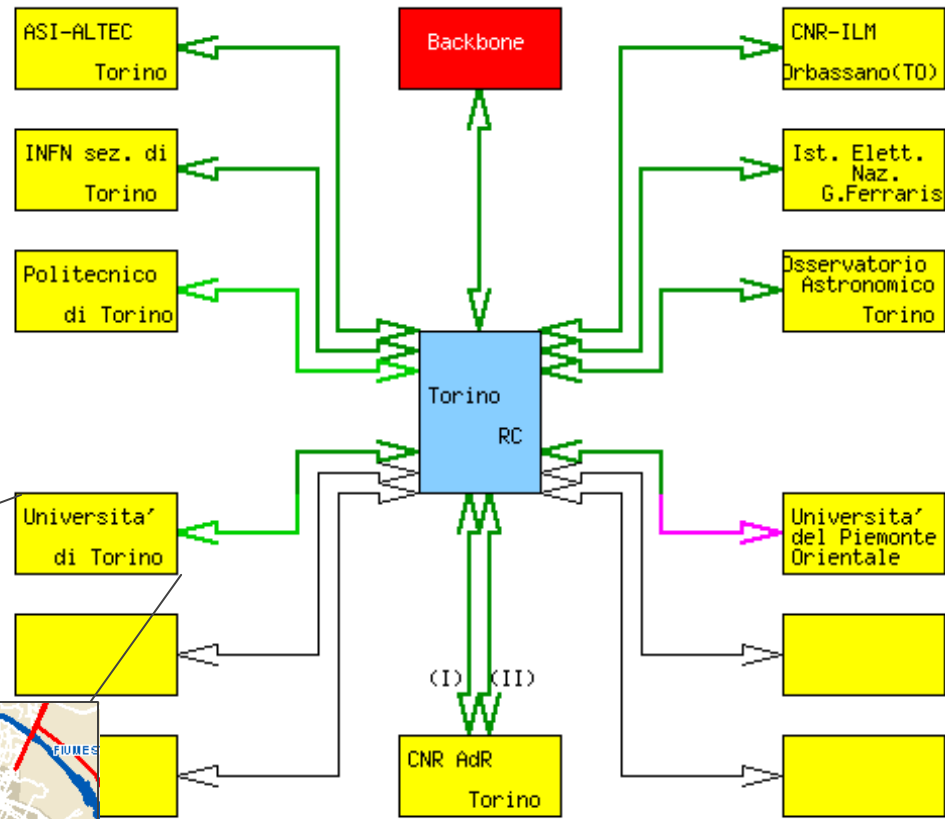
Routing

- Nei router viene mantenuta una *tabella di routing* (instradamento) per trovare il prossimo router a cui inviare il datagramma.
- La tabella (dinamica) specifica per ogni **NETID** uno o più router a cui inviare il datagramma, specificando anche un ordine di scelta quando i router sono più di uno
- Per impedire che un datagramma giri a vuoto tra i router, si utilizza l'attributo *time to live* del datagramma il cui valore viene diminuito di un'unità ad ogni passaggio di router. Quando tale valore diventa 0, il router **distrugge** il datagramma invece di trasmetterlo

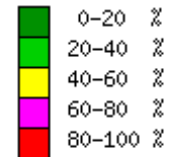
La lunga strada verso la meta

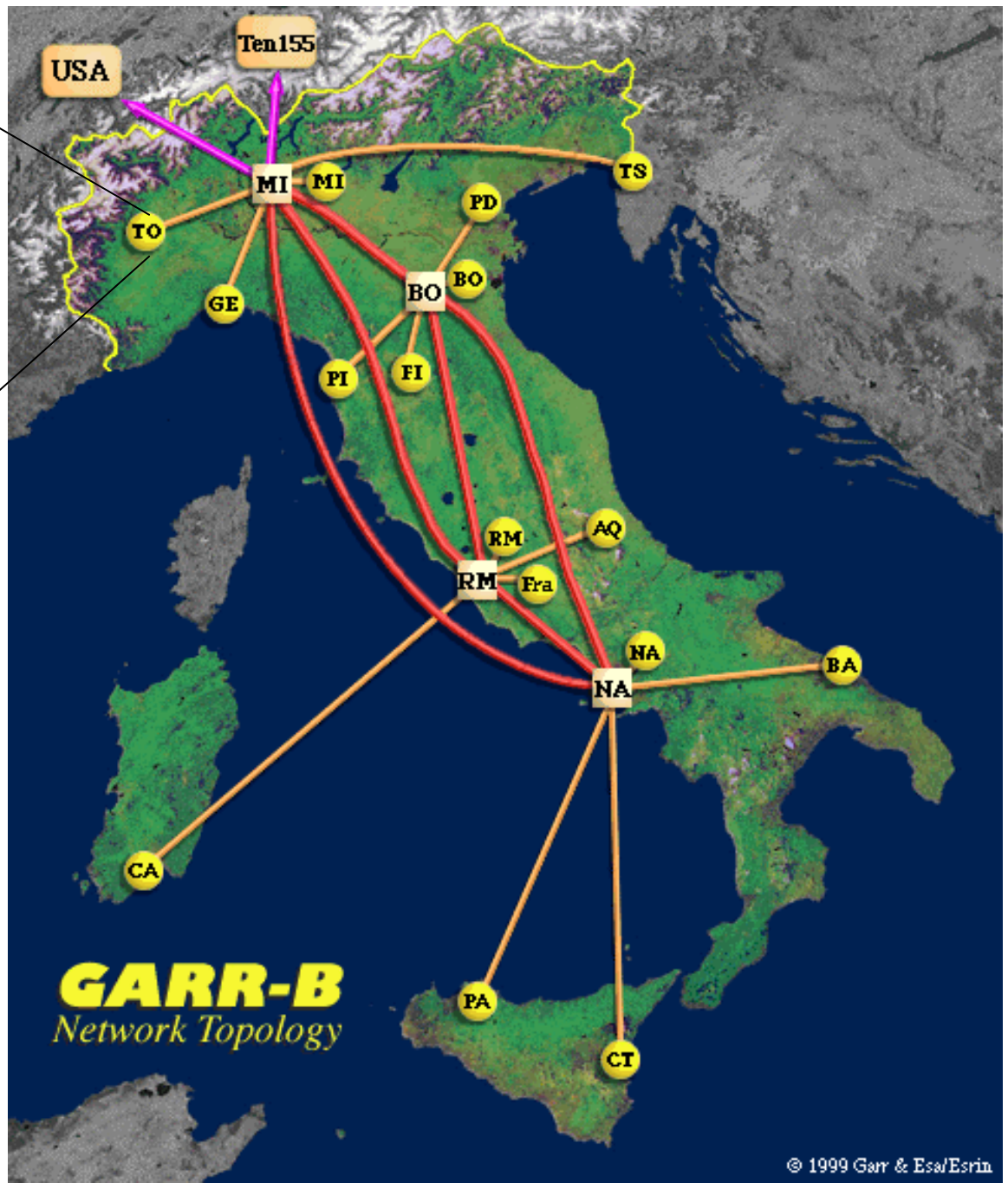
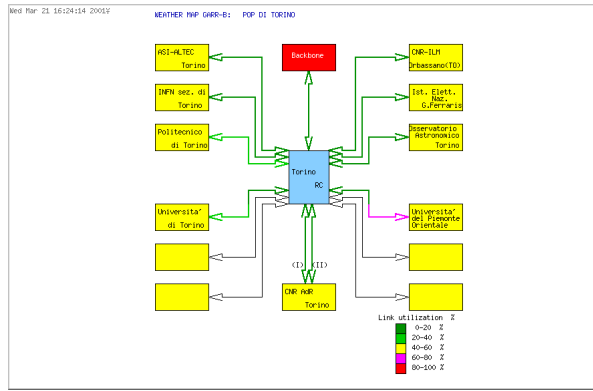
Esempio: che strada deve fare un messaggio di posta elettronica mandato dal mio PC del Dipartimento di Informatica ad un mio collega del Dipartimento di Matematica ed Informatica dell'Università di Catania





Link utilization %





Protocollo TCP

- Il compito fondamentale del TCP è quello di controllare che la comunicazione vada a buon fine, attraverso un meccanismo di messaggi di conferma della ricezione avvenuta e di segnalazione di errori, onde la trasmissione venga ripetuta.
- Il protocollo TCP riguarda solo gli **hosts** (le macchine utenti) non gli elementi intermedi della rete
- TCP rimedia l'inaffidabilità del livello rete in modo controllabile dagli utenti (la rete non lo è)
- E' necessario per scrivere applicazioni che siano indipendenti dalla tecnologia delle reti

Il protocollo TCP garantisce:

- comunicazione affidabile: trasmissione **completa, senza errori e ordinata** dei dati (chiamati segmenti)
- realizza una **connessione virtuale**: due nodi A e B si "connettono" per scambiarsi dati per mezzo di un canale mantenuto attivo per tutta la durata della comunicazione

Connessione TCP tra due nodi A, B

- Il processo che esegue TCP su A manda a B una richiesta di *connessione*
- Se B accetta manda a A un messaggio di *accettazione*
- A questo punto A e B possono *scambiarsi* i dati
- A o B chiudono la comunicazione notificando l'altro nodo con un messaggio di *disconnessione*

Realizzazione della connessione TCP mediante IP

- TCP si occupa di far comunicare **processi** (non computer)
- Gli indirizzi usati da TCP sono coppie **(IP, Porta)** la porta identifica a quale processo (applicazione) sono destinati i dati
- TCP si occupa di suddividere i messaggi scambiati in unità più piccole i **segmenti** (di dimensione pari ai pacchetti IP) aggiungendo informazioni opportune

Header TCP

L'header **TCP** contiene (tra gli altri):

- Il numero di sequenza del segmento per ricostruire la sequenza corretta dei segmenti
- quale applicazione ha generato l'informazione da inviare
- informazioni di ridondanza per correggere errori di trasmissione

Il segmento prodotto viene passato al livello IP che lo tratta come un pacchetto IP da inviare al destinatario

Quando il destinatario lo riceve è in grado di ricostruire il messaggio completo grazie alle informazioni contenute nel Header TCP

Affidabilità della comunicazione

- L'affidabilità della connessione viene garantita con un meccanismo di conferma della ricezione (corretta) di ogni segmento
- Il TCP del mittente stabilisce un tempo massimo entro cui deve arrivare il messaggio di conferma della ricezione da parte del destinatario
- se non ottiene il messaggio di ricezione entro quel tempo, ritrasmette il segmento

Altri Protocolli sopra IP

TCP non è l'unico protocollo sopra IP: un altro protocollo è **UDP** (User Datagram Protocol) **connectionless** e **inaffidabile** usato per multimedia applications

Internet: gli indirizzi logici

- Per comunicare, al posto degli indirizzi IP gli utenti possono impiegare indirizzi simbolici, più facili da memorizzare:
- Internet è organizzata gerarchicamente ed è divisa in **domini**, uno per ogni nazione o organizzazione
- I domini sono a loro volta suddivisi in sotto-domini, uno per ogni centro, e così via in sotto-sottodomini
- L'indirizzo di un host o sottorete è dato dalla sequenza dei domini cui appartiene separati tra loro dal simbolo “.”

Internet: gli indirizzi

- Ad esempio, l'indirizzo della sottorete del Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino è:

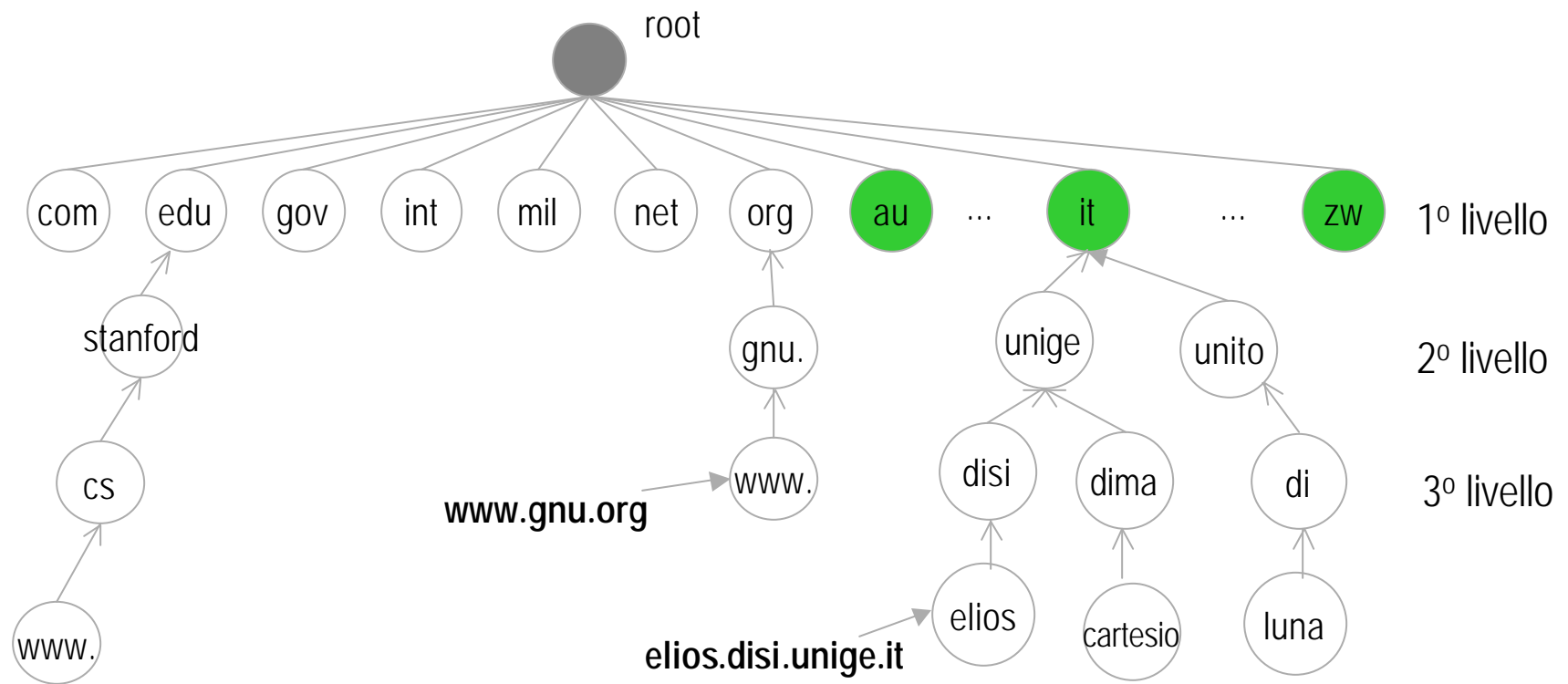
di.unito.it

- dove *it* è il nome logico che indica il dominio Italia, *unito* indica il sotto-dominio Università di Torino e *di* il sotto-sottodominio Dipartimento di Informatica
- In modo analogo gli indirizzi del Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino e del CISI sono:

dm.unito.it

cisi.unito.it

- **schema gerarchico** di nomi basato sul concetto di dominio



Domain Name Service - DNS

- Domini di primo livello (**top level**)

com	aziende
edu	università americane
gov	istituzioni governative
mil	istituzioni militari
net	fornitori d'accesso
org	organizzazioni non-profit
au	Australia
ch	Svizzera
fr	Francia
it	Italia
jp	Giappone
uk	Inghilterra
.....	

Risoluzione dei Nomi

- La *risoluzione*, cioè la traduzione dal simbolico al numerico, spetta al **Domain Name System**: un sistema di database distribuiti sulla rete (computer che gestiscono il servizio sono chiamati **server DNS**) .
- Quando un'applicazione deve collegarsi ad una risorsa di cui conosce il nome logico (ad es. albert.unige.it), invia una richiesta al suo server **DNS locale**
- Il server **DNS locale**, se conosce la risposta, la invia direttamente al richiedente. Altrimenti interroga il server **dns** di livello superiore. Questi può conoscere l'indirizzo oppure inoltrare l'interrogazione ad altri name server.
- Si continua con le interrogazioni fino a quando non si ottiene l'indirizzo IP numerico della risorsa
- Quando l'applicazione riceve la risposta crea una connessione TCP con la destinazione, usando l'indirizzo IP appena ricevuto

Tipologia di collegamento: diretto

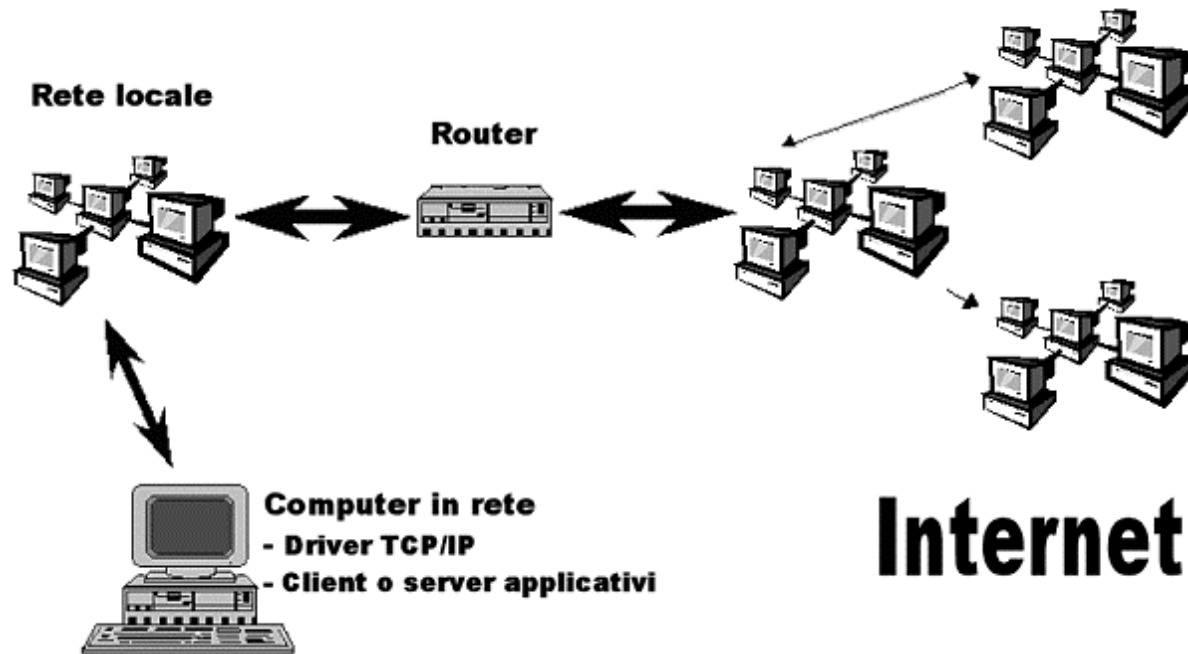
Il collegamento diretto è l'allacciamento di un computer in una sottorete. La sottorete è a sua volta collegata ad un router a cui sia stato attribuito l'IP di un sottodominio (l'IP degli host della sottorete sono assegnati dal manager della rete locale).

Il driver TCP/IP del singolo computer deve essere istruito del suo **indirizzo IP** e dei **server DNS** a cui rivolgersi

Gli indirizzi possono essere impostati

- in modo **statico** (impostandolo all'interno del computer)
- in **modo dinamico**, mediante un protocollo (DHCP) che li assegna automaticamente quando vengono connessi in rete

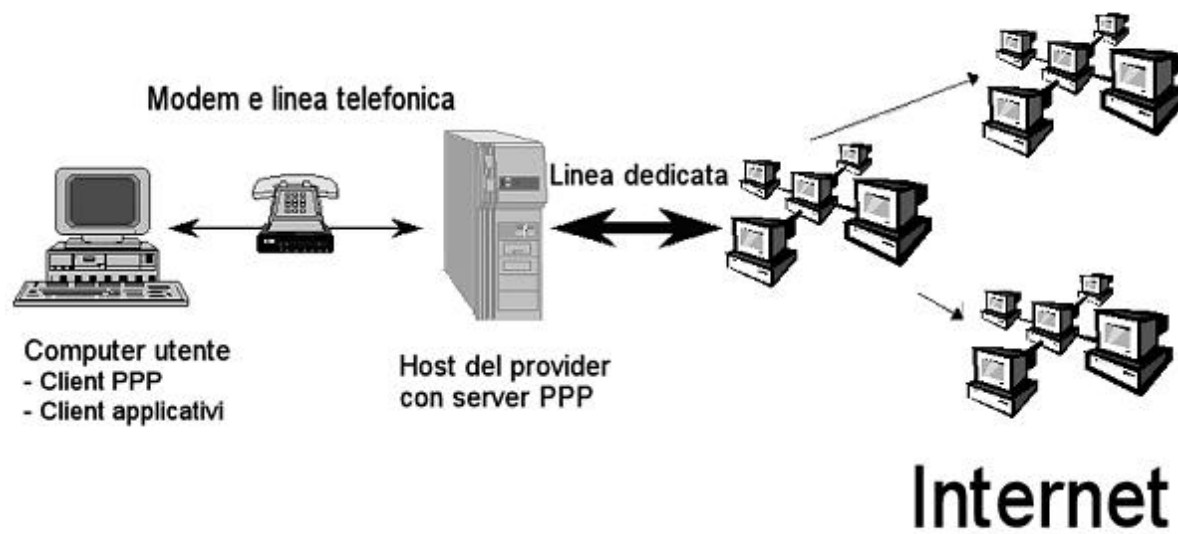
Collegamento diretto: schema



Tipologia di collegamento: commutato

- E' questo il caso del collegamento attraverso la linea telefonica ed un **provider**.
- Il protocollo usato, il ***Point-to-Point Protocol (PPP)***, prevede che il provider disponga di un insieme di indirizzi IP
- Viene assegnato dinamicamente un indirizzo IP al client al momento del collegamento; tale indirizzo IP verrà riutilizzato quando la sessione di comunicazione sia conclusa ed un altro client richieda il collegamento.
- Ciò fa sì che il client, pur non essendo permanentemente collegato alla rete, sia un nodo della rete per tutta la durata del collegamento.

Collegamento commutato: schema



I provider

- Gli Internet Service Provider (ISP) sono organizzazioni, pubbliche o private, che affittano all'utenza privata accessi ad Internet su linea commutata (che richiede dunque un modem)
- Un provider dispone di uno o più host collegati ad Internet mediante linee dedicate, attive 24 ore su 24; tali host, a loro volta, sono in grado di fornire temporaneamente accesso ai servizi di rete a decine o centinaia di computer mediante modem e linee telefoniche.

Application layer

- Si colloca al di sopra del livello Transport ed è il livello nel quale viene svolto il “lavoro utile” per l’utente
- In questo livello si trovano diversi protocolli, alcuni relativi alle applicazioni che usiamo abitualmente in Internet

Applicazioni in rete ed architettura client-server

Il *client* è un programma dotato di interfaccia utente, che consente di richiedere dati ed elaborazioni al server, ossia ad un host, mediante il suo indirizzo IP. Il *server* mantiene i dati e si occupa della loro elaborazione e trasmissione su richiesta.

Il dialogo client-server è regolato da protocolli del livello delle applicazioni, tra i quali i più importanti sono:

- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* per la posta;
- *File Transfer Protocol (FTP)* per i file;
- *Hyper-Text Transfer Protocol (HTTP)* per il Web
- *Telnet* consente ad un computer di diventare un terminale remoto di un altro