

Informatica

Le reti di calcolatori

Thomas Barbera
thomas.barbera@unimib.it

Riadattamento delle slides di Marco Viviani e Simone Zini



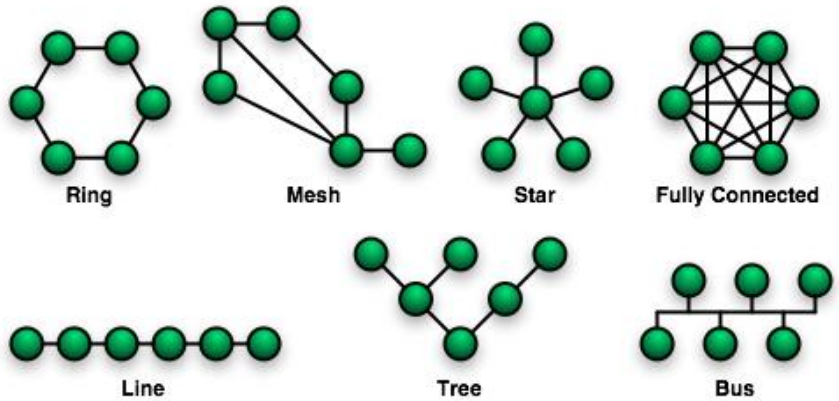


Definizione

- Cos'è una rete?
- Punto di vista **logico**: sistema distribuito costituito da calcolatori, dati e utenti
- Punto di vista **fisico**: sistema distribuito costituito da componenti hardware, collegamenti, e protocolli (componenti *software*) che permettono la comunicazione tra macchine remote

Classificazione delle reti

- **Classificazione in base al canale trasmissivo**
- **Classificazione in base all'estensione geografica**
  - LAN
  - WAN
  - GAN
- **Classificazione in base alla topologia**



Le componenti di una rete

- **Nodo**
  - È un qualsiasi dispositivo hardware in grado di comunicare con gli altri dispositivi che fanno parte della rete. Può essere quindi un calcolatore, una stampante, ecc.

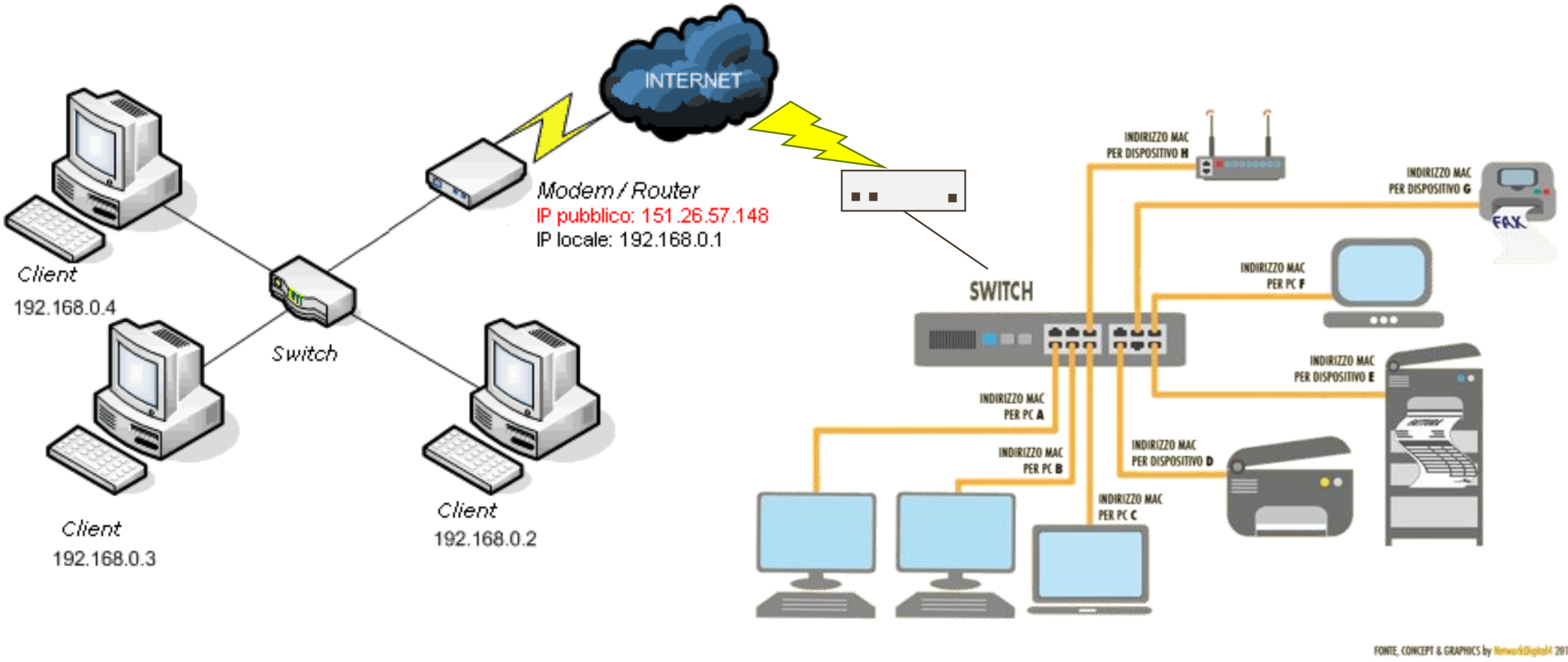
- Dispositivi (hardware/software) per l'**instradamento** (*routing*)
  - Sistemi che determinano/filtrano il percorso seguito dal traffico Internet per giungere a destinazione
    - **Router**
    - **Switch**
    - **Gateway**
    - **Firewall**

Le componenti di una rete – L'instradamento

- **Router**
  - Traducibile come instradatore o commutatore, è un dispositivo di rete che si occupa di instradare i dati, **suddivisi in pacchetti**, fra sotto-reti diverse (dal punto di vista fisico)
- **Switch**
  - Uno switch non è in grado di connettere reti fisicamente diverse
- **Gateway**
  - Permette la connessione fra due reti che utilizzano diversi protocolli di trasmissione
- **Firewall**
  - È un sistema di sicurezza (hardware o software) della rete che monitora e controlla il traffico di rete in entrata e in uscita sulla base di regole di sicurezza predeterminate
  - Un firewall in genere stabilisce una barriera tra una rete interna affidabile e una rete esterna non sicura, come Internet

http://www.brescianet.com/appunti/newreti/dispositivi.pdf

Architettura (semplificata) di una rete di calcolatori



Trasmissione dei dati

- **MODEM** (MODulazione e DEModulazione): dispositivo di ricetrasmissione che ha funzionalità logiche di modulazione/demodulazione (analogica o digitale) in trasmissioni analogiche e digitali
  - Il modem è il dispositivo che gestisce lo scambio di informazioni indispensabili per collegarsi alla rete Internet
  - Inizialmente nato come dispositivo che permetteva a due computer di trasmettere e ricevere dati attraverso una tradizionale linea telefonica, mediante la conversione di un segnale da digitale, in codifica binaria, a analogico, di tipo continuo (modulazione) e viceversa (demodulazione)
  - Quando ci si riferisce al modem analogico si parla anche di modem **56k** (56 kbps), indicandone la velocità. In realtà il segnale effettivo era decisamente più lento e, nel migliore dei casi, arrivava poco oltre la metà della velocità nominale

- NOTA BENE: la linea telefonica di tipo **ISDN** (*Integrated Service Digital Network*) e **ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) fanno viaggiare le informazioni in formato digitale

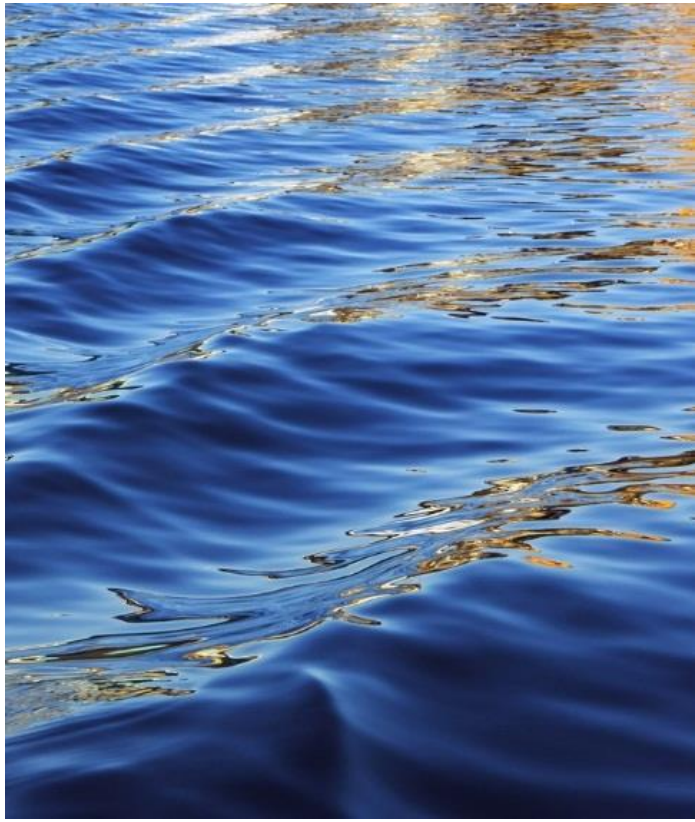
Separare il segno vocale dal traffico dati

- Il doppino telefonico in rame era stato progettato, e viene tuttora usato, per la **comunicazione in voce**, che utilizza frequenze tra 300 e 3.400 hertz, perché questa banda viene considerata come limite minimo per l'intelligibilità della voce umana, ma ha in realtà una banda passante di alcuni MHz

- Per sfruttare tutta la banda effettivamente disponibile, vengono attualmente utilizzate tecniche per separare il segnale vocale (sotto i 4 kHz) dal traffico dati (sopra i 25,875 kHz), e il traffico dati in upload da quello in download



Classificazione in base al canale trasmissivo



Mezzi di trasmissione dati

- Due o più calcolatori possono essere collegati tra loro mediante dei **mezzi di trasmissione**

- La scelta del mezzo di trasmissione è correlata alla **topologia**, all'**estensione** e al/ai **protocollo/i** della rete:
  - **Doppino telefonico**
  - **Cavo coassiale**
  - **Cavo Ethernet**
  - **Fibra ottica**
  - **Comunicazione *wireless***

Mezzi di trasmissione dati

Doppino telefonico:

- Cavo usato per le comunicazioni telefoniche. Due cavi di rame isolati, arrotolati uno sull'altro, in forma di spirale

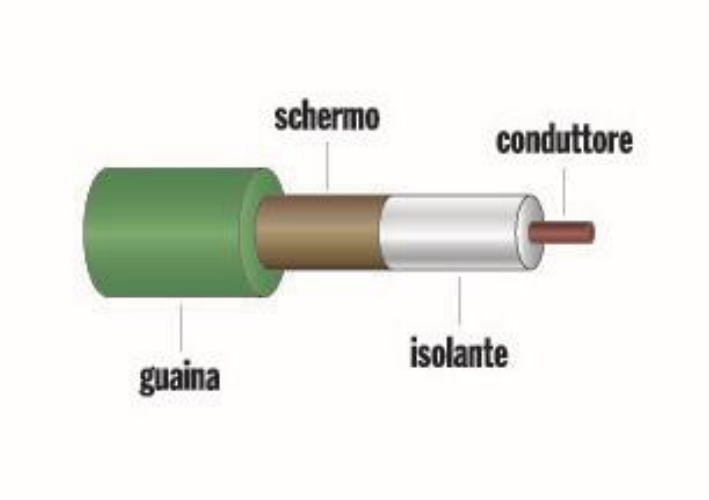




Mezzi di trasmissione dati

Cavo coassiale:

- Il cavo coassiale ha al suo centro un singolo conduttore di rame. Uno strato di plastica garantisce l'isolamento tra il centro del conduttore ed uno schermo di metallo intrecciato. Lo schermo di metallo aiuta a bloccare qualsiasi interferenza esterna

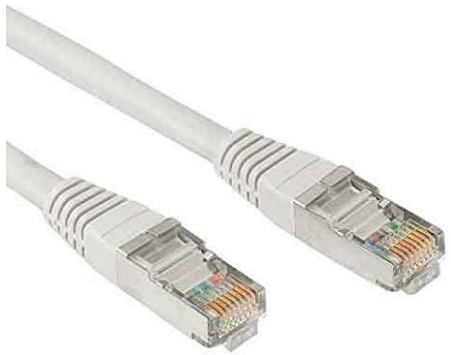


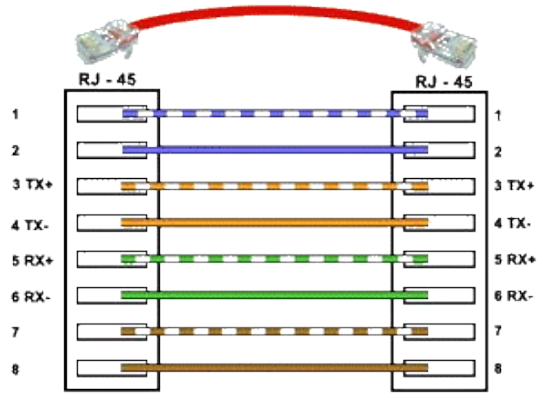


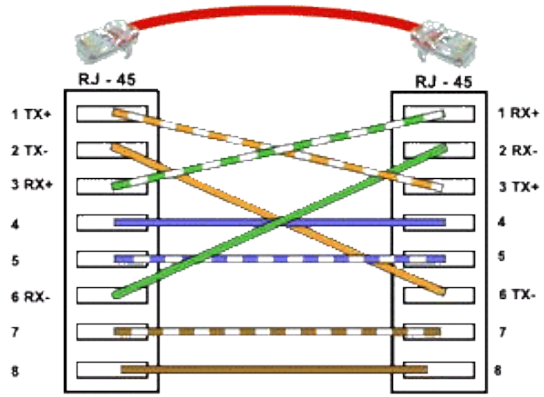
Mezzi di trasmissione dati

Cavo Ethernet dritto/incrociato:

- Si parla di cavi dritti (o *patch*) e di cavi incrociati (o cross/crossover): i primi servono per collegare ad esempio i PC con i router, mentre i secondi si usano per collegare direttamente tra loro due PC oppure per collegare in cascata più router (due elementi dello stesso livello di comunicazione)



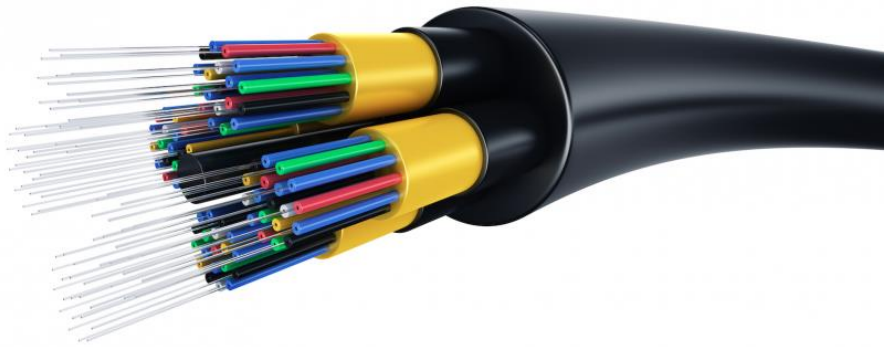




Mezzi di trasmissione dati

Fibra ottica: mezzo per la trasmissione veloce dei dati

- Il cavo in fibra ottica per trasportare i dati utilizza segnali luminosi trasmessi sopra una sottile **fibra in vetro** (o materiali polimerici)
  - Il cavo in fibra ottica consiste di una parte centrale in vetro circondata da parecchi strati di materiali protettivi
  - Questo cavo trasmette luce anziché segnali elettrici, eliminando così il problema dell'interferenza elettrica; questo lo rende il mezzo trasmissivo ideale in ambienti che hanno un'elevata interferenza elettrica
  - Il cavo in fibra ottica ha la capacità di trasmettere segnali su distanze maggiori rispetto al cavo coassiale e al doppino telefonico, ed inoltre consente di trasferire l'informazione a velocità più elevate



Mezzi di trasmissione dati

Comunicazione *wireless*:

- Il termine *wireless* (senza fili) indica una comunicazione tra dispositivi elettronici che non fa uso di cavi
  - I sistemi tradizionali basati su connessioni cablate sono invece detti *wired*

- Generalmente il wireless utilizza onde radio a bassa potenza; tuttavia la definizione si estende anche ai dispositivi, meno diffusi, che sfruttano la radiazione infrarossa o il laser



Velocità di trasmissione dati

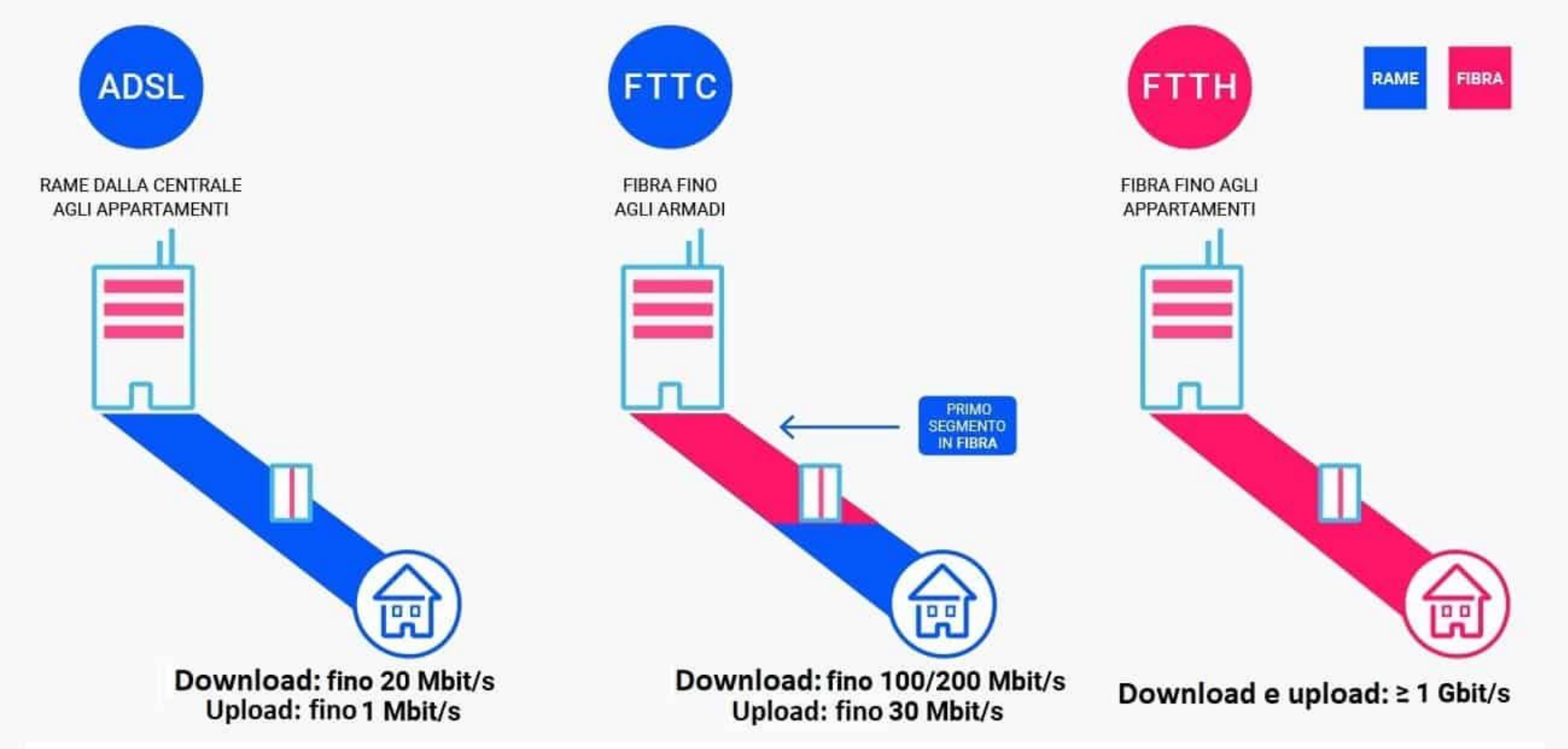
- La velocità di trasmissione dei dati si misura in **bit per secondo (bps)** e dipende dal mezzo di trasmissione utilizzato
  - 1 Kilobit per secondo (kbps) = 10^3 bps = 1.000 bps
  - 1 Megabit per secondo (Mbps) = 10^6 bps = 1.000.000 bps
  - 1 Gigabit per secondo (Gbps) = 10^9 bps
  - 1 Terabit per secondo (Tbps) = 10^{12} bps

- **Velocità:**
  - Doppino telefonico: dipende dalla tecnologia utilizzata per il trasferimento dati
  - Cavo Ethernet. Fino a 10 Gbps (brevi distanze)
  - Cavo coassiale. Velocità da 10 Mbps (brevi distanze) a 10 kbps (lunghe distanze)
  - Fibra ottica. Velocità fino a 1 Gbps (lunghe distanze)

Velocità con fibra ottica

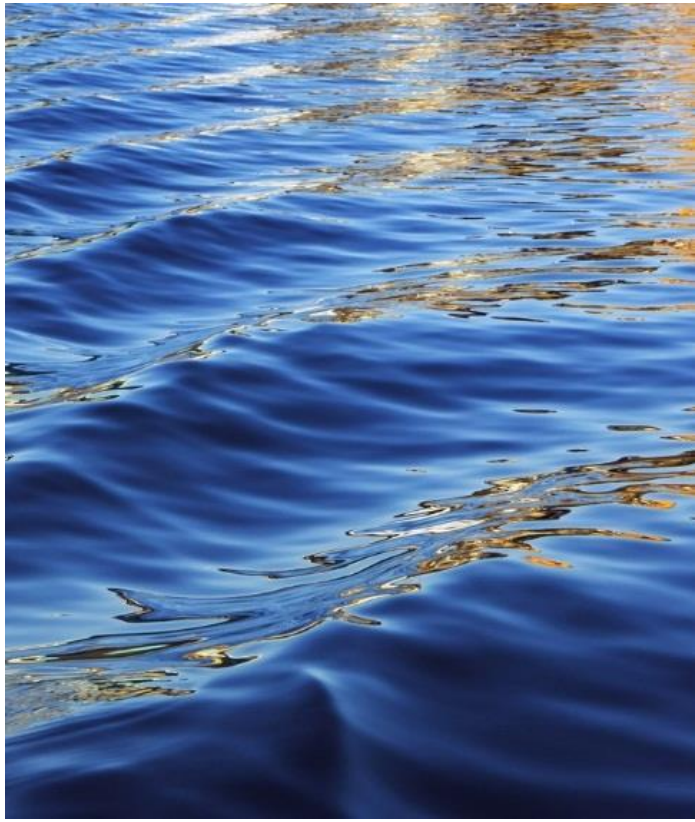
- Nell'ambito della telefonia e traffico dati, ad oggi, è possibile distinguere differenti tipologie di collegamento che sfruttano (del tutto in parte) le fibre ottiche per l'accesso a Internet. Tra le più importanti:
  - **FTTH** (*Fiber To The Home*)
    - I cavi in fibra ottica vengono portati fin dentro le abitazioni, gli uffici o, in generale, gli spazi chiusi, così che i dati viaggino soltanto su vetro dalla centrale al modem e viceversa. In termini di velocità, ciò si traduce in connessioni a Internet che possono toccare i **1.000 Mbps** (o **1 Gbps**)
  - **FTTB** (*Fiber To The Building*) o **FTTN** (*Fiber To The Node*)
    - I cavi in fibra ottica arrivano fino alle fondamenta dell'edificio: solitamente, nel sottoscala, è presente un **apparato attivo** che riceve i cavi in fibra ottica e "suddivide" la connessione tra i vari interni avvalendosi del **cavo in rame**. È possibile toccare velocità pari a **500 Mbps**
  - **FTTC** (*Fiber To The Cabinet*) o **FTTS** (*Fiber To The Street*)
    - I dati viaggiano su vetro soltanto dalla **centrale all'armadio su strada**, mentre il percorso rimanente che va dall'armadio alla casa o all'edificio che riceve il collegamento a Internet viene coperto attraverso il **cavo in rame**. Le connessioni FTTC raggiungono velocità maggiori rispetto a quelle offerte dall'ADSL (in alcuni casi, è possibile toccare anche i **200 Mbps**), tuttavia non possono essere definite propriamente in «sola fibra ottica».

Schema di possibili tecnologie utilizzabili





Classificazione in base all’estensione

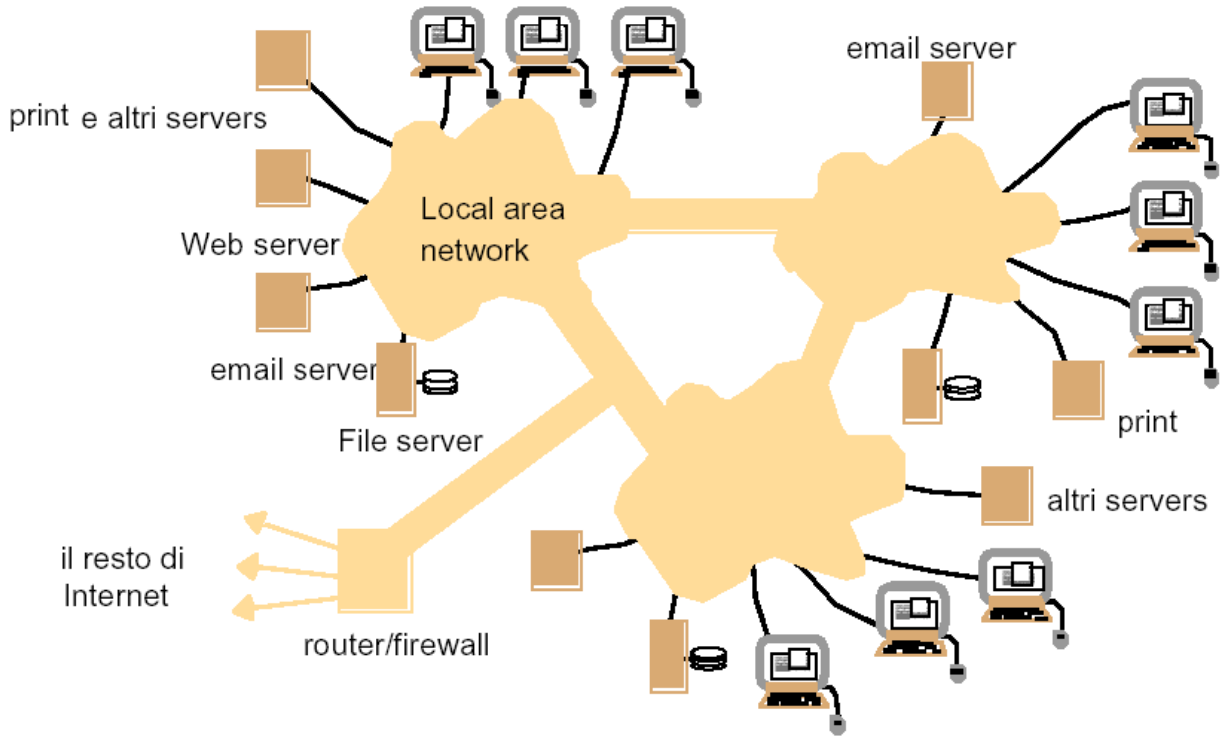


LAN, WAN e GAN

- A seconda dell'**estensione geografica**, si distinguono diversi tipi di reti (elencate solo le principali):
  - si parla di **rete locale** o LAN (*Local Area Network*) se la rete si estende all'interno di un edificio o di un comprensorio, con una estensione nell'ordine del centinaio di metri
  - si parla di **rete universitaria** o CAN (*Campus Area Network*), intendendo la rete interna ad un campus universitario, o comunque ad un insieme di edifici adiacenti, separati tipicamente da terreno di proprietà dello stesso ente, che possono essere collegati con cavi propri senza far ricorso ai servizi di operatori di telecomunicazioni. Tale condizione facilita la realizzazione di una rete di interconnessione ad alte prestazioni e a costi contenuti.
  - si parla di **rete metropolitana** o MAN (*Metropolitan Area Network*) se la rete si estende all'interno di una città
  - si parla di **rete geografica** o WAN (*Wide Area Network*) se la rete ricopre un'area geografica molto estesa e che intercorre nelle reti precedenti
  - si parla di **rete globale** o GAN (*Global Area Network*) se la rete collega calcolatori dislocati in tutto il mondo, anche via satellite.

Intranet

- Rete (locale) aziendale o riservata basata sulle stesse tecnologie di Internet il cui accesso è strettamente riservato all'azienda o ente



Le reti geografiche (WAN)

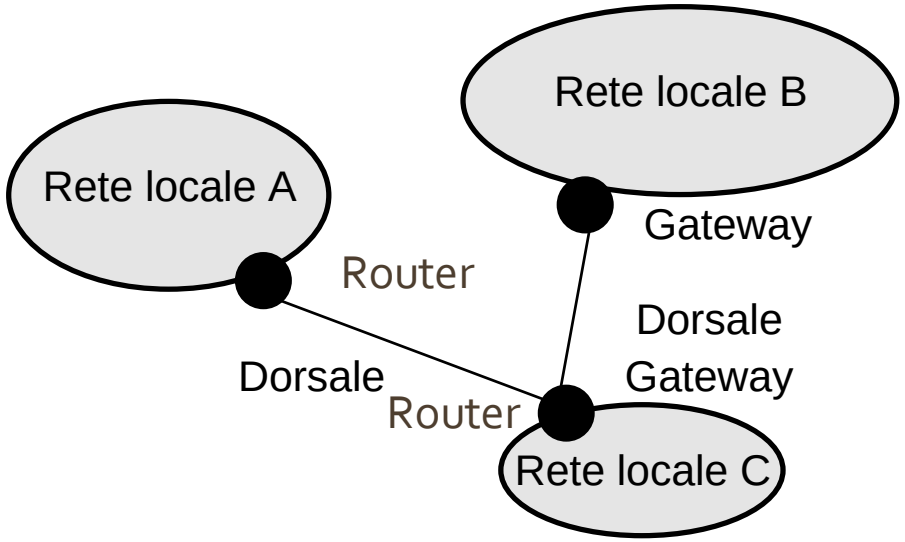
- Le **reti geografiche** (WAN) si estendono su un'area geografica più vasta delle reti locali, di solito limitate ad un'area circoscritta, come un complesso aziendale o un istituto universitario. Alcune reti geografiche sono pubbliche, altre private, create di solito per uso aziendale



Esempio di connessioni fisiche
in rete geografica

Le reti geografiche (WAN)

- Tecnicamente la rete è ottenuta collegando reti locali a una **dorsale**, tramite dei ***router*** (un router è un dispositivo che unisce due reti fisiche diverse).
  - Un ***gateway*** permette la connessione fra due reti che utilizzano diversi protocolli di trasmissione



Le reti globali (GAN)

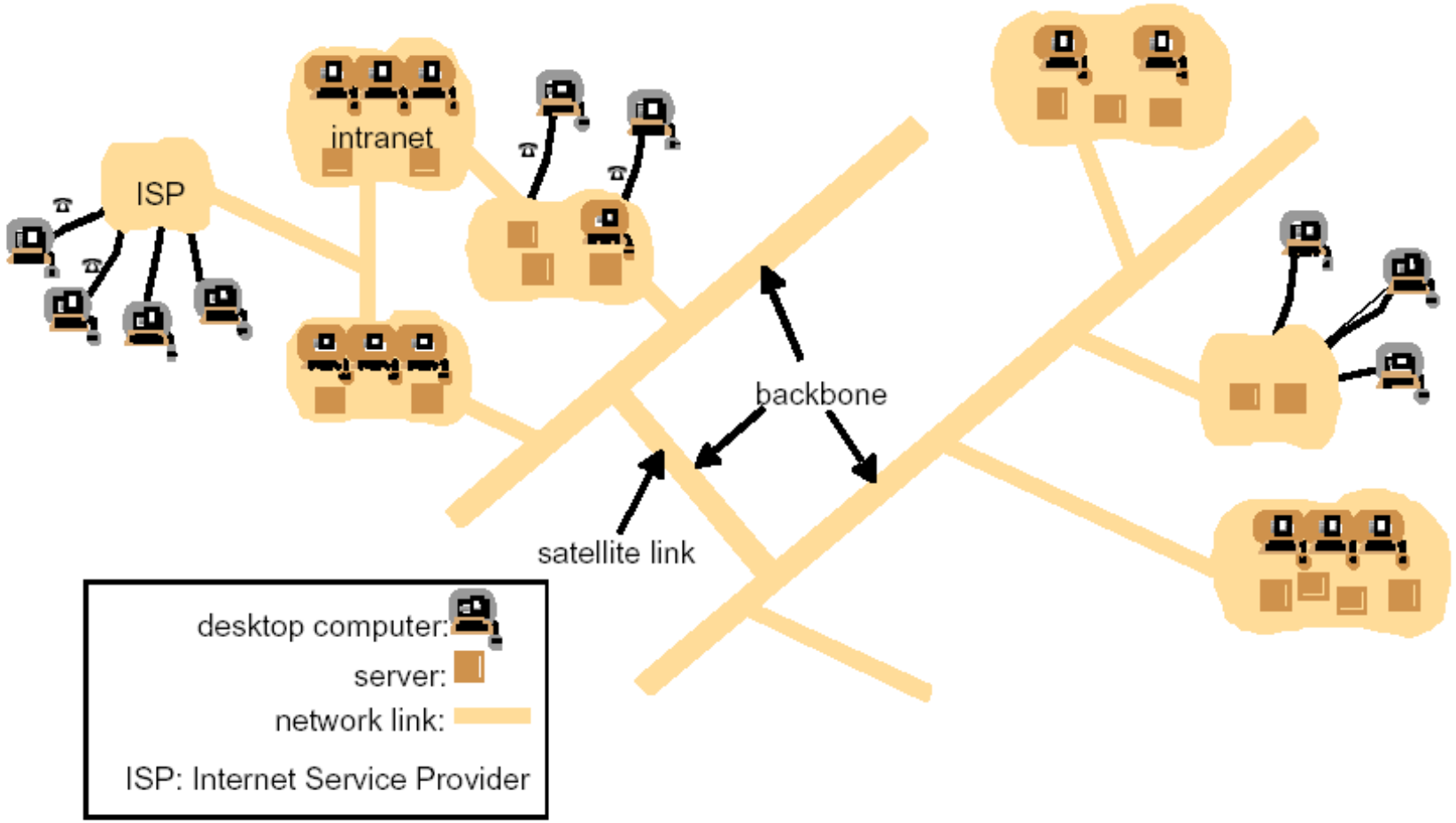
- **Internet** è una è una rete geografica (WAN) mondiale. È dunque una *global area network* (GAN)

- È costituita da reti locali componenti: centinaia di migliaia/milioni, diversi protocolli di rete, diverse componenti fisiche, …

Computer in Internet

Date	*Computers*	*Web servers*
1979, Dec.	188	0
1989, July	130,000	0
1999, July	56,218,000	5,560,866

Architettura di Internet



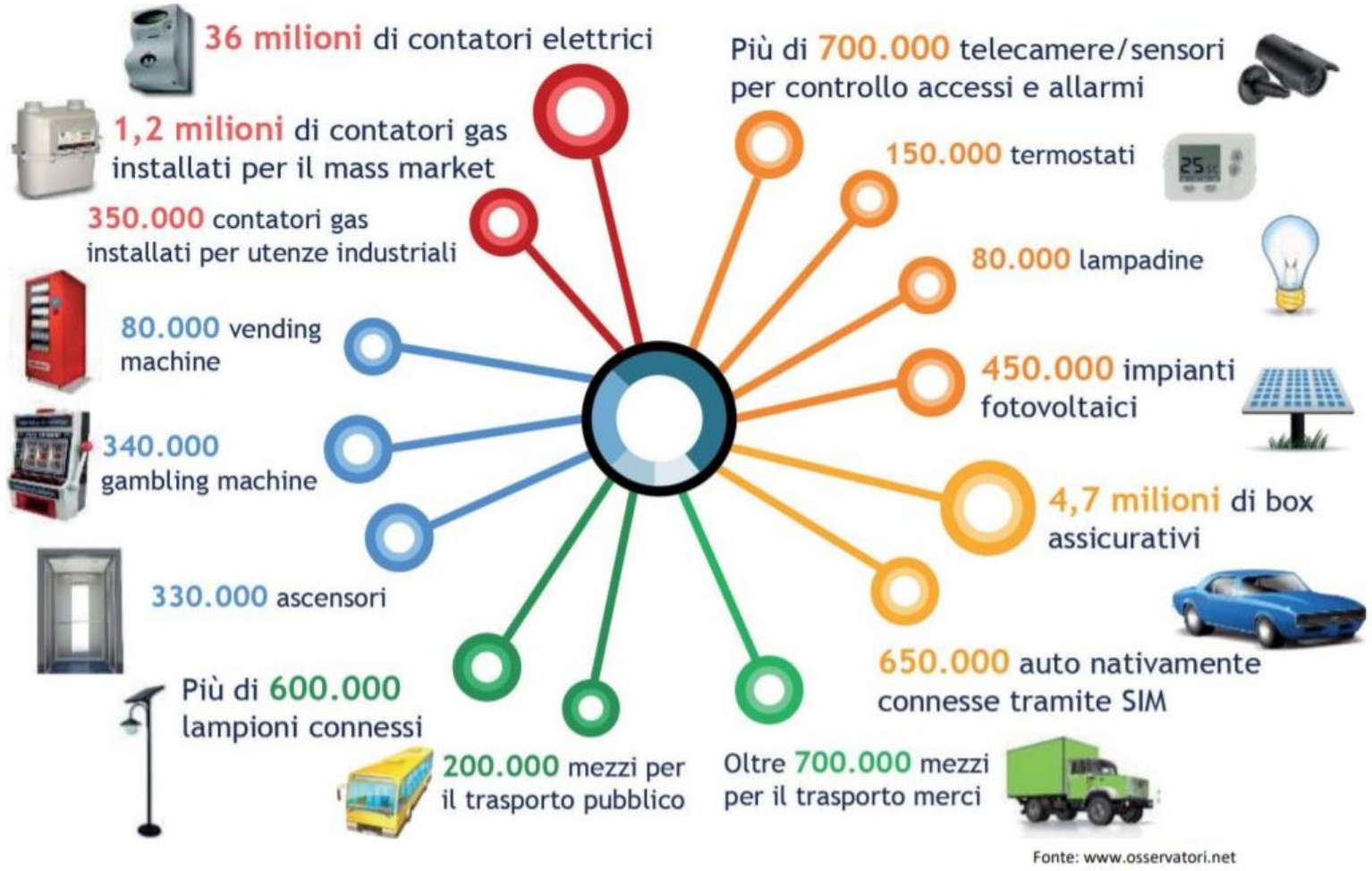
Internet delle cose / *Internet of Things* (IoT)

- Un'enorme varietà di processori, non solo apparati di calcolo in senso stretto, ma a volte anche **incorporati in maniera invisibile** (*embedded*) in elettrodomestici e in apparecchi dei più svariati generi, hanno oggi tra le proprie funzionalità quella di connettersi a Internet e, attraverso questo, a qualche servizio di aggiornamento, di distribuzione di informazione e dati; dal frigorifero, al televisore, all'impianto di allarme, al forno, alla macchina fotografica: ogni processore oramai è abilitato a comunicare via Internet

- In tal senso dunque un'ulteriore evoluzione della Rete è l'estensione della connettività agli oggetti del mondo reale dando vita alla cosiddetta *Internet of Things*

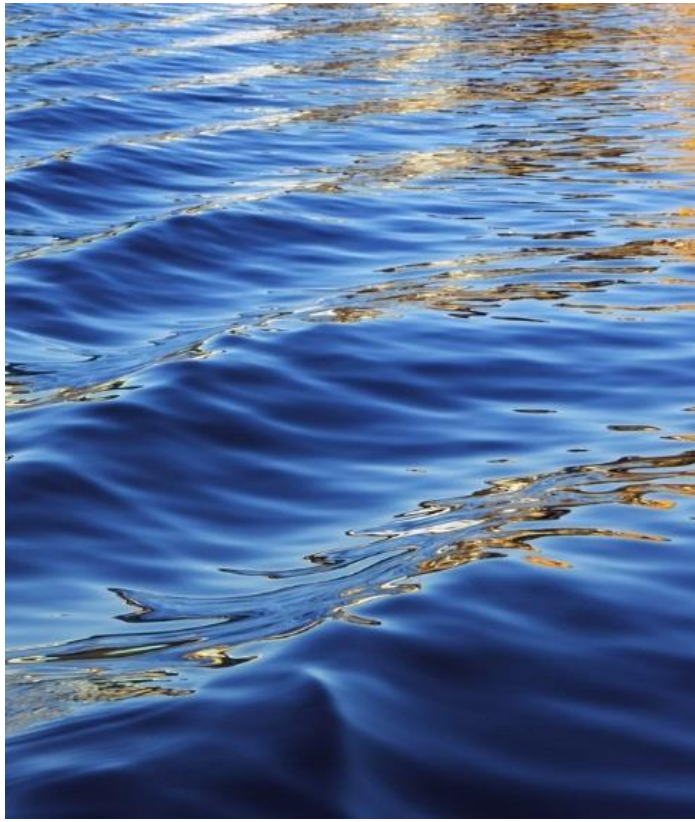
Osservatorio Internet of Things della School of Management del **Politecnico di Milano**, http://www.osservatori.net/internet-of-things

Internet delle cose / *Internet of Things* (IoT)





Le reti come strumento di comunicazione



Tecniche di trasmissione dei dati

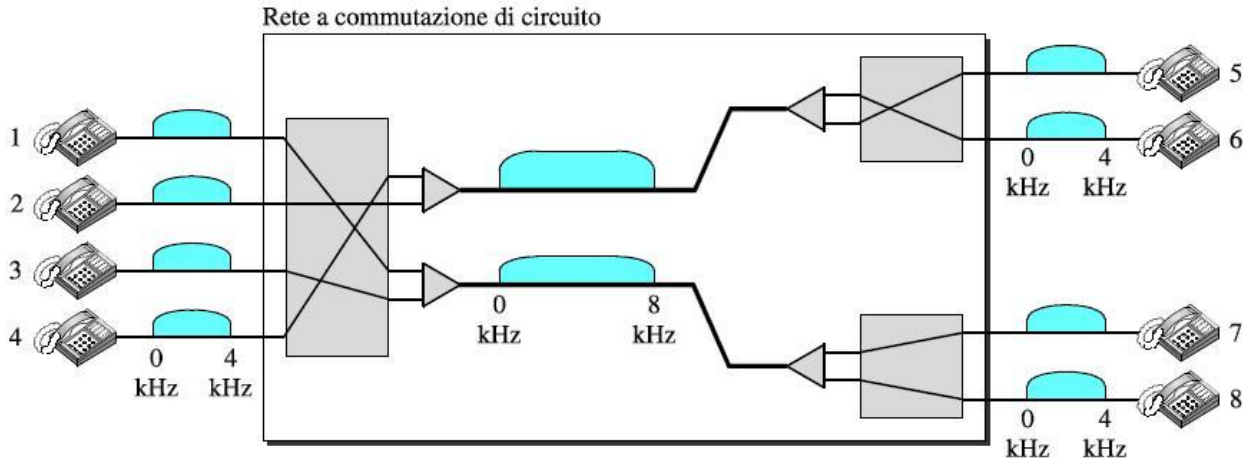
- Come viaggiano i dati sui mezzi di trasmissione?

- Attraverso la cosiddetta **commutazione**: nel campo delle telecomunicazioni, indica l'insieme delle funzionalità e relative tecniche che permettono alla rete di costruire, mantenere e abbattere un collegamento tra i nodi che la compongono
  - Tecnica a **commutazione di circuito**
    - Reti a commutazione di circuito
  - Tecnica a **commutazione di pacchetto**
    - Reti a commutazione di pacchetto

Rete a commutazione di circuito

- I dati da trasmettere sono incapsulati in pacchetti, e tra il mittente e il destinatario viene stabilito un **circuito dedicato**, che resta in essere per tutta la durata della connessione, per mandare i dati dal mittente al destinatario

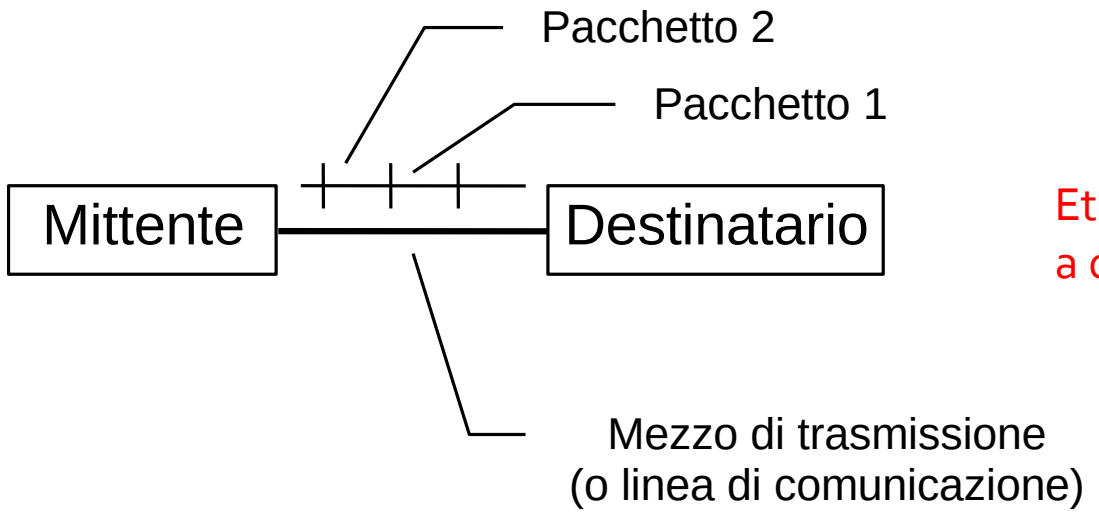
- Tipico esempio sono le comunicazioni telefoniche



Rete a commutazione di pacchetto

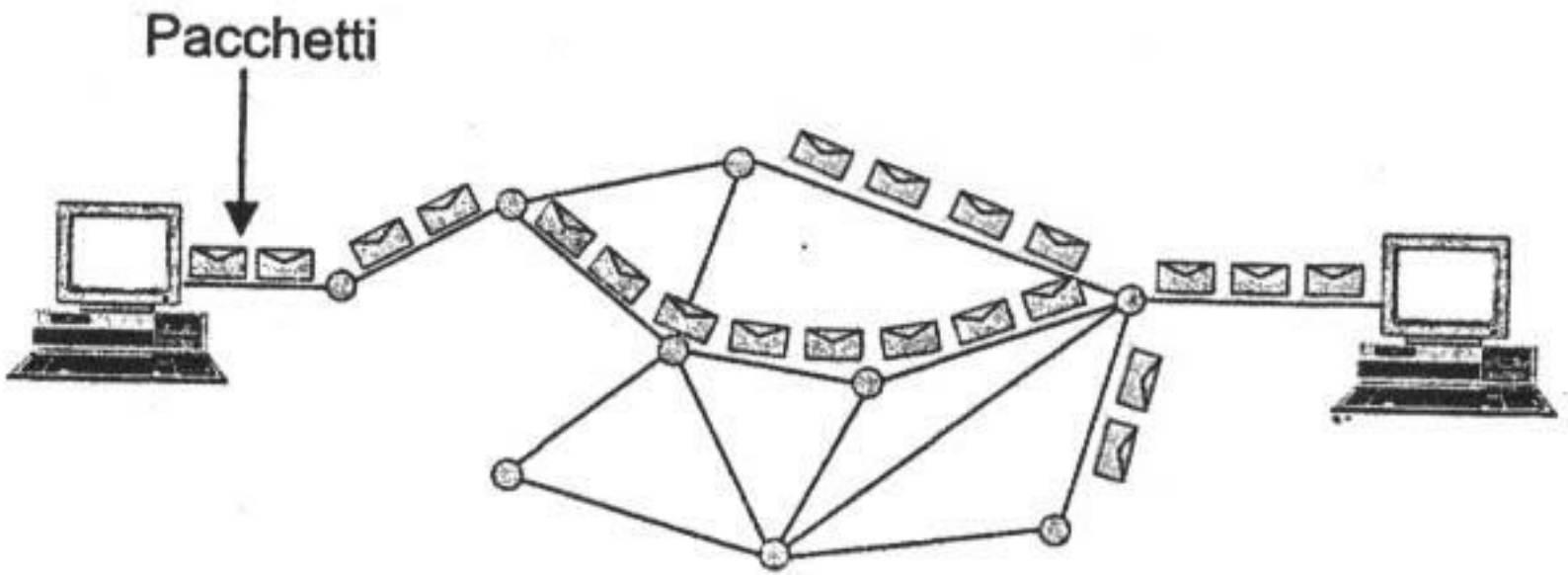
- I dati da trasmettere sono incapsulati in pacchetti, che vengono inviati in successione e **in modo non dedicato** dal mittente al destinatario

- Molti mittenti inviano pacchetti → necessità di regole: **protocolli di comunicazione**



Ethernet e Internet sono reti a commutazione di pacchetto

Rete a commutazione di pacchetto



I protocolli di comunicazione

- I dispositivi fisici di comunicazione permettono di trasferire bit da un punto all'altro della rete. Per evitare un loro impiego diretto nella trasmissione di informazioni, i calcolatori in rete sono dotati di **programmi** che gestiscono i dettagli di basso livello nella comunicazione

- Tutte le parti coinvolte nella comunicazione devono accordarsi su un **insieme di regole** da rispettare durante la comunicazione

- L'insieme delle regole che stabiliscono il formato e il significato dei messaggi in transito su una rete è detto **protocollo di comunicazione**

- Il software che mette in pratica queste regole si chiama **software di protocollo**

La famiglia (*suite*) di protocolli Internet

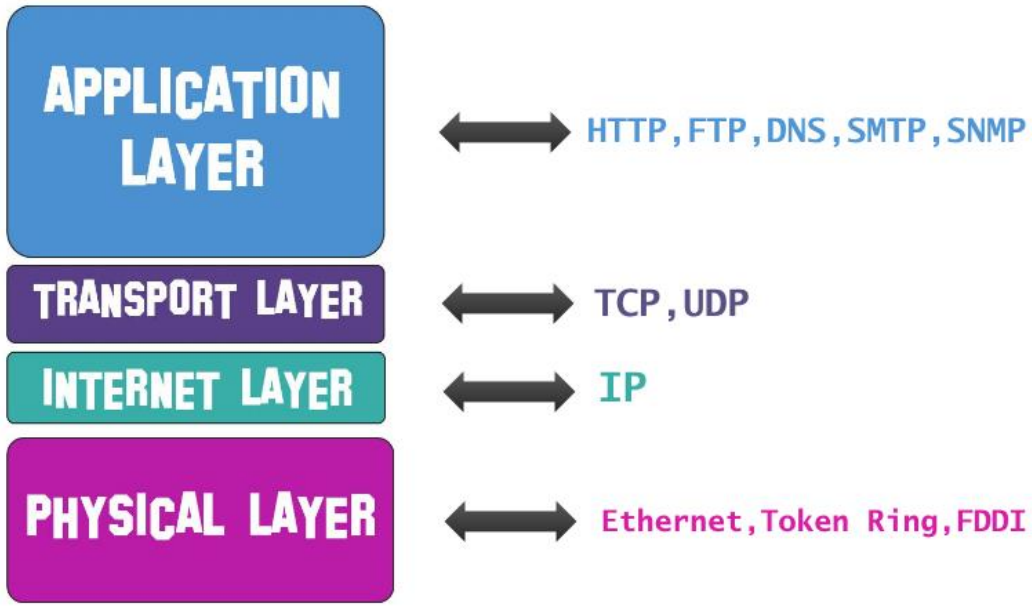
- La ***suite* di protocolli Internet** indica una famiglia di protocolli di rete su cui si basa il funzionamento logico della rete Internet

- A volte è chiamata suite di protocolli **TCP/IP**, in funzione dei due più importanti protocolli in essa definiti: il *Transmission Control Protocol* (TCP) e l'*Internet Protocol* (IP)

- Il protocollo TCP/IP costituisce l'**insieme delle regole di comunicazione** su Internet fornendo un indirizzo IP a ogni terminale di rete per l'invio dei pacchetti di dati

Il modello TCP/IP

- **Livello di applicazione**: racchiude le applicazioni standard della rete, quali: HTTP, FTP, DNS, SMTP, SNMP
- **Livello di trasporto**: assicura l'invio dei dati, nonché i meccanismi che permettono di conoscere lo stato della trasmissione
- **Livello di rete**: si occupa di fornire il pacchetto di dati
- **Livello fisico** (di accesso alla rete): specifica la forma nella quale i dati devono essere inviati indipendentemente dal tipo di rete usata



Gli indirizzi IP

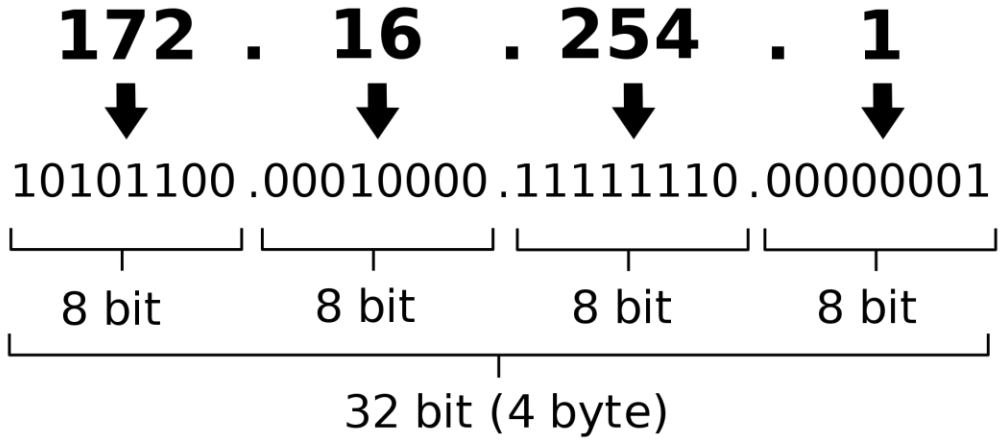
- Il livello di rete del protocollo (Internet Protocol) definisce
  - Il formato degli indirizzi (**indirizzi IP**)
  - Il formato dei pacchetti
  - L'instradamento (*routing*) dei pacchetti

- Un indirizzo IP (**IPv4**) (indirizzo software, non hardware) è composto da una sequenza di 32 bit (4 byte – 4 numeri compresi tra 0 e 255)
  - Es., 160.78.28.83 questo indirizzo permette di identificare univocamente su rete un calcolatore (identifica una connessione tra un calcolatore e una rete)

Indirizzo IPv4

32-bit Binary Number	Equivalent Dotted Decimal
10000001 00110100 00000110 00000000	129 . 52 . 6 . 0
11000000 00000101 00110000 00000011	192 . 5 . 48 . 3
00001010 00000010 00000000 00100101	10 . 2 . 0 . 37
10000000 00001010 00000010 00000011	128 . 10 . 2 . 3
10000000 10000000 11111111 00000000	128 . 128 . 255 . 0

Indirizzo IPv4 in notazione decimale puntata

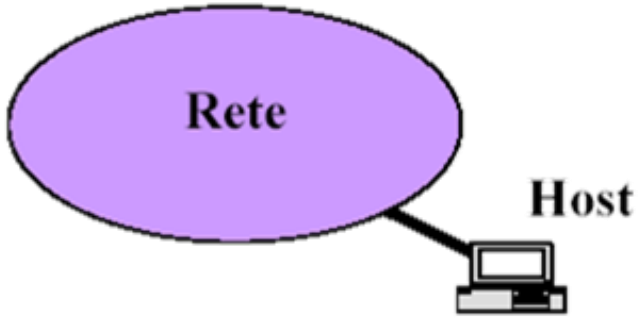


Suddivisione dell'indirizzo IP

- L'indirizzo IP è diviso in due parti



- La NetID identifica la rete, l'HostID identifica la componente hardware nella rete (Es., PC, stampante, router, …)
  - Tutti gli host nella stessa rete hanno lo stesso NetID



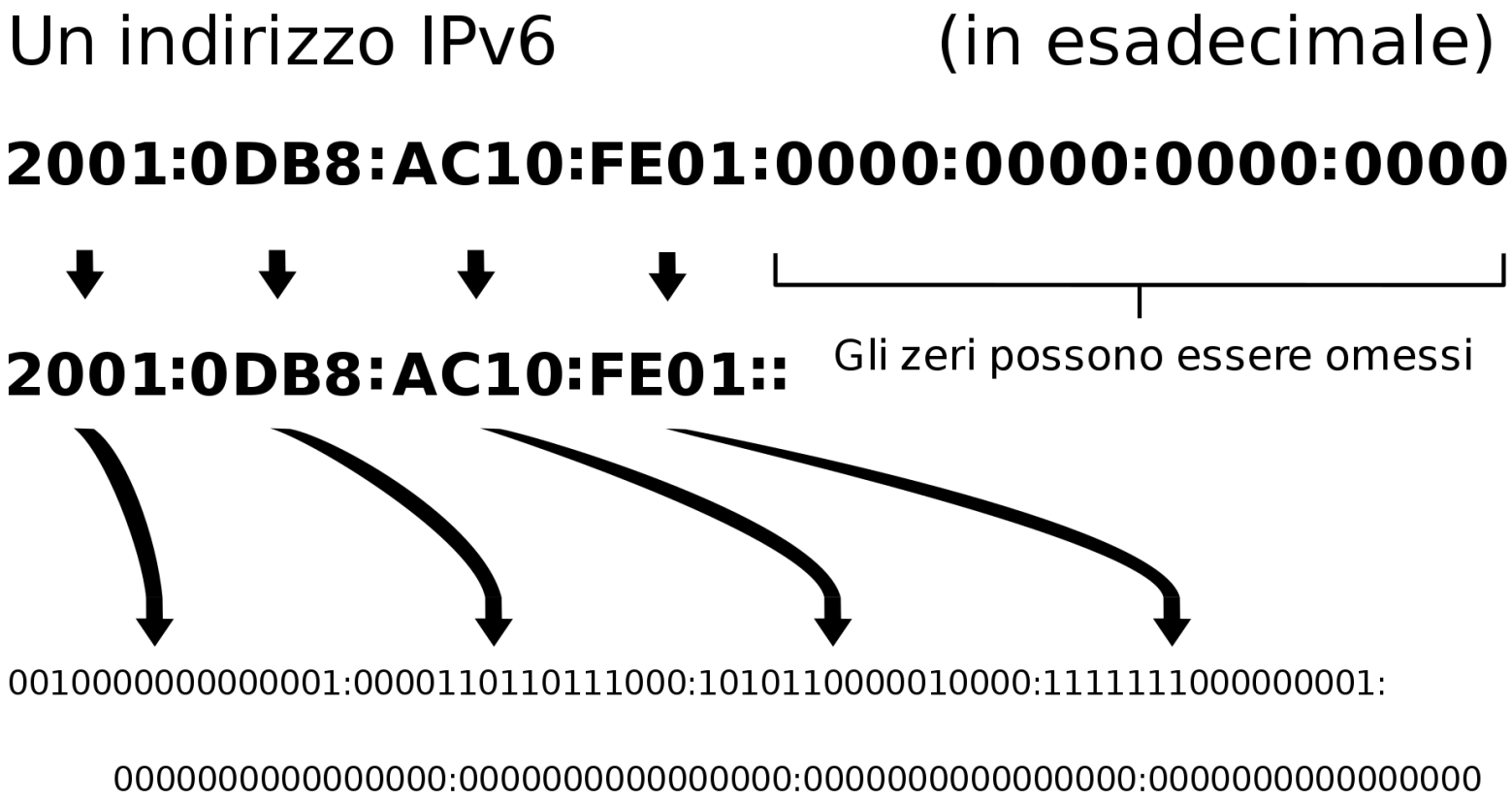
Indirizzo IPv6

- Il numero di IPv4 disponibili non è infinito ma è pari a 4.294.967.296 indirizzi utilizzabili (2^{32})
  - Agli albori di Internet, quando è stato sviluppato l'Internet Protocol, nessuno avrebbe pensato che un numero così grande di indirizzi IP non sarebbe bastato a coprire la richiesta mondiale

- La caratteristica più rilevante dell'IPv6 rispetto all'IPv4 è la lunghezza dell'indirizzo di rete che si basa su indirizzi a 128 bit invece dei 32 bit degli IPv4

- La transizione dall'IPv4 all'IPv6 sarà graduale ma è già in corso. L'IPv4 potrà essere utilizzato fino al 2025 per consentire l'adeguamento di tutte le infrastrutture

Indirizzo IPv6



I servizi di Internet

Alcune applicazioni:

- Navigazione nel Web (WWW) → protocollo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*)
- Trasferimento file → protocollo FTP
- *Domain Name System* → DNS
- Posta elettronica → protocolli SMTP, POP
- Accesso remoto → protocolloTelNet

Il protocollo FTP

- ***File Transfer Protocol*** (FTP) (protocollo di trasferimento file) è un protocollo per la trasmissione di dati tra componenti di rete basato su TCP e con architettura di tipo *client-server*

- Un server FTP offre svariate funzioni che permettono al client di interagire con il suo *filesystem* e i file che lo popolano, tra cui
  - Download/upload di file
  - *Resume* di trasferimenti interrotti
  - Rimozione e rinomina di file
  - Creazione di directory
  - Navigazione tra directory

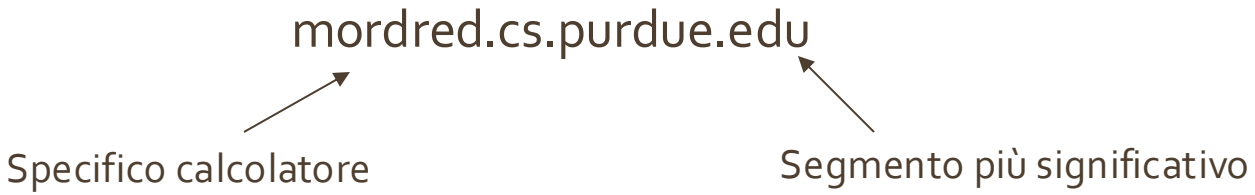
Il *Domain Name System* (DNS)

- Gli indirizzi IP sono poco adatti ad essere utilizzati a scopi applicativi
- È più comodo utilizzare **indirizzi simbolici**
  - Di tipo gerarchico (come ad esempio via, città, stato, …)
- Si effettua quindi una **mappatura** tra indirizzo IP e indirizzo simbolico



Il Domain Name System (DNS)

- Il DNS è dunque un sistema che traduce nomi simbolici in indirizzi (e viceversa)
- L'archivio dei nomi simbolici non risiede su un unico calcolatore, ma è distribuito all'interno di un sistema di server collocati in diverse località fisiche di Internet
- I nomi dei domini sono gerarchici e la parte più significativa del nome si trova a destra:



- Il segmento più significativo (**dominio di primo livello**) è assegnato da un ente Internet preposto

Livelli dei domini

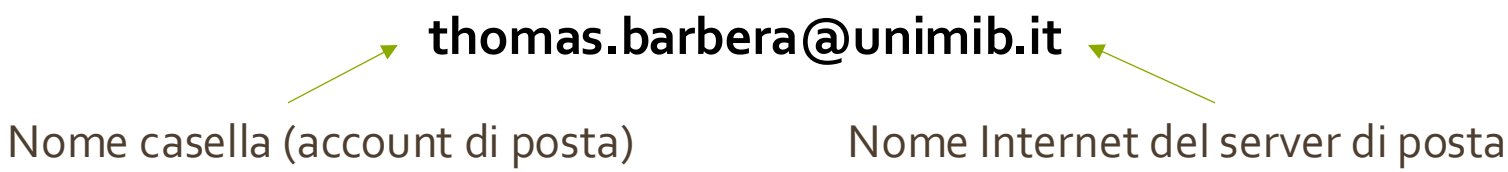
- Internet è suddivisa in una svariati domini di primo livello
  - Domini nazionali: .uk, .it, .de
  - Domini generici: .com
    .edu
    .gov
    .net
    .org

- Un dominio radice include una collezione di *host* e può essere suddiviso a sua volta in **sottodomini** e così via
  - google.it o apple.it sono definiti come **domini di secondo livello**
  - Un sottodominio, ad esempio store.apple.it, è definito come **dominio di terzo livello**

I protocolli di posta elettronica

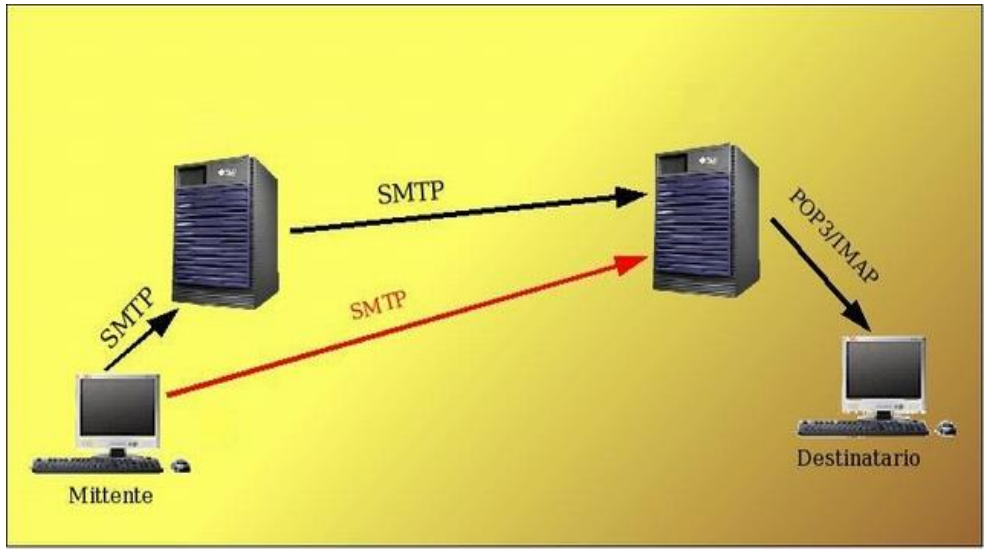
- I principali protocolli riguardanti il servizio di posta elettronica sono:
  - **SMTP** (*Single Mail Transfer Protocol*): utilizzato per inviare posta elettronica
  - **POP** (*Post Office Protocol*): utilizzato per ricevere posta elettronica

- Per usufruire del servizio di posta elettronica è necessario avere un'utenza su di un apposito **server**, cioè è necessario che sia stata effettuata l'assegnazione di una, cosiddetta, casella di posta elettronica
  - Ad esempio, la casella denominata «thomas.barbera» sul server «unimib.it»



Il protocollo SMTP (Invio di posta)

- Al momento dell'invio del messaggio, il *client* di P.E. contatta il proprio *server* SMTP di P.E. (ad esempio, gmail.com)
- Il Server SMTP, fungendo da tramite, provvede all'inoltro del messaggio ai *server* di P.E. di destinazione (unimib.it)
- Il Server di destinazione provvede alla collocazione del messaggio nella casella del destinatario



- È possibile che il programma di posta elettronica usato dal mittente effettui direttamente il collegamento con il server del destinatario senza utilizzare il proprio server (freccia rossa nella figura)

Il protocollo POP (Ricezione di posta)

- Il (programma) *client* di P.E. contatta il *server* di P.E. (unimib.it) e richiede la lettura della casella
- Il *server* verifica il contenuto della casella, cioè la presenza di nuovi messaggi
- In presenza di nuovi messaggi, il *server* li invia al *client*, altrimenti notifica un avviso