

Reti di calcolatori e Internet (vedi anche [SHA20, Cap. 2])

EUGENIO G. OMODEO
– Università di Trieste –

Trieste, 15 novembre 2022

Invio del primo pacchetto

ARPANET

29 Oct 69	2:00	LEONARD G. BOELER CSK
		FOR SEN BAREER
		BYV
27:30		Talked to Sen
		Host to Host CSK
		Left up program CSK
		running after sending
		a host dead message
		to imp.

Dalla stampa di tre anni fa...

☰ MENU | 🔍 CERCA

la Repubblica

R+ | Rep | ABBONATI

L'unico giornale che 50 anni fa diede la notizia della nascita di internet

di RICCARDO LUNA



In questi giorni sentirete molto parlare dei “primi 50 anni di Internet”, anche se l’espressione è tecnicamente sbagliata perché il collegamento fra due computer diversi e distanti che andò in scena il 29 ottobre 1969, era il primo nodo di una rete che si chiamava Arpanet. La parola Internet e anche il suo protocollo fondamentale per la trasmissione delle informazioni, il TCP/IP, arrivarono qualche anno dopo, ma la visione quella era: creare un “unica rete intergalattica” secondo la roboante espressione che uno dei pionieri di quella impresa usò già all’inizio degli anni ‘60. E’ una storia poco nota per diverse ragioni, ma la ragione

fondamentale è la impossibilità di chi fa cronaca, giornalismo, di raccontare e documentare l’innovazione in tempo reale. Lo dimostra il fatto che la mattina del 29 ottobre del 1969, al 3420 della Boelter Hall dell’università della California a Los Angeles, non c’era nemmeno un reporter. Neanche uno. Nessun giornale diede quella notizia destinata a cambiare le nostre vite e quelle dei nostri figli.

Fra i rarissimi reperti di quei giorni c’è solo il giornalino universitario Bruin. E’ la prima pagina del 15 luglio 1969: la notizia più importante, in alto, sopra la testata, è una questione legata all’ammissione degli studenti; poi si parla delle nuove regole per invitare docenti esterni a fare lezioni; e di spalla, si analizza la mancanza di fondi per completare il campus. In basso, con un titolo a due colonne, si annuncia che “i primi computer del paese saranno collegati da qui”. Nel testo, poche scarse informazioni, nessuna enfasi particolare. Il primo respiro di Internet fu praticamente un evento semi clandestino.

Nell’anno in cui l’arrivo del primo uomo sulla Luna aveva occupato le prime pagine dei giornali di tutto il mondo, Internet venne ignorato. Non è strano. Lo stesso era capitato per la prima lampadina, la prima radio, il primo collegamento telefonico. Perché la Luna invece ci conquistò? Non solo perché la Luna si poteva vedere e i pacchetti di dati su una rete no. Ma perché lo sbarco era il punto di arrivo, il traguardo, di una corsa iniziata più di dieci anni prima. Anche il progetto Arpanet era iniziato più di dieci anni prima, ma quello che accadde quel giorno fu piuttosto l’inizio di qualcosa. Il primo vagito di un big bang. Quando avverti un tremore ma ancora non sai che cambierà tutto.

Principi e tecnologie che permettono di realizzare **reti di calcolatori**.

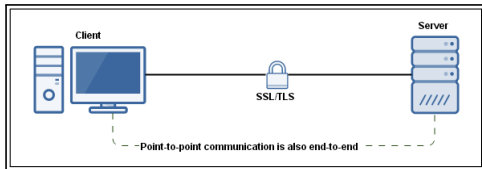
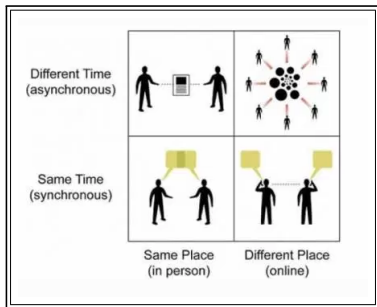
Fra queste, la rete per antonomasia: **Internet**.

Principi e tecnologie che permettono di realizzare **reti di calcolatori**.

Fra queste, la rete per antonomasia: **Internet**.

Concetti *fondamentali* sulle reti: **Protocolli** e **pacchetti**

"Internet supporta una comunicazione asincrona e point-to-point."
[SHA20, pag.34]



Classificazioni delle reti di calcolatori – I

In base alla rete attraverso la quale i computer si trasmettono *bit*:

telefonica (serve il *modem* — perché ?)

dedicate (alla trasmissione di dati — piuttosto che voce)

In base alla rete attraverso la quale i computer si trasmettono *bit*:

telefonica (serve il *modem* — perché ?)

dedicate (alla trasmissione di dati — piuttosto che voce)

In base a come fruirne:

proprietarie (e.g., rete SNA dell'IBM)

aperte (i.e., basate su standard di pubblico dominio)

pubbliche (i.e., *non riservate* a chi appartiene a un ente)

In base all'estensione dell'area in cui risiedono i calcolatori:

LAN: *local area network*

MAN: *metropolitan area network*

WAN: *wide area network* (o 'rete geografica')

(Cambiano, con l'estensione:

- apparati, *software*, tecnologie per gestire la rete
- tipo di concessione che gli "operatori di telecomunicazione"¹ devono possedere (**Inutili se tutto si svolge entro un edificio!**)

)

¹*Internet Service Provider* nel caso di specie.

Quali servizi ?

Quali servizi ?

Oltre alla mera 'connettività', il *provider* fornirà:

- posta elettronica,
-
- VoIP (**che significa ?**)

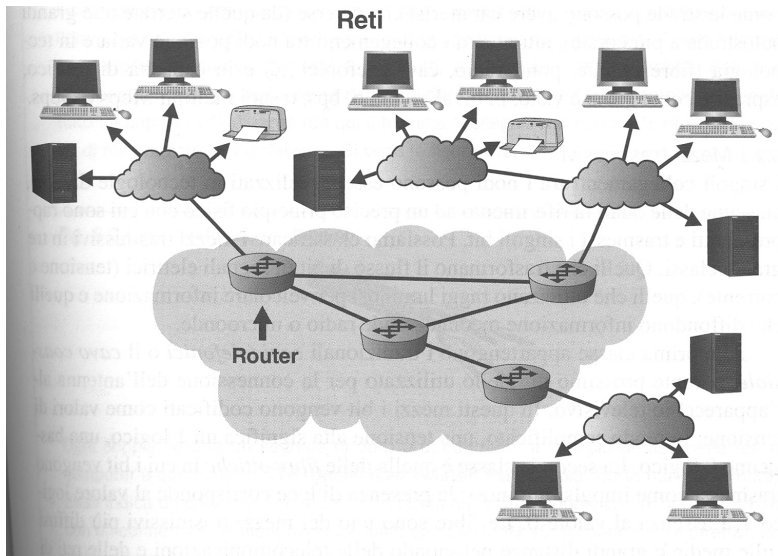
Quali costituenti ha una rete ?

Quali costituenti ha una rete ?

Costituenti:

nodi

connessioni



NODI:

calcolatori

dispositivi portatili ; e.g., Personal Digital Assistant

apparati di rete ; i.e., dispositivi intermedi che gestiscono e veicolano il traffico, e.g. i router e i switch.

I calcolatori degli utenti risiedono alla periferia dell'infrastruttura di rete e per questo sono chiamati "terminali di rete":

tali nodi rappresentano i punti dove le informazioni hanno origine oppure vengono utilizzate.

NODI:

calcolatori

dispositivi portatili ; e.g., Personal Digital Assistant

apparati di rete ; i.e., dispositivi intermedi che gestiscono e

veicolano il traffico, e.g. i *router* e i switch.

The most familiar type of IP routers are [home and small office routers](#) that simply forward [IP packets](#) between the home computers and the Internet. More sophisticated routers, such as enterprise routers, connect large business or ISP networks up to the powerful [core routers](#) that forward data at high speed along the [optical fiber](#) lines of the [Internet backbone](#).

Il flusso dei bit viene trasmesso in modo seriale, bit dopo bit;
non in parallelo

I COLLEGAMENTI possono variare in tecnologia:

- fibre ottiche
- ponti radio
- cavi telefonici
-

e in *capacità di traffico*, misurabile in **bps**, **Mbps**, **Gbps**

I MEZZI TRASMISSIVI sono raggruppabili in tre grandi categorie.

Quelli che ...

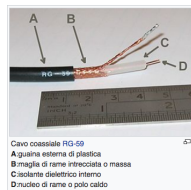
- ... trasformano il flusso di bit in **segnali elettrici** (tensione e corrente)
- ... utilizzano i **raggi luminosi** per veicolare informazione
- ... diffondono informazioni mediante **onde radio** o **micro-onde**

Rispettivam. abbiamo:

Cavo telefonico o “doppino”

Twisted pair cabling is a type of wiring in which two conductors of a single circuit are twisted together for the purposes of canceling out electromagnetic interference (EMI) from external sources; for instance, electromagnetic radiation from **unshielded twisted pair (UTP) cables**, and crosstalk between neighboring pairs

...



- **doppino** telefonico, cavo **coassiale**
- **fibre ottiche** (immuni da interferenze elettromagnetiche) in vetro o in polimeri;
laser
- **wireless**: dalla telefonia cellulare al Wi-Fi per reti LAN, ai collegam. satellitari

Esercizio: Quanto tempo richiede la trasmissione di 100 byte su un collegamento utilizzando un modem analogico a 56 kbps ?

Vanno trasmessi serialmente

$$100 \text{ byte} \times 8 = 800 \text{ bit}$$

e il tempo per trasmetterne 1 è di $1/56 \text{ ms}$

R.:

Esercizio: Quanto tempo richiede la trasmissione di 100 byte su un collegamento utilizzando un modem analogico a 56 kbps ?

Vanno trasmessi serialmente

$$100 \text{ byte} \times 8 = 800 \text{ bit}$$

e il tempo per trasmetterne 1 è di $1/56 \text{ ms}$

R.:

$$\frac{1}{56000} \text{ s} \times 800 = \frac{1}{70} \text{ s} = 14,3 \text{ ms}$$

(Ma questo è un tempo minimo *ideale*: perché?)

Il trasferimento dell'informazione in una rete di computer si basa su due concetti:

uso di protocolli, regole condivise che governano le attività di rete

trasmissione a pacchetti: l'informazione viene segmentata in blocchi, che viaggiano separatamente

Anche il *sistema postale* si fonda su regole, del tipo:

- occorre il 'francobollo'
- il formato di una lettera o cartolina deve rispettare il 'bustometro'
- mittente e destinatario devono essere indicati in zone precise del plico
- oltre all'indirizzo (da comporsi in base a certi *standard*), dev'essere riportato il CAP
- se si desidera una ricevuta di ritorno, allora...
-

Anche il *sistema telefonico* ha regole proprie, del tipo:

- chi risponde, dice “*pronto*”
- chi ha chiamato deve manifestare per primo chi è
- non si deve parlare contemporaneamente
-

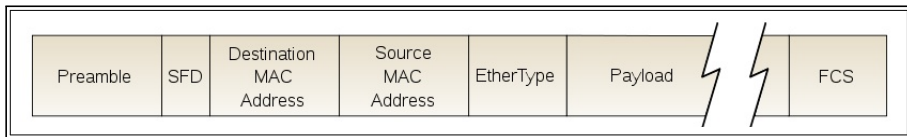
Ogni elemento (e.g, *computer*) della rete dev'essere dotato di un INDIRIZZO univoco (per convenzione, un numero o una serie di numeri).

Per poter inoltrare un pacchetto, il nodo dovrà assicurarsi

- ch'esso riporti l'indirizzo del destinatario
- che abbia il formato convenuto
- che la rete non sia satura
- verificare che non sia corrotto / contraffatto
- correre ai ripari in caso di mancata ricezione

Nel caso di Internet, il protocollo piú noto è l'**I**nternet **P**rotocol


Formato di un pacchetto di rete LAN secondo Ethernet



Lo standard prevede:

- 8 byte di preambolo,
- 6 byte di indirizzo destinatario e 6 byte di indirizzo mittente,
- max 1500 byte di dati veri e propri ('*payload*'),
- 4 byte di controllo che permettono al ricevente di rilevare eventuali errori di trasmissione.

Ethernet is a network protocol that controls how data is transmitted over a LAN. Technically it is referred to as the IEEE 802.3 protocol. The protocol has evolved and improved over time and can now deliver at the speed of a gigabit per second. Jun 30, 2017

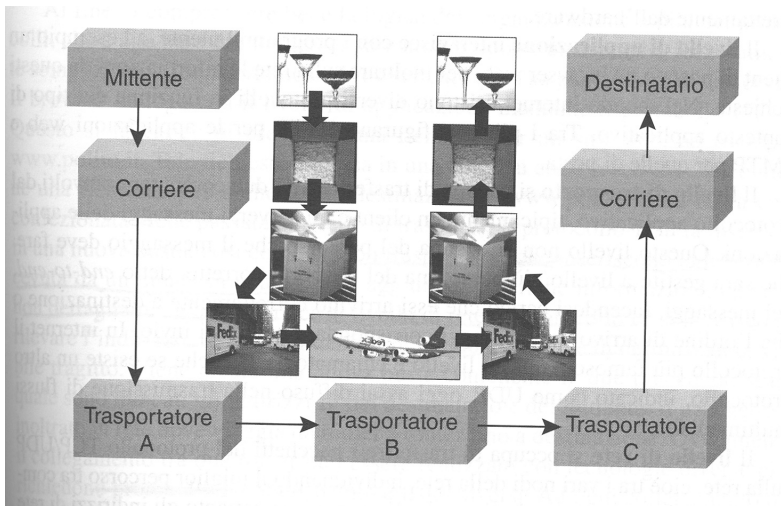


techterms.com

The Basics of an Ethernet LAN - Lifewire
<https://www.lifewire.com/what-is-ethernet-3426740>

Gerarchia di protocolli

– Analogia con processo di spediz. via corriere



“Il protocollo **HTTP** di gestione del Web ha un componente software sul *server* che si occupa di **inviare** singole pagine, mentre un *pc client* utilizzerà lo stesso protocollo, non per inviare ma per **richiedere e ricevere** pagine *web*.

Le modalità con cui una pagina *web* o una sua porzione vengono veicolate sulla rete **dipende dai livelli inferiori** che fanno riferimento a protocolli diversi, sino a quello che si occupa dell'invio fisico di bit su una fibra ottica o su un cavo telefonico.

Ad esempio, il protocollo per la trasmissione di un pacchetto di bit su un cavo UTP in una rete geografica, che utilizza lo standard ADSL, è del tutto **indipendente dal contenuto** che trasporta, sia esso una pagina *web* o un messaggio di posta. È, invece, compito dei protocolli superiori gestire le applicazioni di posta o il *web*.”

[MP10, pag. 133]

Il modello a 7 livelli dei protocolli di rete fu introdotto negli anni '70 e definito dall'**I**nternational **S**tandard **O**rganization e va sotto il nome di ISO OSI (**O**pen **S**ystem **I**nterconnection).

Con l'avvento di Internet il modello fu semplificato: la pila di protocolli consiste dei segg. 5 livelli:

applicazione: interagisce con i programmi-utente, ad es. un *client* di posta o un *web browser*, per inoltrare sulla rete le informazioni da questi richieste.

Tra i piú noti protocolli di questo livello, HTTP per le applicazioni *web* e SMTP per quelle di posta.

trasporto: si occupa di trasferire tra i due computer coinvolti, tipicam. un *client* e un *server*, i messaggi delle applicazioni. Non si fa carico del percorso che il messaggio deve fare, ma solo che i messaggi arrivino correttamente a destinaz. e che l'ordine d'arrivo corrisponda a quello di invio.

Tra i piú noti protocolli di questo livello TCP e, per la trasmissione di flussi multimediali, l'UDP.

rete: si occupa di trasferire i pacchetti del protocollo TCP/UDP tra i vari nodi della rete, individuando il miglior percorso tra computer sorgente e computer destinatario. Gestisce gli indirizzi di rete dei singoli nodi e, “*hop by hop*” a partire dal computer mittente, sceglie per ogni nodo il “*next hop*”, i.e. il prossimo nodo lungo un percorso ottimo verso la destinazione.

In internet il solo protocollo di questo liv. è l'IP — il protocollo piú importante, dato che i *router* operano a questo livello per instradare i pacchetti.



Turing award del 2004

collegamento,

fisico: hanno il compito di trasferire un pacchetto tra un nodo e il successivo in funzione del canale utilizzato e dei requisiti di servizio.

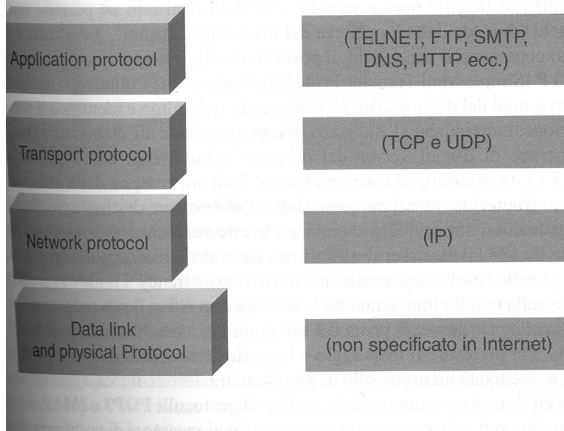
Per le connessioni domestiche via modem, un protocollo di collegamento è il PPP. Lo stesso richiederà protocolli fisici diversi a seconda che il collegamento sia realizzato in cavo telefonico o in fibra ottica.

Nella comunicazione fra due computer o nodi di rete ogni livello di suo, di fatto, comunica direttamente con il proprio omologo sull'altra macchina, indipendentemente dai livelli inferiori.

In realtà la comunicazione avviene con l'informaz. che passa via via ai livelli inferiori, poi su livello fisico e risale fino al livello che corrisponde a quello dell'inviante.

Livelli interessati dai protocolli Internet

3 Livelli interessati dai protocolli di internet



Internet è una rete geografica .:

i suoi protocolli ricadono sotto i primi 3 livelli.

Quella che ha reso il mondo un **“villaggio globale”** è una rete pubblica a livello mondiale.

Gli **ISP** offrono connettività utilizzando diverse tecnologie di accesso che vanno dai vecchi modem fonici a collegam. ADSL per postaz. residenziali a collegam. in fibra ottica, ad alta capacità trasmissiva, per connettere reti aziendali complesse.

Le reti di accesso e i relativi *provider* (e.g. Tiscali o Fastweb) sono collegati alla rete di trasporto mediante altri ISP che operano a livello superiore, a liv. nazionale e internazionale: che a loro volta si avvalgono, per le tratte mondiali, di altri ISP che gestiscono le cosiddette dorsali (*Internet backbone*).

L'indirizzo di ogni nodo della rete è espresso su 32 bit = 4 byte; ad es.:

00001010 01000011 11111111 00000001

Piú concisamente, in base dieci, viene scritto cosí:

10.67.255.1

L'indirizzo di ogni nodo della rete è espresso su **32 bit** = **4 byte**; ad es.:

00001010 01000011 11111111 00000001

Piú concisamente, in base dieci, viene scritto cosí:

10.67.255.1

Qual è la differenza fra IPv4 ed IPv6 ?

Per la verità un indirizzo è composto di due parti: un indirizzo di dominio e un indirizzo che identifica il computer all'interno del dominio.

Cos'è un dominio? Un "pezzo" di Internet, costituito dai calcolatori di una o più aziende, che viene visto dal resto del mondo internet come una sola grande rete.

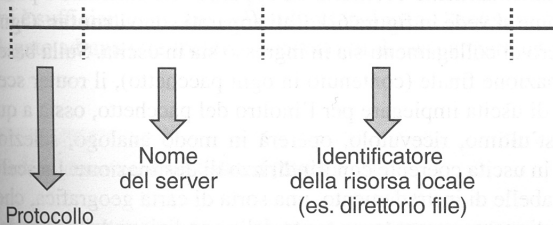
I dominî hanno una struttura gerarchica e ogni dominio, tramite un proprio ente, è responsabile dell'assegnazione degli indirizzi all'interno del dominio stesso.

A tradurre i nomi in numeri e viceversa provvedono appositi calcolatori distribuiti nella rete, almeno uno per ogni dominio: si tratta dei **D**omain **N**ame **S**ystem, concettualmente basati su grandi tabelle a due colonne, di cui

- la prima contiene il nome simbolico;
- la seconda l'indirizzo IP corrispondente, in binario.

14 Campi che costituiscono una URL

http://staff.polito.it/marco.mezzalama/



14 Campi che costituiscono una URL

`http://staff.polito.it/marco.mezzalama/`

Protocollo

Nome
del server

Identificatore
della risorsa locale
(es. direttorio file)

Che differenza c'è fra URL ed URI ?

Le società che sviluppano *software* possono fare riferimento a due modelli per sviluppare applicazioni distribuite in rete:

client-server: centralizzato

peer-to-peer, in breve **P2P**: da pari a pari

Client-server: Un calcolatore *host* possiede la totalità dei dati ed eroga servizi ad altri computer della rete, i *client*, che richiedono di volta in volta tali servizi.

Se il *server* non funziona, tutti i servizi sono inaccessibili.

Caso tipico sono le applicazioni *web*: *e-banking*, prenotazione voli o biglietti di trasporto, ecc,

Peer-to-peer: Non esiste una gerarchia ben definita, ma tutti gli elaboratori collegati possono distribuire dati ed erogare servizi.

Il computer che in un collegamento P2P riceve dati da un *host*, suo pari, in un collegamento successivo con un altro computer può svolgere il compito opposto, fornire lui dati.

Il modello P2P è alla base di numerosi *social network* e sistemi di condivisione di file.



Marco Mezzalama and Elio Piccolo.

Capire l'informatica –Dal microprocessore al Web 2.0.

CittàStudi edizioni, Novara, 1^a edition, 2010.



Lawrence Snyder, Ray Henry Henry, and Alessandro Amoroso.

FLUENCY –Conoscere e usare l'informatica.

Pearson Italia, Milano-Torino, 7^a edition, 2020.