

Come è nata Internet?

Internet è tra i più importanti esempi di autogoverno e collaborazione planetari della storia dell'umanità (ancora per quanto?)

Il World Wide Web e Internet sono la stessa cosa?

Il WWW (ragnatela intorno al mondo) è un gigantesco ipertesto enciclopedico, un elenco telefonico, un negozio, una tribuna per parlare, incontrarsi e mille altre cose accessibili da qualsiasi computer. **Nel linguaggio comune è considerato sinonimo di Internet ma si tratta di due cose differenti.**

Internet: rete di strade elettroniche che percorrono la Terra

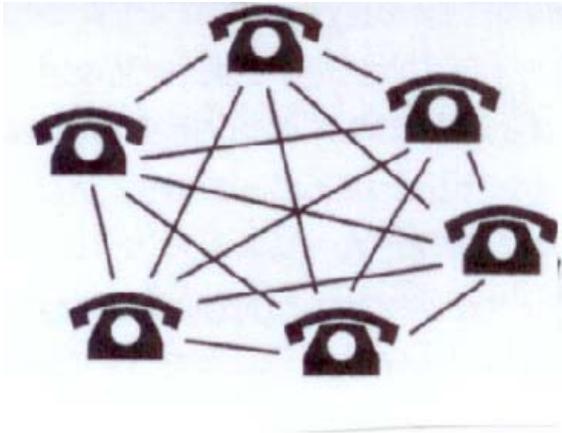
Il Web è l'applicazione più popolare di Internet.

Un veicolo stradale sta alla strada come il Web sta ad Internet.

Il Web è il veicolo più popolare della rete.

La nascita del Web, nel 1990 al CERN di Ginevra, fu per Internet come l'arrivo del motore a combustione interna per le strade di campagna: una rivoluzione nel sistema dei trasporti.

Prima delle reti informatiche



Prima dell'avvento delle reti informatiche l'unico sistema di comunicazione di massa era la rete telefonica.

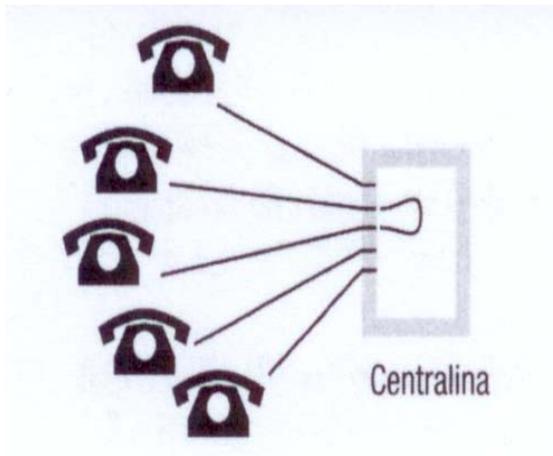
Quando componiamo un numero la rete telefonica crea un circuito riservato tra noi e il nostro corrispondente.

Nel caso di una comunità di pochi utenti si può immaginare ogni apparecchio telefonico collegato ad ogni altro.

Il numero dei collegamenti necessari è: $n(n-1)/2$.

L'andamento quadratico rispetto al numero di utenti rende inapplicabile l'idea.

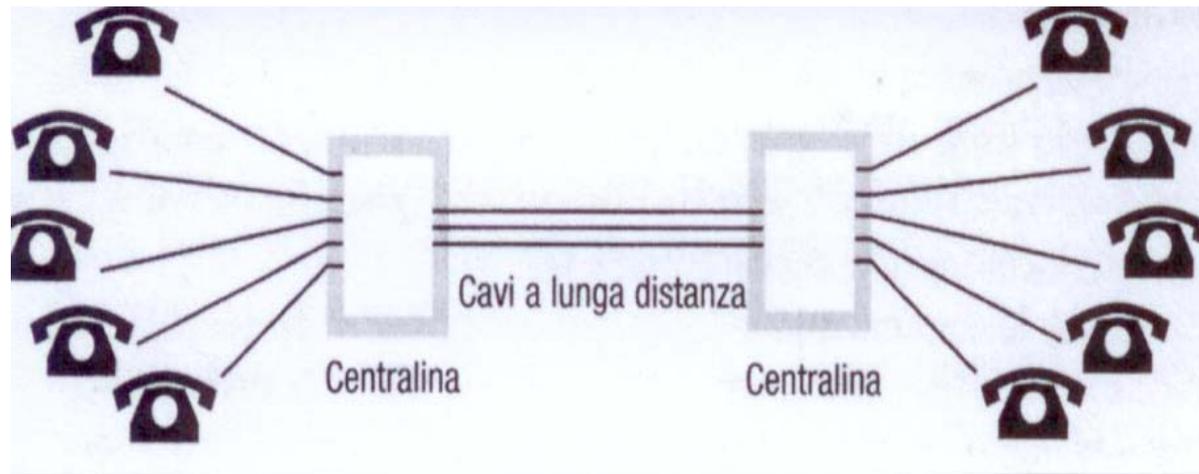
Prima delle reti informatiche



Soluzione: la commutazione di circuito

Agli albori della rete telefonica la commutazione veniva effettuata manualmente, poi con commutatori meccanici, elettromeccanici (relé), oggi con circuiti elettronici, ma il principio resta lo stesso.

Prima delle reti informatiche



L'estensione su grandi distanze della rete telefonica (teleselezione) ha comportato l'introduzione del concetto di overbooking: non tutti possono telefonare contemporaneamente.

L'esperimento di Telecom Italia del Natale di qualche anno fa.

La comunicazione tra computer

Fino agli anni '60

Reti gerarchiche:

grandi computer centrali (mainframe) sede della capacità elaborativa ('intelligenza')

terminali ('stupidi') collegati al computer centrale

Inizi degli anni '70

la miniaturizzazione elettronica fa nascere i minicomputer, l'intelligenza si distribuisce nello spazio e gli attori della comunicazione diventano paritetici. **Nasce l'esigenza di far comunicare tra di loro i computer.**

La comunicazione tra computer

Caratteristiche della comunicazione tra computer

sporadica

a volte molto intensa

Caratteristiche della comunicazione telefonica

continua

di bassa intensità

La tecnologia telefonica è inadatta alla comunicazione tra computer.

Negli anni '70 il tentativo di imporla, da parte dei costruttori di apparati di telecomunicazione, fu un totale fallimento.

Le Local Area Network

Un'idea rivoluzionaria: utilizzare un mezzo trasmissivo condiviso da più Computer.

È il battesimo delle Local Area Network (LAN)



Le Local Area Network

Le tecnologie trasmissive LAN puntano alla velocità senza compromettere l'affidabilità che è facilmente ottenibile su piccole distanze. Non sono quindi applicabili su scala geografica dove l'affidabilità è un problema critico.

Non sottostanno agli standard (CCITT, ITU) che consentono l'attraversamento del suolo pubblico.

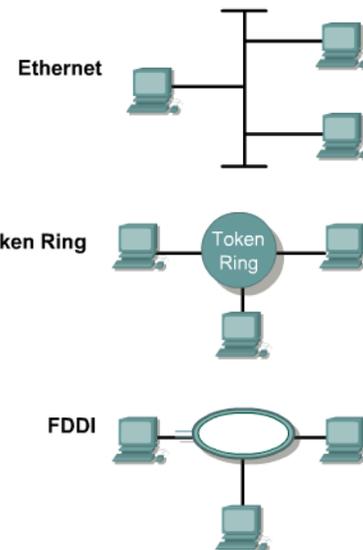
Ogni produttore sviluppa la sua tecnologia. Agli inizi è una Torre di Babele ma poi le varie tecnologie vengono standardizzate dall'IEEE.

Le Local Area Network

Common LAN Technologies

FIGURE

1

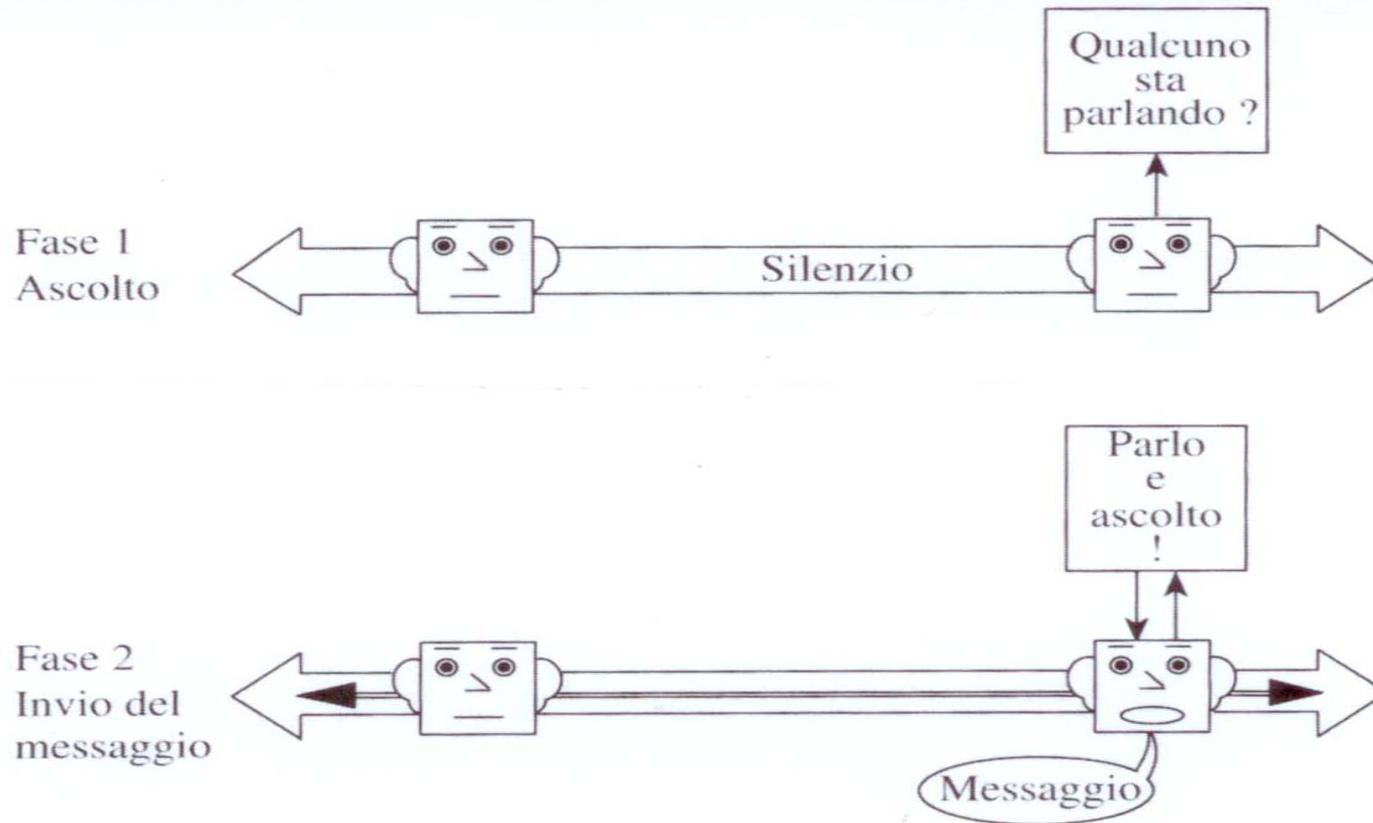


La LAN Ethernet

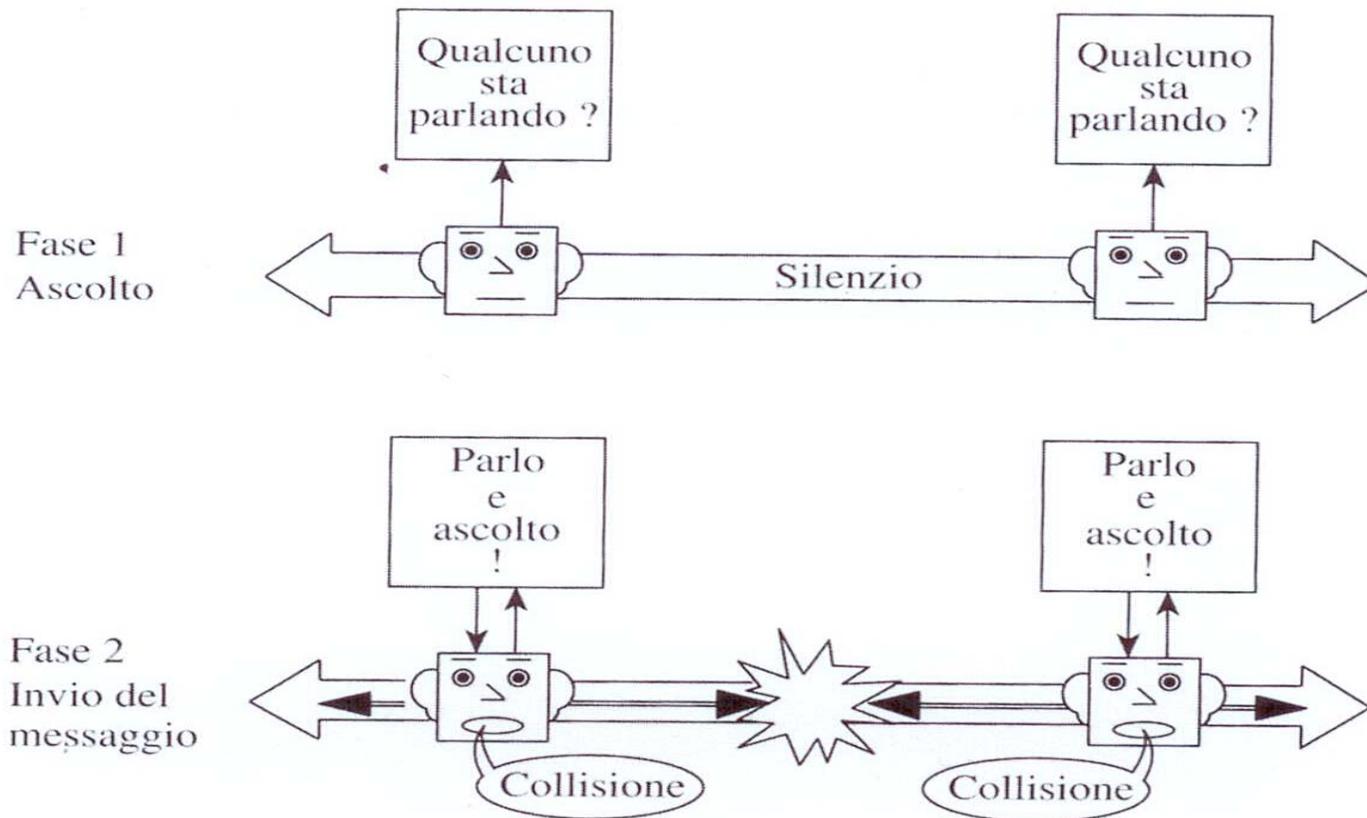
Negli anni, in quanto continuamente sviluppata, ha prevalso su tutte la tecnologia LAN Ethernet che può per ciò definirsi con l'ossimoro di antica tecnologia sempre giovane.

La modalità di condivisione del mezzo trasmissivo è ben resa dal paradigma di un corridoio su cui si affacciano delle persone che vogliono parlare.

La LAN Ethernet



La LAN Ethernet



InterNet

La natura delle reti locali (LAN) lasciava aperto il problema della comunicazione su scala geografica. Occorreva un insieme di regole standardizzato (protocolli) che consentisse alle reti locali sparse per il mondo, caratterizzate da tecnologie incompatibili tra loro e su cui insistevano computer con sistemi operativi diversi, di comunicare per formare reti su scala geografica: le WAN (Wide Area Network).

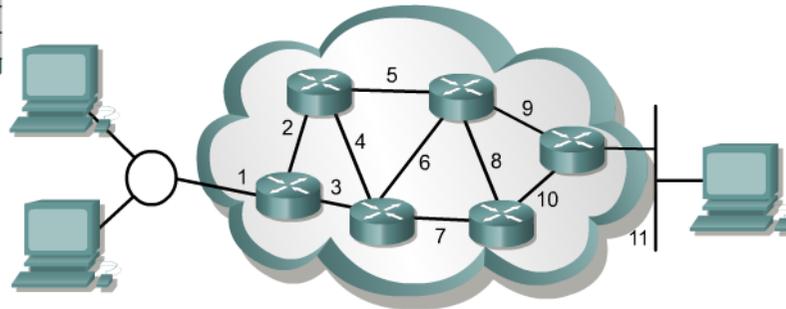
Nasceva così l'esigenza della **InterNet**, cioè di una "Rete di Reti". I protocolli che oggi ne governano il funzionamento vanno sotto il nome di TCP/IP (Transmission Control Protocol /Internet Protocol).

interNet

Network Layer Communication Path

FIGURES

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



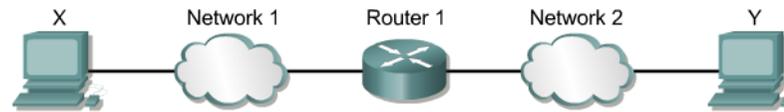
The addresses represent the path of media connections.

interNet

Router Connects Two Networks

FIGURES

- 1
- 2
- 3
- 4



InterNet

Internet adotta un nuovo paradigma di comunicazione alternativo alla commutazione di circuito:

LA COMMUTAZIONE DI PACCHETTO

Il sistema di spedizione postale sta alla commutazione di pacchetto come la rete telefonica sta alla commutazione di circuito.

Sistema postale

Una lettera passa attraverso più uffici postali prima di giungere a destinazione

La stessa spedizione ripetuta può utilizzare diversi uffici di smistamento

Il trasporto avviene assieme alle lettere di molti altri utenti

Non vi è certezza dell'avvenuta ricezione

Non vi è certezza dell'avvenuta lettura da parte del ricevente

Si prescinde dalla presenza del destinatario

Il destinatario non sa quando riceverà la lettera

Rete telefonica

C'è un canale fisico trasmissivo diretto e riservato tra i comunicanti.

La commutazione di pacchetto

Suddivisione dei messaggi in frammenti (pacchetti)

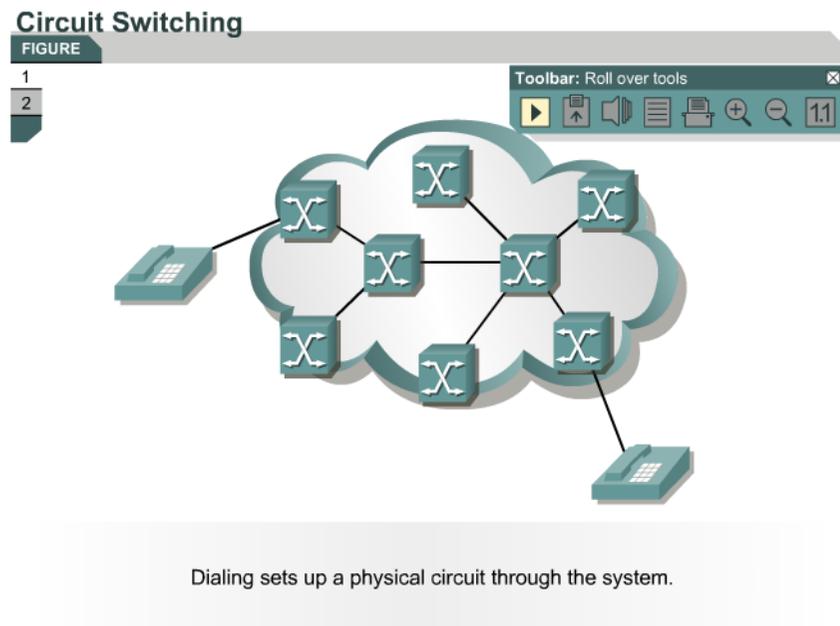
Trasmissione indipendente dei vari pacchetti.

Ogni pacchetto deve essere numerato e dotato degli indirizzi mittente e destinatario.

Non vi è certezza dell'avvenuta consegna del pacchetto.

Il destinatario può ricevere i pacchetti in ordine diverso rispetto all'ordine di spedizione.

Commutazione di pacchetto vs commutazione di circuito



Commutazione di pacchetto vs commutazione di circuito

Commutazione di pacchetto

Comunicazione asincrona.

Tollerante ai guasti: i pacchetti persi vengono ritrasmessi.

Connessione garantita: in caso di traffico intenso, anche se lentamente, due computer riescono quasi sempre a comunicare.

Un canale di comunicazione può essere utilizzato contemporaneamente per più trasmissioni simultanee.

Capacità trasmissiva non garantita.

Commutazione di circuito

Comunicazione sincrona.

connessione non garantita: a causa dell'overbooking se le linee sono tutte occupate non si riesce a telefonare.

Una volta aperto il canale di comunicazione è ad uso esclusivo dei comunicanti.

Capacità trasmissiva garantita.

La nascita di Internet



La nascita di Internet

Tutto inizia il 4 ottobre 1957 quando i sovietici lanciano in orbita il primo satellite artificiale della storia: lo *Sputnik I*.

Il 31 gennaio 1958 gli USA rispondono con il lancio di *Explorer I* ma l'impatto sull'orgoglio dell'opinione pubblica americana, per il sorpasso dell'URSS, è forte.

Il presidente Eisenhower dichiara che mai più gli USA sarebbero stati anticipati dall'URSS nel campo scientifico e tecnologico e cambia il volto della ricerca scientifica americana quintuplicando i finanziamenti alla NSF (National Science Foundation).

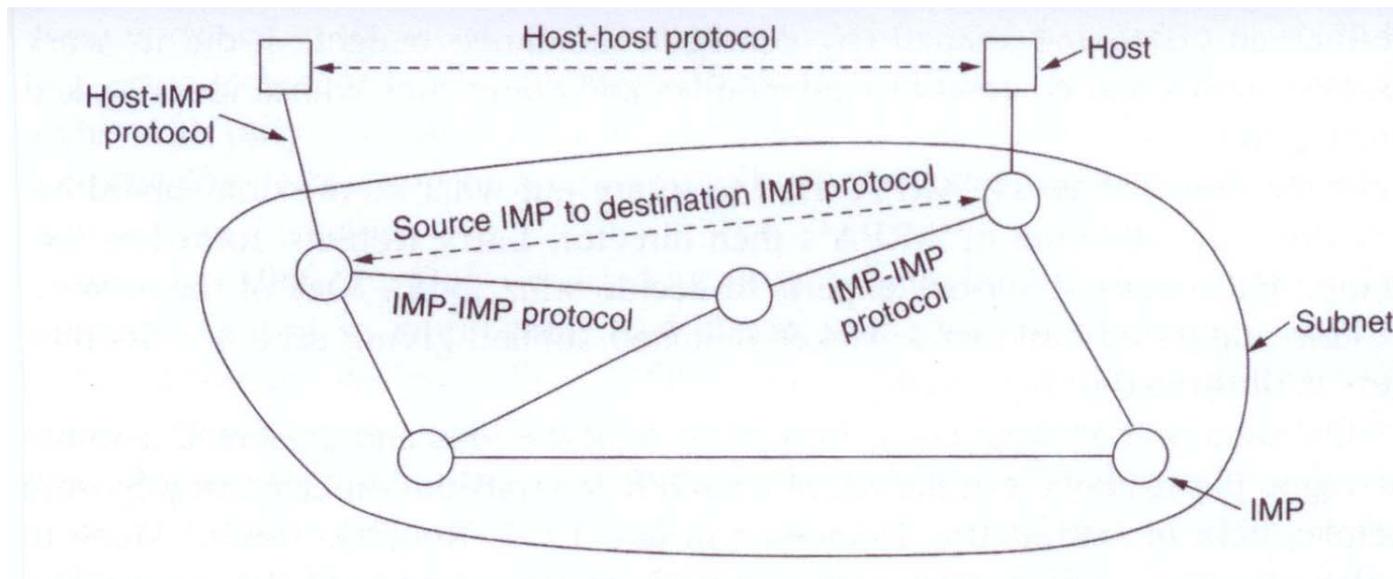
Viene creata l'ARPA (Advanced Research Project Agency dal 1972 DARPA, Defense ARPA) sotto il controllo del DoD (Department of Defense) con compiti di ricerca e sviluppo nell'ambito degli armamenti, dei satelliti antimissile e del rilevamento di esplosioni nucleari.

Il programma spaziale civile viene invece affidato alla nascente NASA.

La rete ARPANET

Nel 1962 l'ARPA viene dotata di un nuovo Dipartimento denominato IPTO (Information Processing Techniques Office) dedicato all'elaborazione dell'informazione.

Al fine di ottimizzarne l'uso, l'IPTO lancia il progetto di una rete per collegare i computer più potenti del paese: l'ARPANET.



Gli IMP (Interface Message Processor, oggi Router) risolvono il problema dell'impossibilità, da parte dei computer (Host), di parlarsi direttamente a causa della diversità dei sistemi operativi.

Le *nascite* della commutazione di pacchetto

Restava però aperto il problema della modalità di trasmissione dei messaggi nella rete.

Paul Baran (Ingegnere elettronico statunitense di origine polacca) e Donald Davis (Matematico britannico) pervengono da strade indipendenti alla stessa soluzione:

la commutazione di pacchetto

In piena guerra fredda, Baran studia presso la RAND (Research ANd Development corporation) su commessa del Ministero della difesa USA, come evitare che, a causa della vulnerabilità e instabilità dei sistemi di comunicazione, le due superpotenze possano scatenare la guerra nucleare. Ispirato dalla rete neuronale del cervello umano, perviene alla classificazione delle topologie di rete in tre categorie: centralizzata, decentralizzata, distribuita. Frammenta i messaggi in un'unità elementari d'informazione, da *iniettare* indipendentemente una dall'altra nella rete, con un metodo che chiama della "patata bollente". Dà al sistema il nome di commutazione di blocchi di messaggi e pubblica il suo lavoro nel marzo del 1964.

Le nascite della commutazione di pacchetto L'umanità e salva!

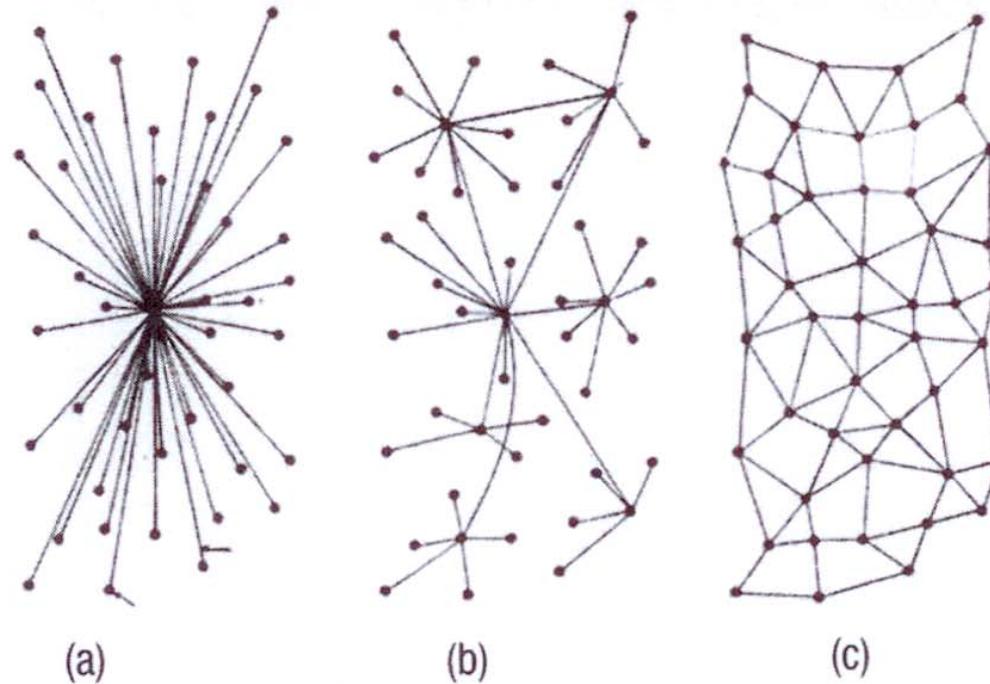


Figura 5: Il tipo più semplice di rete ha una configurazione a stella (a) ed è chiaramente vulnerabile a eventuali attacchi. L'altro estremo è un tipo di rete completamente distribuita che Paul Baran proponeva (c), in cui ogni nodo è connesso a molti altri. In pratica, le reti sono una combinazione di questi due tipi. (fonte: Paul Baran, «On Distributed Communications Networks», IEEE Transactions on Communications Systems, marzo 1964)

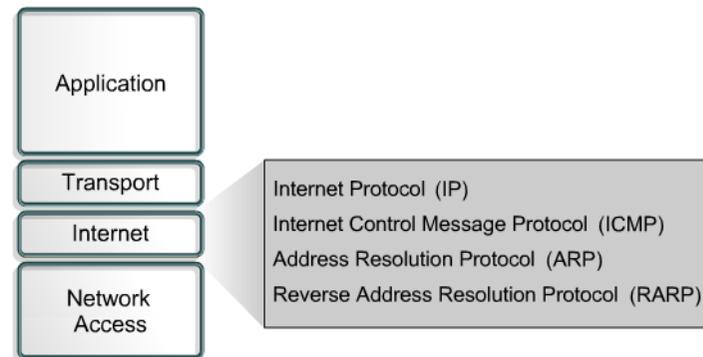
Le *nascite* della commutazione di pacchetto L'umanità e salva!

Internet Layer Protocols

FIGURES

1

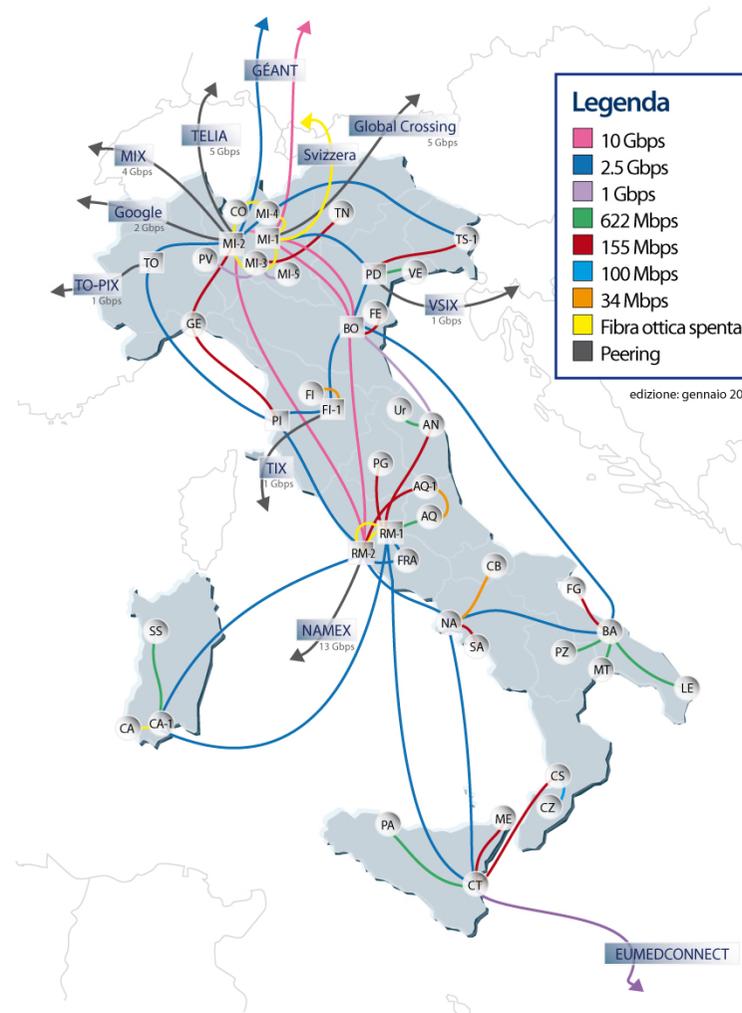
2



La rete italiana della ricerca e università

Esempio di moderna topologia decentralizzata

Topologia di backbone di GARR-G



Le *nascite* della commutazione di pacchetto

Donald Davies lavora all'NPL (National Physics Laboratory) in Inghilterra e collabora con Alan Turing (lo scopritore dell'algoritmo di crittografia della macchina Enigma, usata dai tedeschi durante la seconda guerra mondiale per trasmettere gli ordini militari) al progetto del nuovo computer ACE (Automatic Calculating Engine).

Davis usa ACE per formulare modelli matematici che descrivono il traffico delle auto ai semafori e per indicare ai minatori il percorso ottimale di fuga in caso di incidente.

In un soggiorno di studio negli USA apprende le nuove tecniche di condivisione di tempo che permettono ai computer di essere usati contemporaneamente da più persone.

Lavora alla ricerca di un'alternativa alla trasmissione telefonica ritenuta inefficiente a far comunicare i computer.

Le *nascite* della commutazione di pacchetto

Prende spunto dal sistema dei telegrafi che usa la tecnica della commutazione di messaggio: assenza di connessione diretta e invio del messaggio indipendentemente dalla presenza del destinatario.

Ma il modello telegrafico non poteva essere applicato *tout cour* alla comunicazione tra computer: un messaggio lungo avrebbe provocato un ritardo di consegna intollerabile per un messaggio breve.

Davis ha l'intuizione di applicare alla commutazione di messaggio la condivisione del tempo.

Calcola il tempo massimo necessario che un messaggio breve impiega a raggiungere la destinazione con la velocità delle linee al momento disponibile e scopre che è un tempo sorprendentemente breve: 2 millesimi di secondo!

Definisce il formato dei pacchetti che risulta incredibilmente simile a quello definito da Baran. Dà al sistema il nome di commutazione di pacchetto e pubblica il suo lavoro nell'ottobre del 1967.

Il nucleo iniziale dell'ARPANET

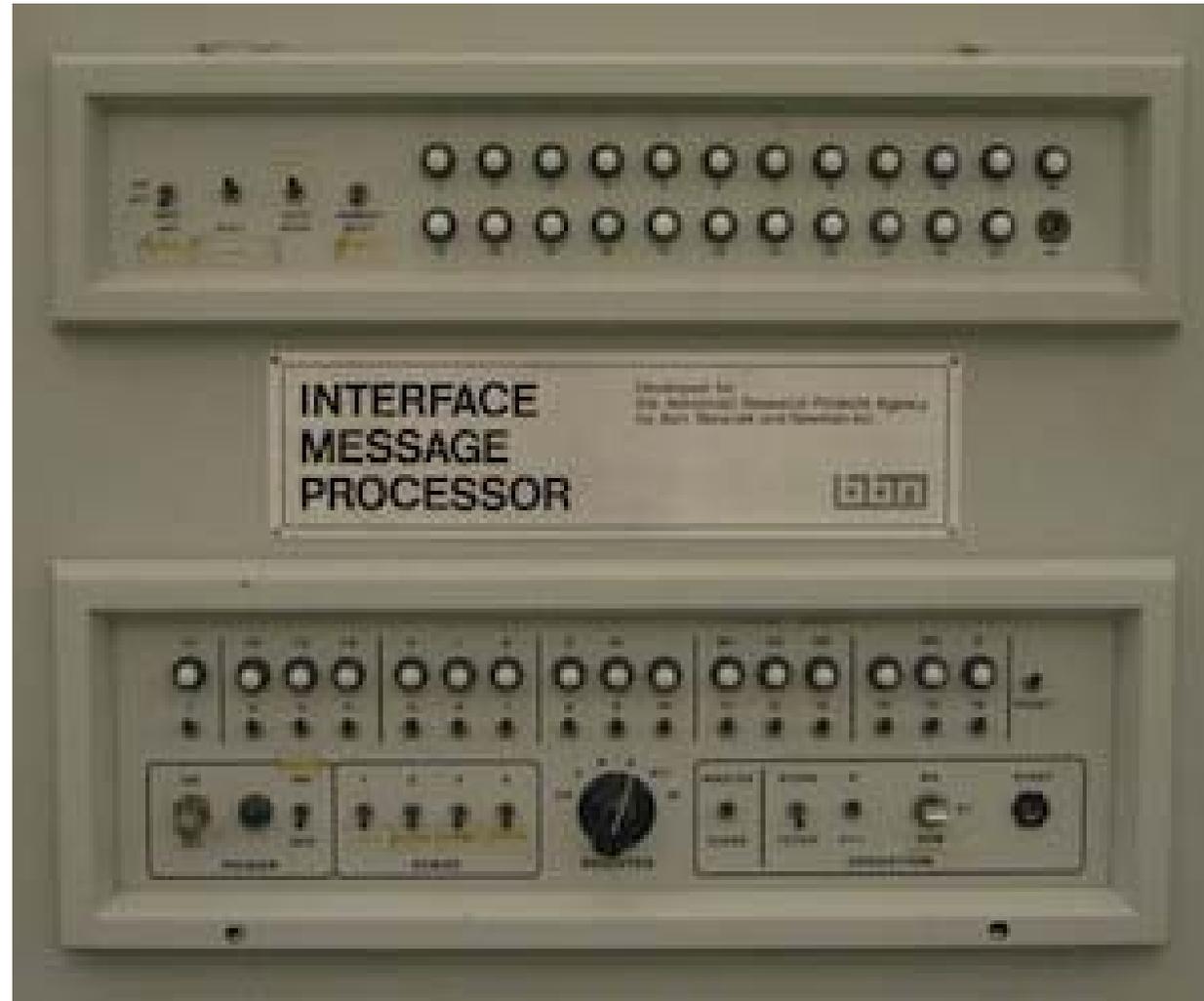
Davis promuove il progetto di una rete all'NLP ma viene fortemente ostacolato dalle Poste britanniche che detengono il monopolio delle comunicazioni. Il risultato sarà che la futura rete della ricerca utilizzerà gli IMP prodotti negli USA e non i nodi sviluppati da Davis. Tuttavia la soluzione di Davis al problema di come collegare i terminali alla rete fu utilizzata da ARPANET.

Negli USA le idee di Baran e Davis entrano prepotentemente nel progetto dell'ARPANET.

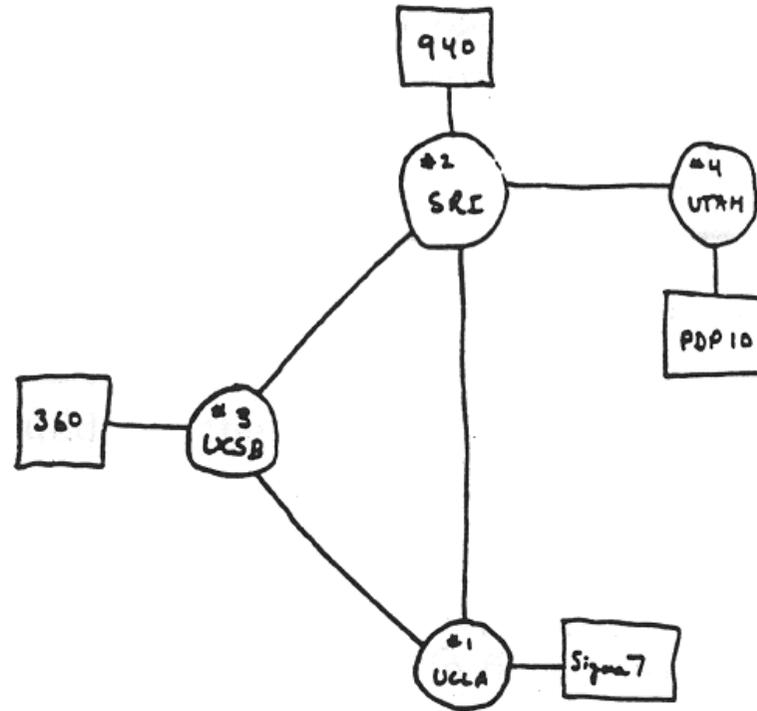
Nel 1968 l'ARPA bandisce la gara d'appalto per la fornitura di quattro IMP. Vince la società BBN (Bold, Beranek e Newman) offrendo gli IMP a 50000 dollari cadauno.

Nel 1969 vengono collegate l'UCLA (Università della California in Los Angeles), l'UCSB (Università della California in Santa Barbara), lo SRI (Stanford Research Institute) e l'Università dello Utah.

È solo la fine dell'inizio



Il nucleo iniziale dell'ARPANET



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

È solo la fine dell'inizio

L'appalto vinto dalla BBN prevedeva la fornitura dell'hardware e del software per gli IMP ma non per gli host.

In altre parole mancavano le regole (protocolli) con cui i computer dovevano scambiarsi i pacchetti.

All'IPTO viene creato un gruppo formato da dottorandi il cui stile di lavoro, fortemente cooperativo e paritario e che si estenderà a livello planetario, caratterizza ancora oggi lo sviluppo tecnico di Internet.

Le idee vengono affidate a delle note pubbliche denominate RFC (Request For Comment).

A giugno 1974 siamo alla RFC numero 7306.

Nel 1970 il gruppo produce i protocolli Telnet, FTP (File Transfer Protocol) e NCP (Network Control Protocol).

La prima applicazione più popolare di Internet

Nel 1972 alla BBN Ray Tomlinson inventa la posta elettronica.

La genialità dell'idea consiste nell'utilizzare il carattere @ come separatore tra il nome della casella postale e il computer sulla quale essa risiedeva.

Tomlinson pensò che sarebbe stato difficile che quel carattere potesse far parte del nome di una casella postale (generalmente il nome di una persona) o di un computer.

Entro due anni la posta elettronica avrebbe occupato la maggior parte del traffico di ARPANET.

L'RFC che descrive la posta elettronica è l'822.

Entrano in scena le reti locali

La rete di computer via radio Alohanet dell'Università delle isole Hawaii mette in luce una debolezza del protocollo NCP.

L'uso dell'NCP come protocollo per far dialogare due computer presupponeva che la rete sottostante garantisse di mantenere i pacchetti in sequenza. Questo poteva non avvenire in una rete radio in cui i pacchetti potevano perdersi ed essere quindi rispediti.

NCP non è quindi adatto alla connessione di Alohanet ad ARPANET; incominciava a porsi il problema del collegamento tra reti.

La miniaturizzazione elettronica riduce la dimensione dei computer e ne aumenta la diffusione. Si pone il problema di connettere i computer presenti all'interno di un edificio ma era impensabile l'utilizzo di una piccola ARPANET per questo scopo.

Alcuni principi di Alohanet diedero così lo spunto per lo sviluppo della rete locale Ethernet che utilizzava però i cavi.

Ethernet ebbe una diffusione enorme e fece da volano allo sviluppo della soluzione dei problemi legati alle connessioni tra reti.

La nascita del TCP col contributo francese

La comunicazione tra computer connessi da reti locali pone la necessità di un protocollo cosiddetto end-to-end che non dipenda dagli IMP di ARPANET, inesistenti su una rete locale.

Col TCP i pacchetti inviati vengono consegnati direttamente al destinatario che provvede a riordinarli e a richiedere eventuali pacchetti errati o non ricevuti.

Un contributo indiretto allo sviluppo del TCP venne dato dai francesi (Louis Pouzin e altri) che, nel realizzare la loro rete (Cicladi) adottarono un approccio completamente opposto a quello di ARPANET, pensando prima a come far parlare i computer e poi alla rete.

II TCP

Gli sviluppatori del TCP (Cerf, Kahn, Metcalfe) sottostimano fortemente quella che sarebbe stata la crescita del numero delle reti e cioè il passaggio da un mondo di un piccolo numero di grandi computer ad uno con un grande numero di piccoli computer, tutti connessi a reti locali. Nel settembre del 1973 il TCP viene presentato ad un convegno all'Università del Sussex a Brighton in Inghilterra.

Lo schema di indirizzamento è fatto da 32 bit, otto dei quali indicano la rete. Quindi il TCP può gestire non più di 256 reti.

Ma prima della fine degli anni novanta il numero di reti connesse ad Internet supera le centomila.

Il TCP si sdoppia in TCP/IP

Il DARPA decide di adottare il TCP in ARPANET ed è alla ricerca di un nuovo sistema operativo standard che funzionasse su tutti i tipi di computer e che contenesse al suo interno il TCP.

La risposta viene dai laboratori Bell della AT&T e dall'Università della California a Berkeley ed è il sistema operativo Unix.

Il TCP diventa TCP/IP. L'IP (Internet Protocol) si occupa dell'instradamento dei pacchetti attraverso gli IMP (oggi router) e il TCP svolge le sue funzioni sui computer.

Il primo gennaio del 1983 ARPANET adotta il TCP/IP, fu il primo giorno di vita di Internet come la conosciamo adesso.

Il TCP/IP diventa di uso pubblico

Il 1° gennaio 1983 è anche il giorno in cui ARPANET si divide in due. La metà civile prende il nome di ARPA Internet, quella militare di MILNET.

Il TCP/IP diventa libero e di utilizzo pubblico. Da allora la rete cresce a ritmi esponenziali.

Nello stesso anno si pone quindi il problema di un metodo di denominazione dei computer che garantisca l'unicità del nome in tutta l'Internet così come è per l'indirizzo IP.

Paul Mockapretis propone negli RFC 882 e 883 un sistema gerarchico di nomi: il DNS (Domain Name System)

I nomi nel DNS

Nome a dominio	↔	indirizzo IP
Esempi: www.fis.unical.it	↔	192.167.201.212
www.ox.ac.uk	↔	163.1.13.189
nasa.gov	↔	46.40.191.25
cisco.com	↔	198.133.219.25
mit.edu	↔	18.9.22.69
nic.mil	↔	94.23.6.191
onu.org	↔	94.23.6.191
www.cai.it	↔	85.235.131.75

L'opportunità di un dominio di primo livello .mob (mobile)

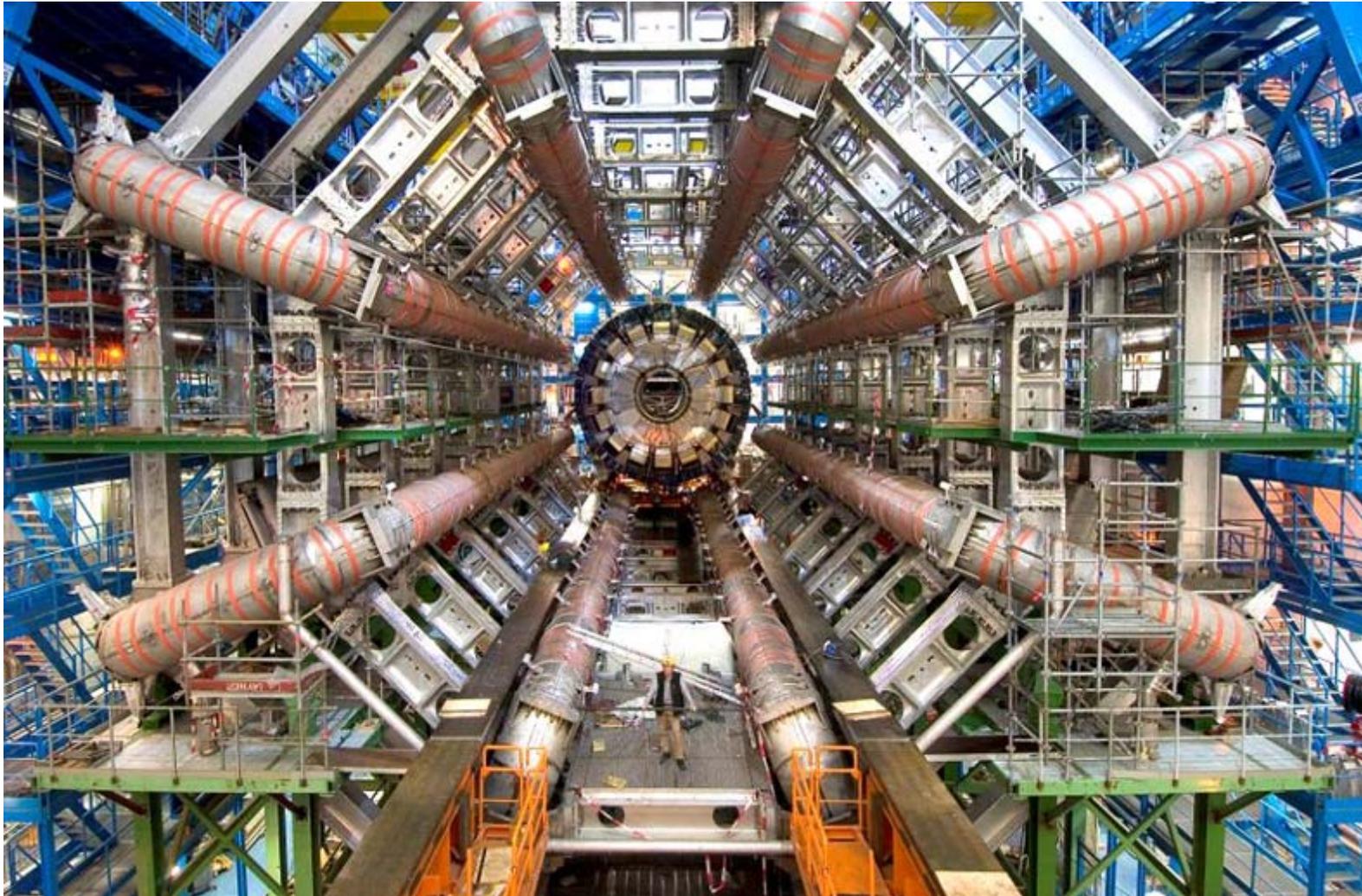
II CERN

Dal 1952 al CERN (Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare) di Ginevra si studiano i costituenti della materia attraverso gli acceleratori di particelle elementari.

Gli esperimenti richiedono collaborazioni internazionali in cui sono coinvolti migliaia di scienziati di tutto il mondo e aziende dei più disparati settori tecnologici.

Oltre ai risultati in ambito delle conoscenze di base gli studi producono ricadute in molti altri settori tecnologici e scientifici tra i quali vi è anche la medicina, per la cura di tumori. Ma la ricaduta più nota è il World Wide Web.

Rivelatore LHC al CERN



Il World Wide Web

I ricercatori impegnati negli esperimenti del CERN, distribuiti su tutto il globo, soffrivano dell'assenza di uno strumento agevole per condividere le grandi quantità di dati prodotte dagli esperimenti, attraverso la rete Internet.

Tim Berners-Lee sta scrivendo al CERN un programma per visualizzare su uno schermo i dati di controllo di una macchina che genera il vuoto all'interno di un acceleratore.

Ha il problema di visualizzare su una schermata molti più dati di quanti ve ne entrino. Ha l'idea di cominciare a schematizzare il sistema in maniera semplificata con dei blocchi. Quando l'operatore punta su uno dei blocchi si apre una schermata più particolareggiata relativa a quel blocco.

Si tratta dell'applicazione del concetto, non nuovo, di ipertesto.

Il World Wide Web (2)

Nuova fu invece l'idea successiva di trasportare il concetto di ipertesto da un singolo computer ad una rete di computer. Occorreva che questo nuovo ipertesto funzionasse indipendentemente dal tipo di computer e dal sistema operativo. Questo avrebbe reso i dati degli esperimenti liberamente fruibili da tutta la comunità scientifica.



Il World Wide Web

Per concretizzare l'idea nel 1990 Tim Berners-Lee sviluppo:

Il protocollo HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)

Il linguaggio HTML (Hyper Text Markup Language)

HTTP regola le modalità di trasferimento degli ipertesti sulla rete.

HTML è il linguaggio utilizzato per scrivere le pagine ipertestuali.

Il WWW ha semplificato l'uso della rete facendola uscire dal mondo accademico e facendola esplodere nella vita di tutti.

Ed allora? Tutti felici e contenti? Sì ma con qualche precauzione!

Il World Wide Web

Sulla rete “gira” anche il denaro e questo ha svegliato l’appetito della criminalità.

Occorre quindi difendersi da:

phishing

spamming

malware



Cosa ci riserva il futuro

Quale sarà Il ruolo dei potentati economici e dei governi nella rete?

Gli indirizzi IP sono in via di esaurimento e tra poco non sarà più possibile collegare nuove reti.

Da anni la comunità di gestione dell'Internet ha messo a punto una nuova versione del protocollo denominata IPv6 (quella attuale è la IPv4).

IPv6 ha un indirizzamento a 128 bit con la possibilità di collegare 2^{128} computer $\approx 3 \times 10^{38}$ (un numero sconfinato).

Tra poco vivremo in un mondo AoIP (All Over IP). TV, telefono, domotica, ecc.. viaggeranno su trasporto Internet.

Tra qualche anno ogni grandezza fisica trasducibile in segnale elettrico verrà trasmessa su Internet.

Con l'avvento di IPv6 ad ogni persona potranno essere attribuiti più indirizzi Internet utilizzati da apparecchi nonotecnologici installati all'interno del corpo umano per il controllo di funzioni organiche.

