

La nascita di Internet

Guerra Fredda



Guerra Fredda

- **Rete Telefonica USA vulnerabile** ad un attacco nucleare
- La rete possiede una **struttura gerarchica**
- **Distruggendo poche centrali di alto livello si frammenta la rete**, impedendo le comunicazioni militari e dunque la possibilità di un contrattacco

Guerra Fredda

- Preoccupazione : se non vi è la possibilità di contrattaccare... vince chi attacca per primo.
- Pertanto, al primo segnale di conflitto imminente, le due superpotenze sarebbero state tentate di sferrare un attacco preventivo(o addirittura a sorpresa) in maniera da garantirsi il vantaggio iniziale o semplicemente evitare la disfatta.

Paul Baran

- 1960 : il dipartimento della difesa(DoD) assegna il compito di trovare la soluzione alla **RAND Corporation** (un'organizzazione di ricerca no-profit)
- **Paul Baran** impiegato della RAND Co. **progetta una rete distribuita a commutazione di pacchetto**

ARPANET

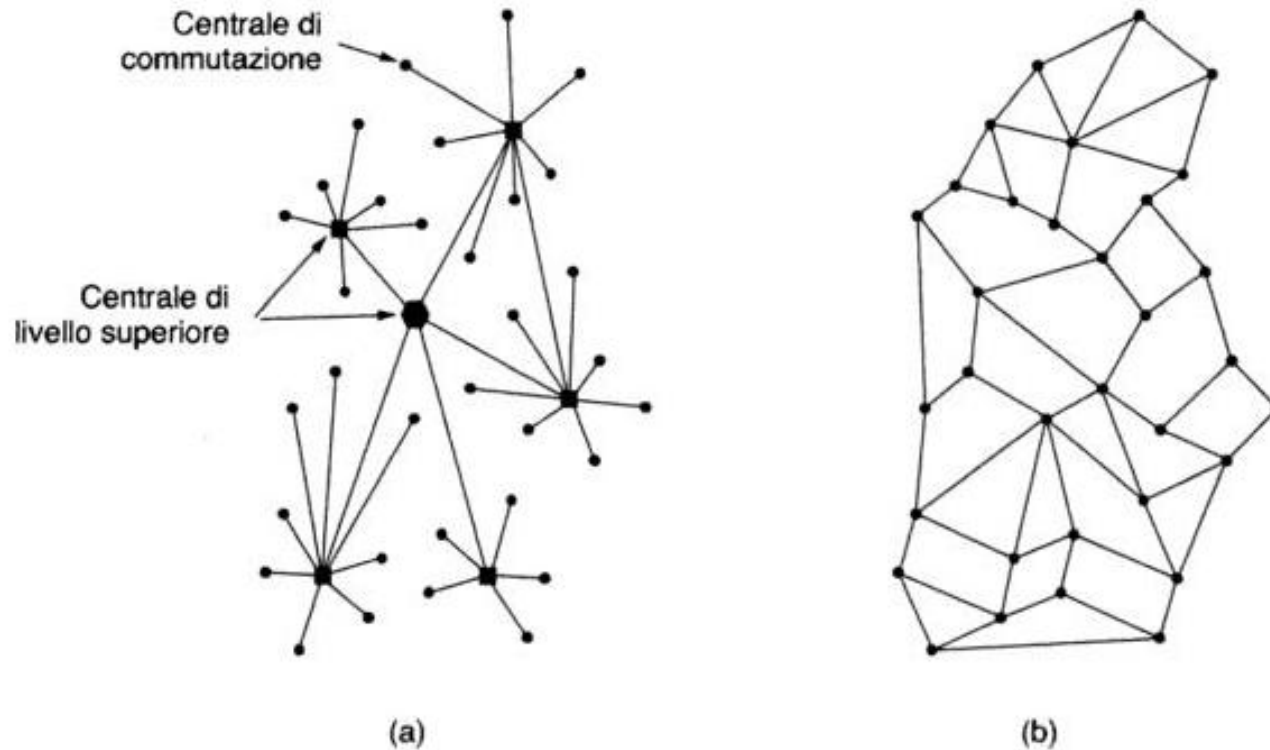


Figura 1.25. (a) Struttura della rete telefonica. (b) Il sistema distribuito a commutazione proposto da Baran.

Paul Baran



Paul Baran

- La rete **non ha una struttura gerarchica**
- Tutti i nodi sono allo stesso livello
- **I nodi sono distanti**
 - Problema: la comunicazione analogica non va bene per distanze elevate
 - Soluzione: **divido il messaggio in blocchi e li trasmetto in digitale(rigenerandoli ad ogni nodo intermedio)**

Rete a commutazione di pacchetto

- I nodi possono trasmettere, ricevere e inoltrare i pacchetti
- I pacchetti possono seguire percorsi diversi
- **In caso di distruzione o guasto di alcuni nodi i pacchetti verranno instradati lungo percorsi alternativi**

Utilizzo della banda migliore

- Utilizzo meglio la banda perché il **canale** di comunicazione non è dedicato bensì **condiviso**
- Se faccio una telefonata con la tecnologia a *commutazione di circuito* viene creato un circuito fisico dedicato
- Durante le pause non vengono trasmessi dati, ma il canale è ugualmente inutilizzabile per trasportare altre conversazioni
- Ciò non avviene nella *commutazione di pacchetto* ed inoltre posso evitare più facilmente la congestione

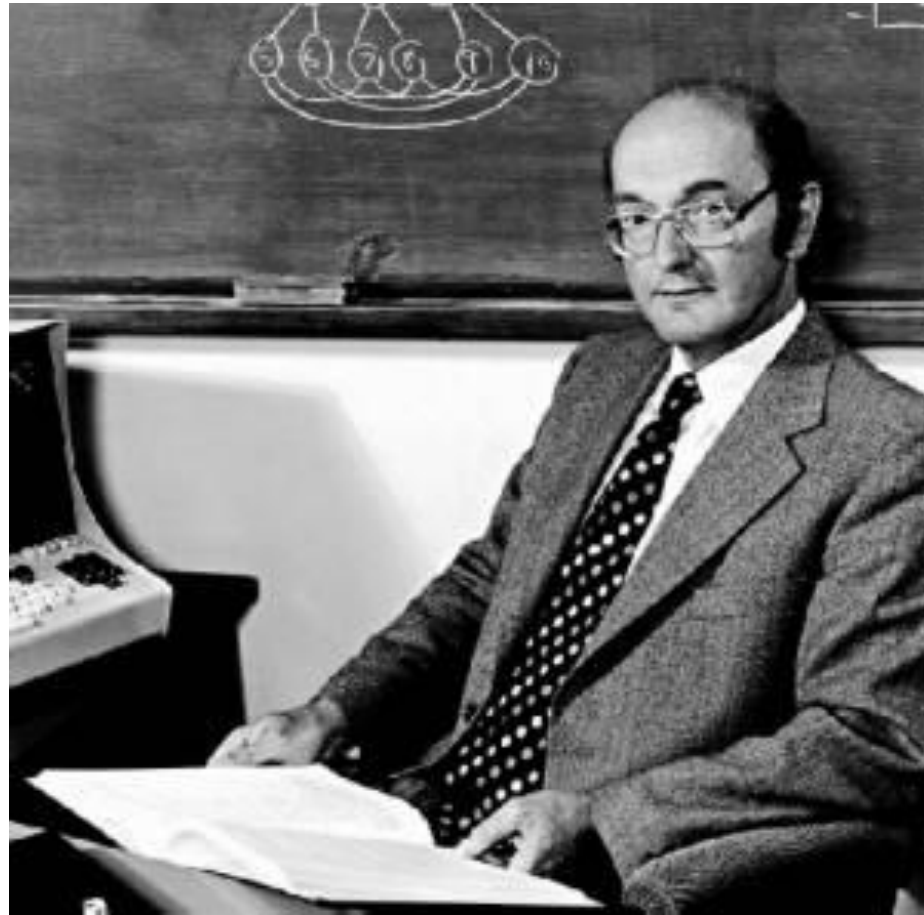
Protocollo di Routing

- ***Hot Potato*** del tipo ***store and forward***
- ***Hot Potato*** : ogni pacchetto viene inoltrato sulla linea più “libera”(coda di attesa minore)
- ***Store and forward***: ogni pacchetto viene memorizzato interamente dai nodi intermedi che lo esaminano e quindi decidono il next hop

Donald Davies

- Intanto in Gran Bretagna un altro ricercatore **Donald Davies** sviluppa e in maniera indipendente la tecnologia a commutazione di pacchetto all' *NPL(National Physical Laboratory)*
- I ricercatori dell'NPL costruiscono due reti **Mark I** e **Mark II** sulla base delle idee di Davies

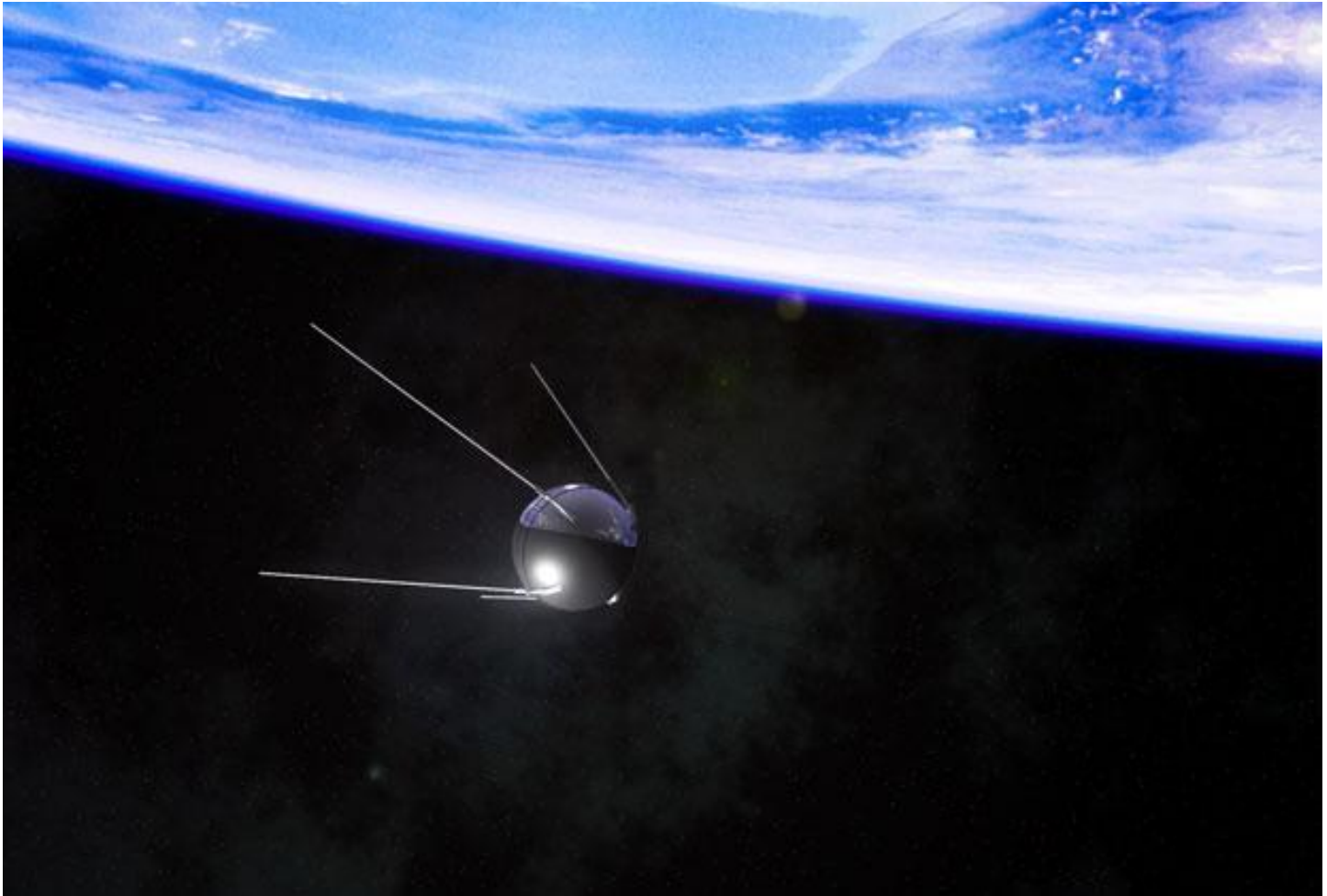
Donald Davies



Mancanza di fiuto

- **Baran** scrivere diverse relazioni al Pentagono che apprezza le sue idee, ma AT&T bolla il progetto come “irrealizzabile”
- **Davies** prova, senza risultati, a convincere il General Post Office (le “Poste” inglesi) a costruire una rete su scala nazionale
 - Se il GPO avesse costruito la rete avrebbe preceduto ARPANET

Sputnik



Eisenhower



A.R.P.A.

- 1957 lancio dello Sputnik
- Eisenhower fonda ARPA(**Advanced Research Projects Agency**)
- Il suo compito era erogare fondi e stipulare contratti con università e aziende che avevano idee promettenti
- E' solo un piccolo ufficio al Pentagono

A.R.P.A.



IPTO

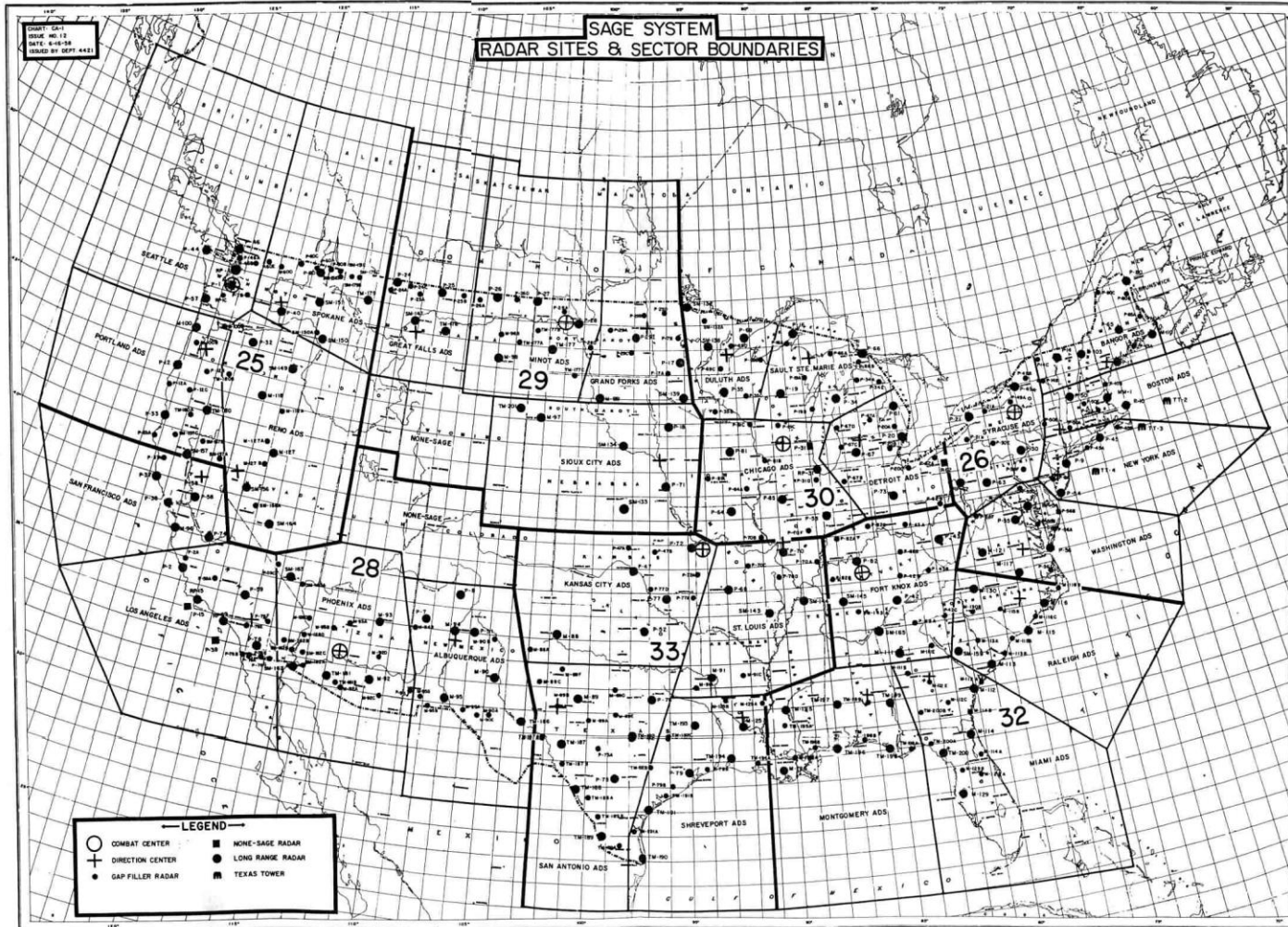
(Information Processing Techniques Office)

- Dipartimento dell'A.R.P.A.
- Direzione affidata a un psicologo dell'MIT
Licklider
- Licklider aveva lavorato al progetto Charles e SAGE che prevedevano lo sviluppo di un sistema radar di Primo Allarme e difesa
- Era rimasto affascinato dall'interattività dei primi computer in real-time

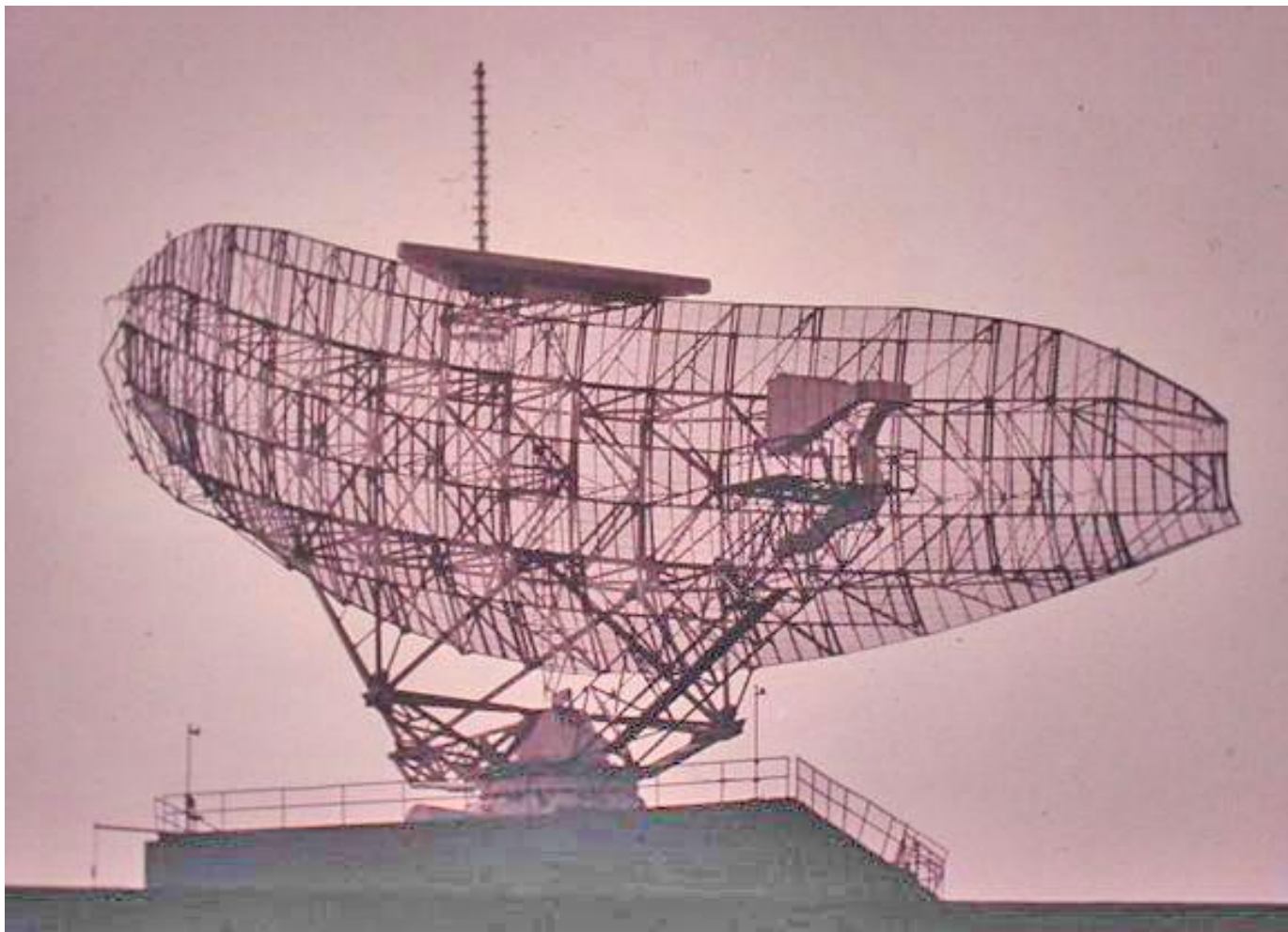
S.A.G.E.



S.A.G.E.



S.A.G.E.



IPTO

(Information Processing Techniques Office)

- **L'IPTO dunque all'inizio si occupava di finanziare le ricerche nel campo dell'interattività** e di come questa permettesse di aumentare l'efficienza dell'uomo supportandolo nelle decisioni e liberandolo da tutta una serie di compiti automatici e ripetitivi che spesso occupavano la maggior parte del tempo
- Vennero sviluppati i **primi sistemi time-sharing**

Collegare i computer in rete

- Licklider si pose il problema di come collegare i computer sparsi per i vari centri dell'A.R.P.A. ma la tecnologia non era ancora matura
- Bisogna attendere fino al '66

Problema

- Nel 1965 l'ARPA inizia ad avere dei seri problemi di gestione
- diversi computer sparsi in varie sedi (tutti molto costosi) che non potevano parlarsi
- continue richieste di fondi per acquistare computer più potenti
- Duplicazione delle ricerche

Bob Taylor

- Nel '66 diventa direttore della divisione informatica dell'ARPA l'IPTO
- **Progetto ARPANET**
- **Obiettivo : condividere il tempo di esecuzione dei propri mainframe(*time-sharing*) e i risultati delle ricerche effettuate**
- A dirigerlo chiama Lawrence Roberts

Bob Taylor



Lawrence Roberts



ARPANET

- Progetta una rete a commutazione di pacchetto
- Ad ogni host è affiancato un IMP (*Interface Message Processor*)
- Il compito di realizzare gli IMP viene affidato alla BBN una società di ingegneria acustica convertita all'informatica costituita da ricercatori del MIT e Harvard

Progetto

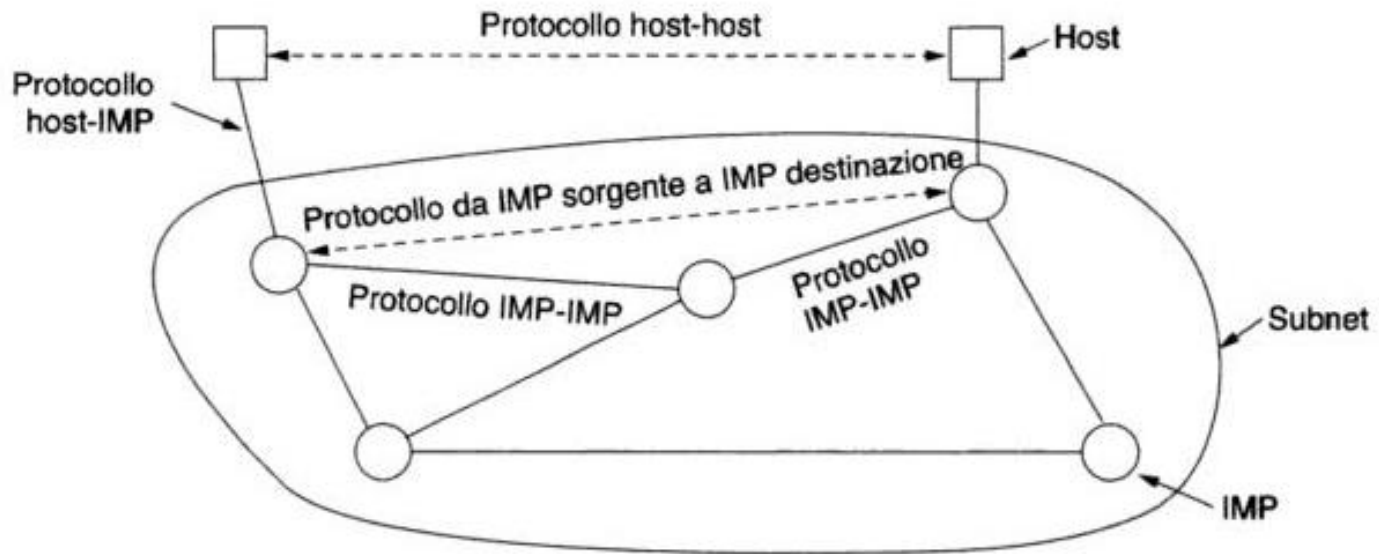


Figura 1.26. Il progetto originale di ARPANET.

Crescita di ARPANET

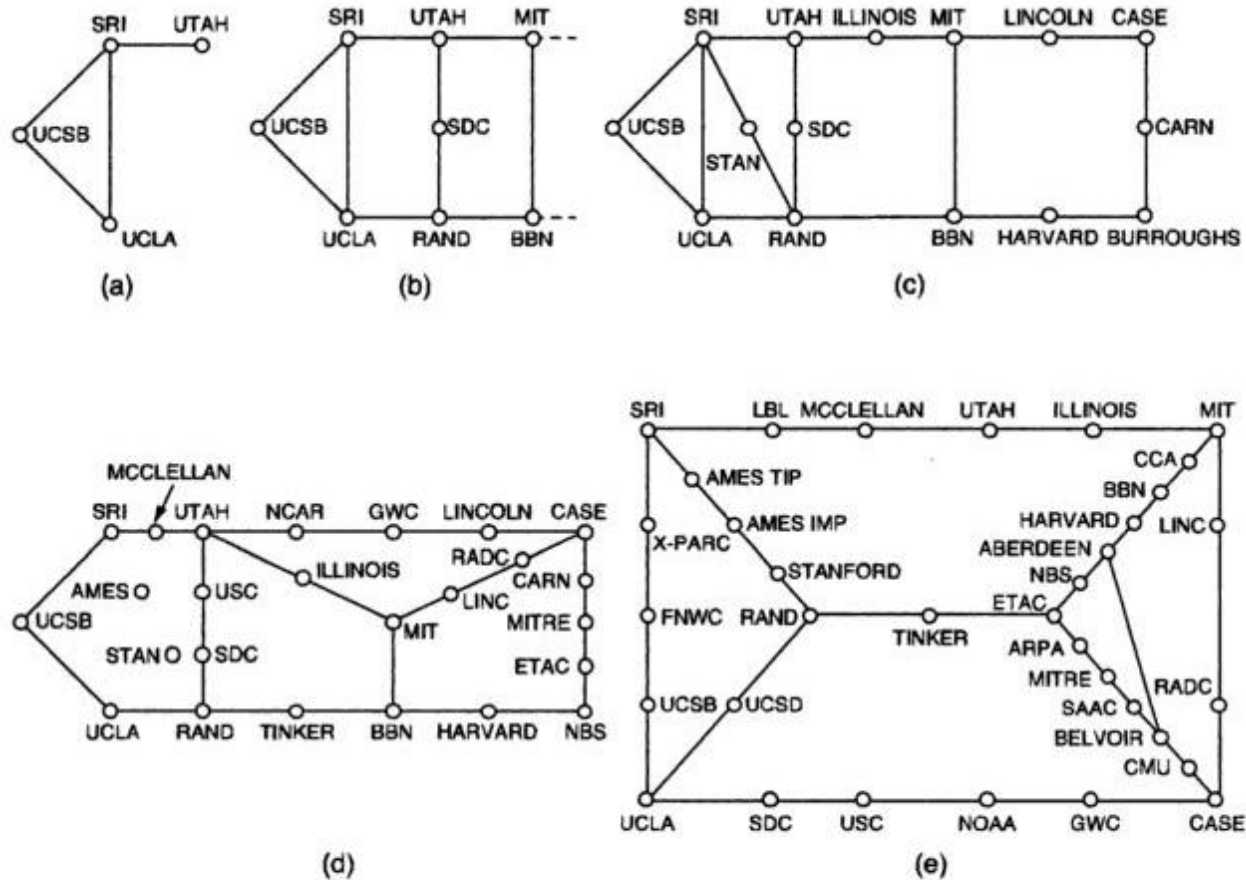
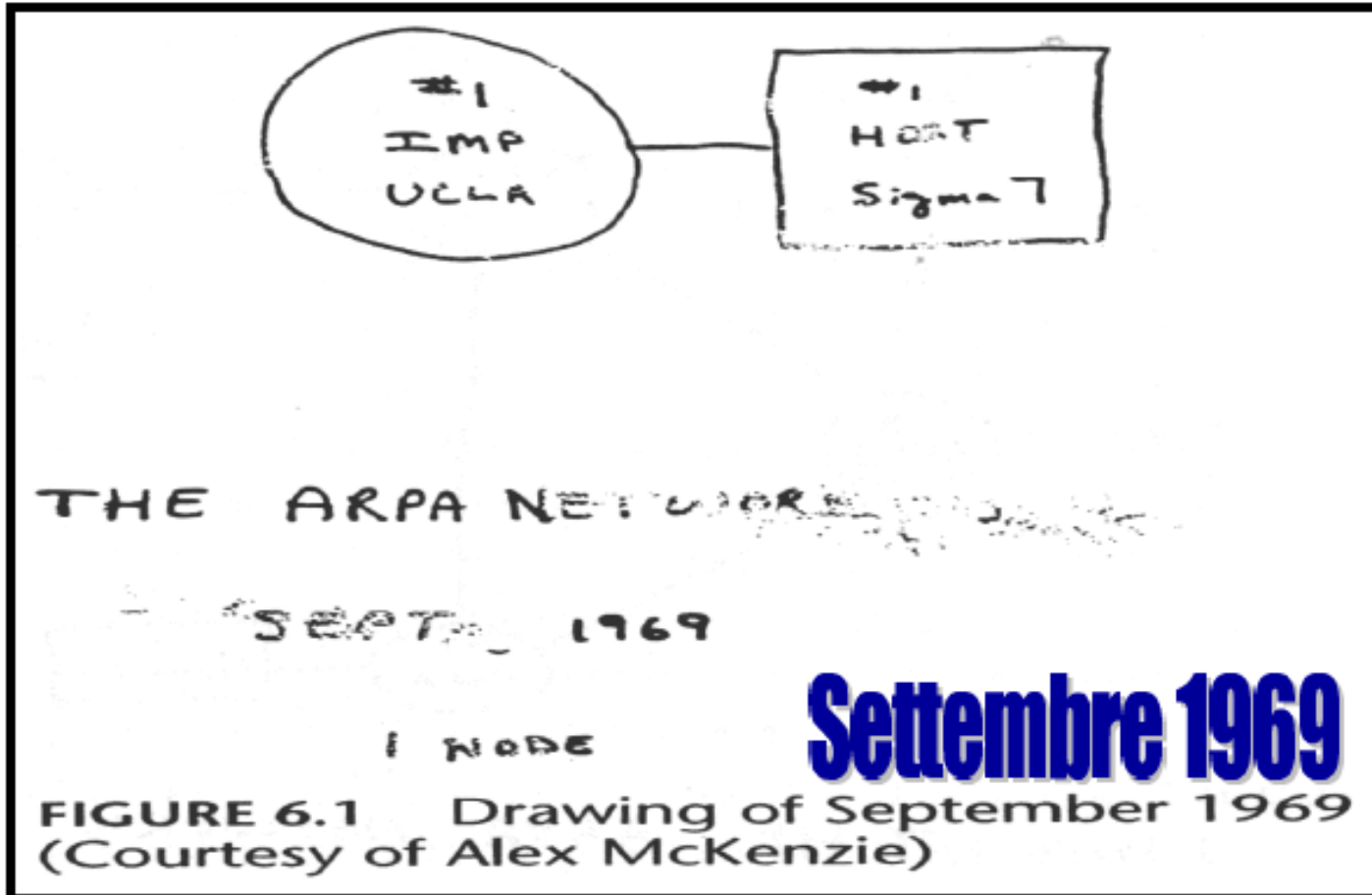
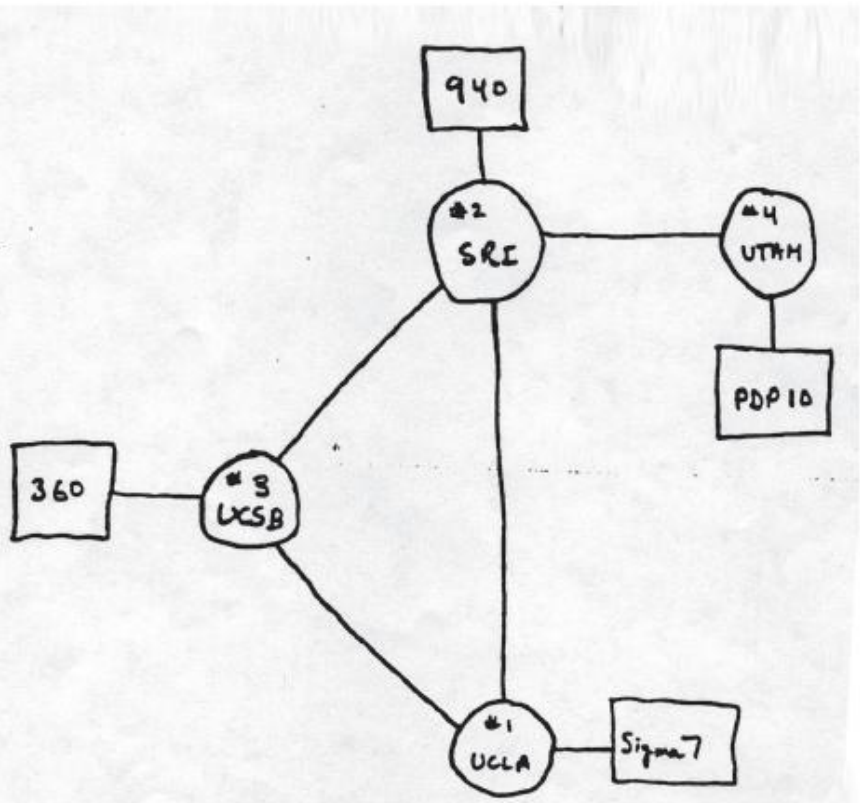


Figura 1.27. Crescita di ARPANET. (a) Dicembre 1969. (b) Luglio 1970. (c) Marzo 1971. (d) Aprile 1972. (e) Settembre 1972.

ARPANET: inizio



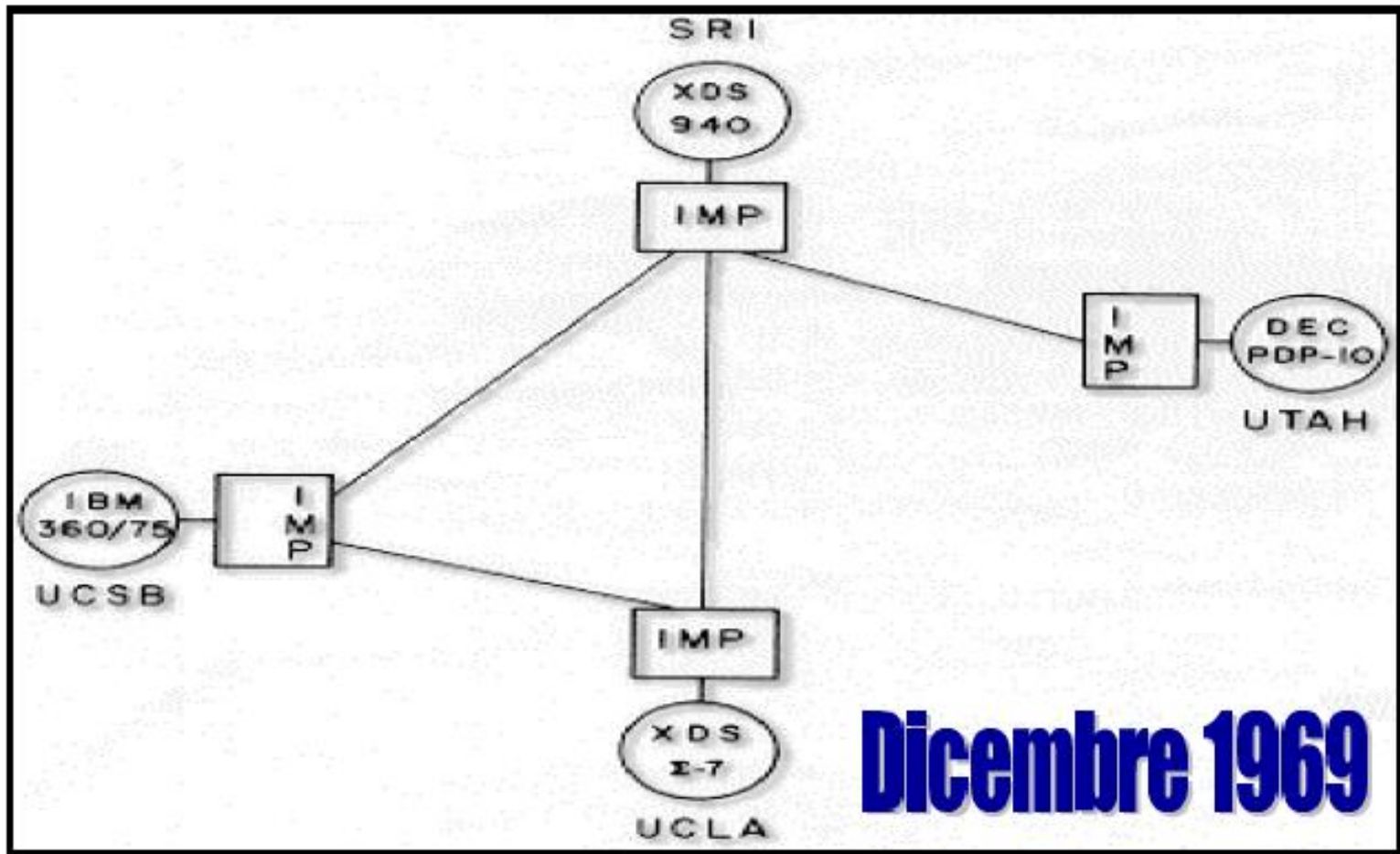


THE ARPA NETWORK

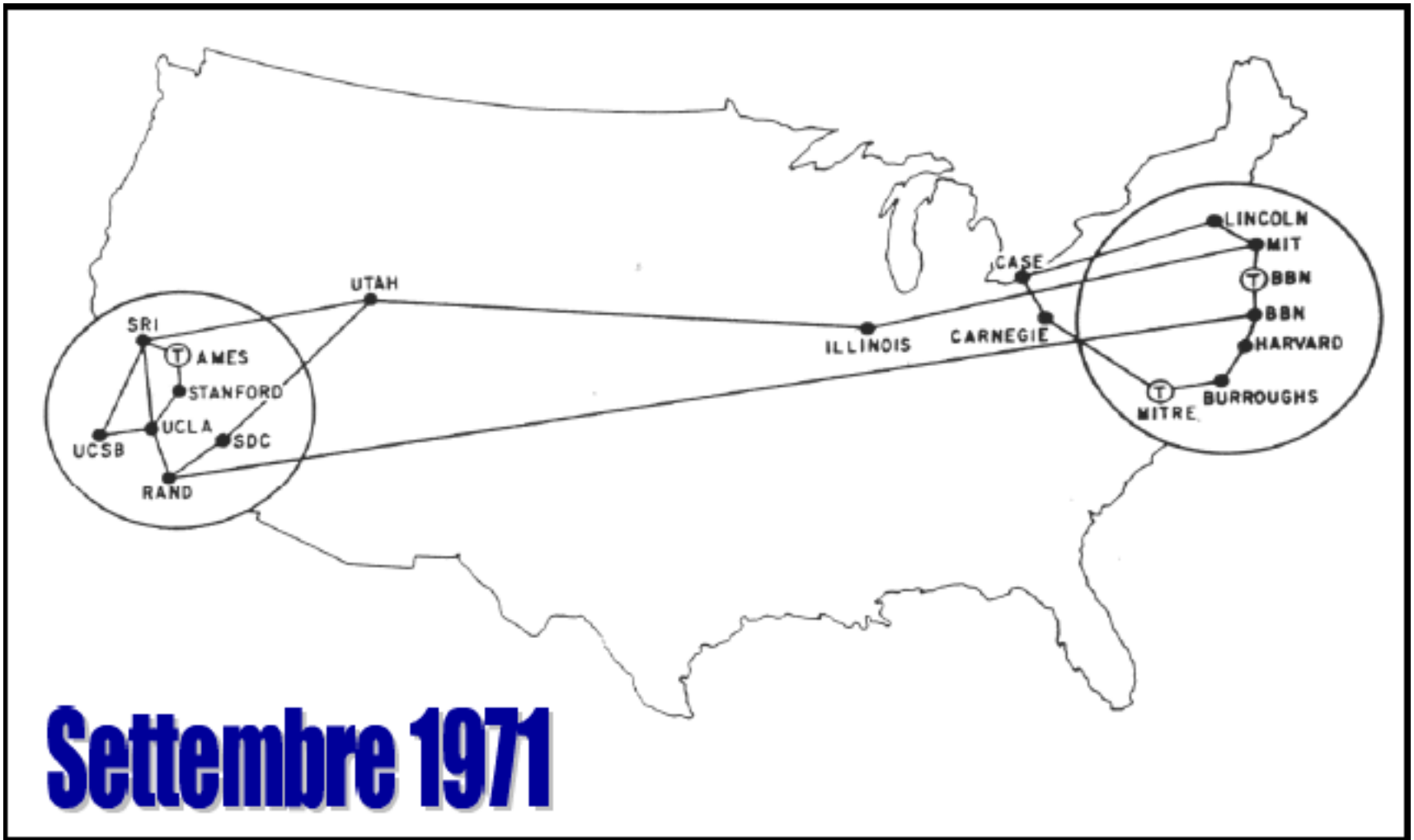
DEC 1969

4 NODES

ARPANET: 4 nodi



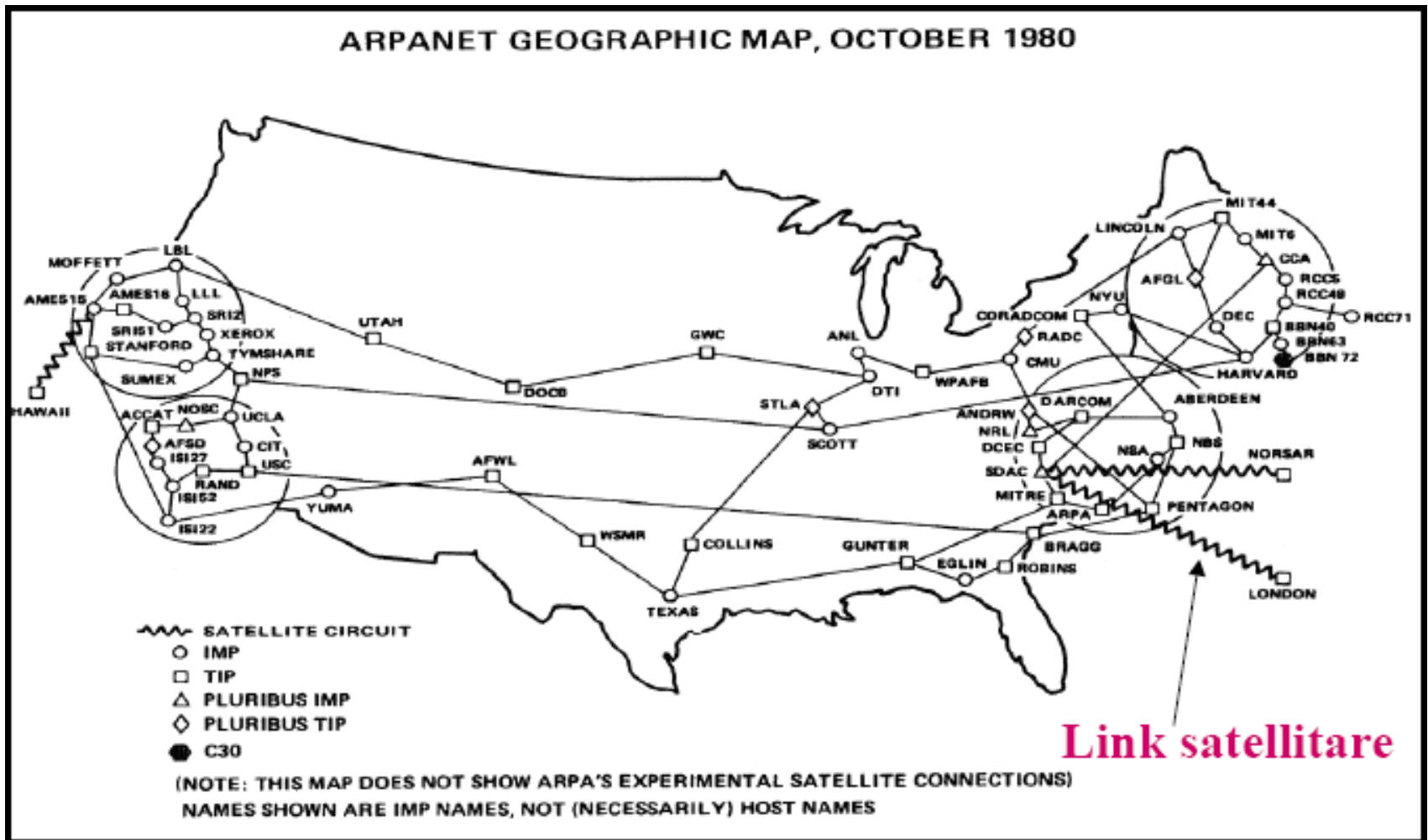
ARPANET: 1971



Storia...

- 1969 – Interface Message Processor (IMP) – 4 computers (UCLA, SRI, UCSB and UTAH)
- 1971 – 23 host computers -15 nodi
- 1972 – ARPANET usata da utenti ‘pubblici’
- Primo programma di comunicazione personale: email
- 1973: 75% del traffico ARPANET è email
- 1973 - University College of London connesso a ARPAnet attraverso un collegamento con la Norvegia (satellite)

ARPANET: 1980



Una rete di reti

- ARPAnet non era la sola rete
 - SATNET su satellite
 - Ethernet: reti locali
- La vecchia ARPAnet non era adeguata a questo scenario
- Era necessario far dialogare le diverse reti
- C'era bisogno di protocolli standard che funzionassero sopra i protocolli specifici delle varie reti

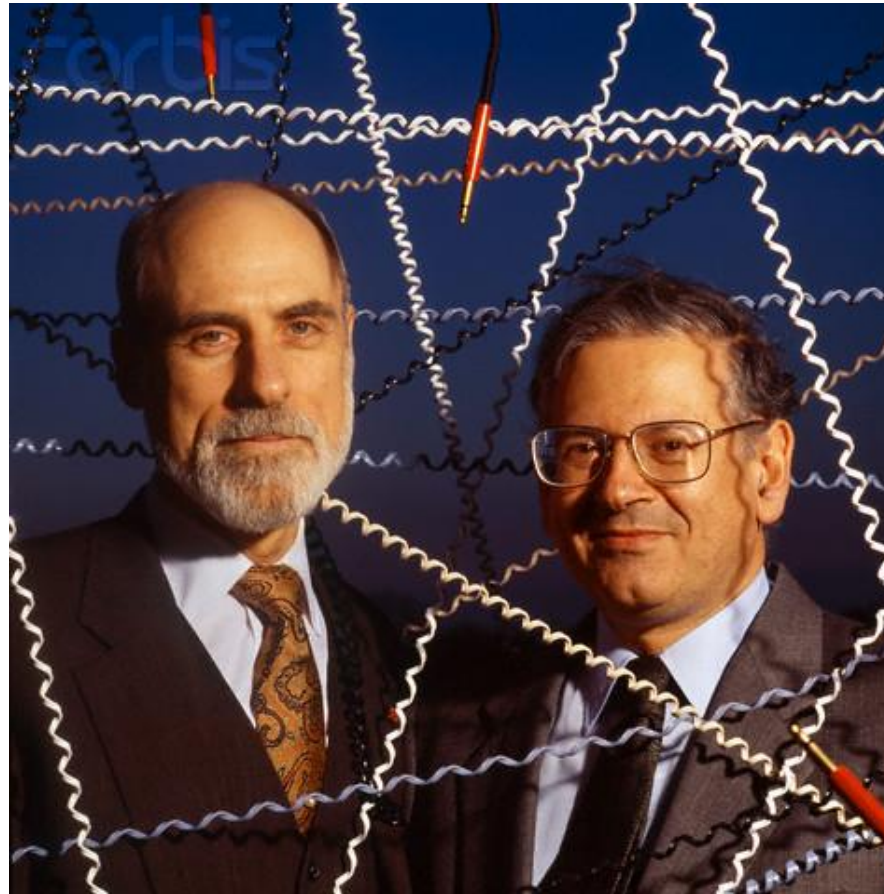
Problemi

- Collegamenti satellitari e via radio
- Il vecchio protocollo NCP non và più bene
- Questo protocollo si aspettava ad esempio che i dati arrivassero in ordine(sino ad allora, in pratica, si era utilizzata una tecnica a circuito virtuale)
- Le trasmissioni radio e via satellite hanno caratteristiche completamente diverse da quelle via cavo

TCP/IP

- **1973 Robert Kahn**, di ARPA, e **Vinton Cerf**, della Stanford University,
 - mettono a punto il **Transport Control Protocol (TCP)** come protocollo *end-to-end*.
- **Nel 1978 Cerf, Postel e Crocker**
 - TCP diviso in IP e TCP
- IP non orientato alla connessione si occupa
 - dell'instradamento
- TCP orientato alla connessione, si occupa di:
 - riassemblare i messaggi,
 - riordinare i pacchetti,
 - errori, rispedizione, controllo di flusso,etc...

Vint Cerf e Robert Kahn



NFSNET

- **Per collegarsi ad ARPANET** un'università doveva avere un **contratto di ricerca aperto con il ministero della difesa**
- NSF(*National Science Foundation*) costruisce una rete dedicata alla ricerca NFSNET
- In Europa erano operative EUNET ed EBONE
- Nel 1995 NSFNET è stata chiusa, spalancando le porte alla privatizzazione di Internet

NFSNET

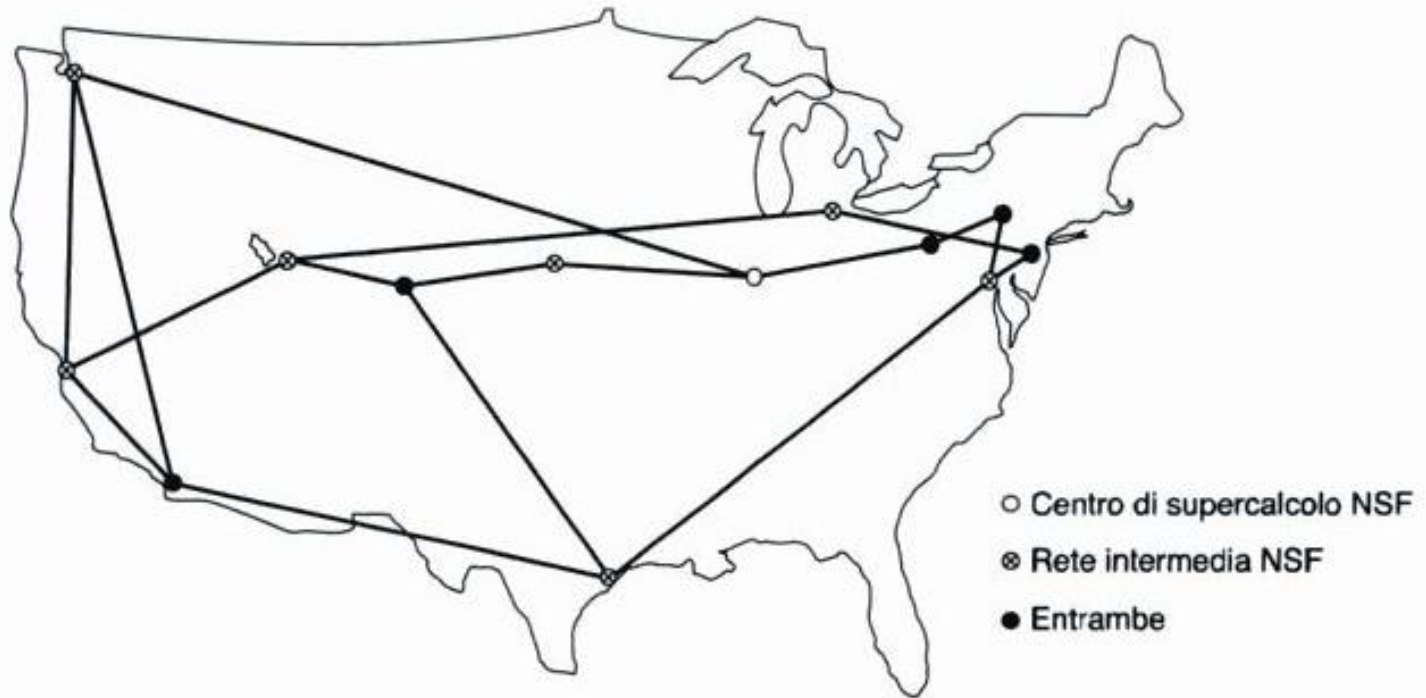


Figura 1.28. Il backbone NSFNET nel 1988.

1974 -1982

- Si realizzano molte reti:
 - Telenet – prima versione commerciale di ARPANET
 - MFENet – ricercatori in Magnetic Fusion Energy
 - HEPNet – ricercatori in High Energy Physics
 - SPAN – ricercatori dello spazio
 - Usenet – sistema aperto su e-mail e newsgroups
 - Bitnet – universitari che usano computer IBM
 - CSNet – Computer Scientists in universities, industry and government
 - EUNET – versione Europea della rete Unix
 - EARN – versione Europea di Bitnet

1974 -1982

- 1974/1982 Situazione caotica
 - Tante reti diverse
 - Tecniche e protocolli diversi coesistono
 - ARPANET rappresenta la backbone
- Il sistema si espande
 - Miglioramento prestazioni computer (memoria e velocità)
 - Aumento velocità di trasmissione (fibra ottica)
- TCP/IP:
 - Incluso in Berkeley UNIX nel 1981.
 - Gennaio 1983: ARPAnet passa a TCP/IP

Fine di ARPANET

- Nel 1975 ARPANET è stata trasferita alla Defense Communication Agency (DCA)
- Nel 1983 il dipartimento della Difesa, crea MILNET separata per specifici impieghi militari. ARPANET è diventata ARPA-INTERNET, dedicata alla ricerca.
- **Nel febbraio 1990 ARPANET, ormai tecnologicamente obsoleta, è stata smantellata.**

A.R.P.A o D.A.R.P.A?

- **ARPA 1958**- La direttiva del Dipartimento della Difesa 5105.15, che stabiliva la costituzione dell' *Advanced Research Projects Agency* (ARPA), fu firmata il 7 Febbraio 1958. La direttiva dava all' ARPA la responsabilità di condurre ricerche nei campi indicati dal segretario della difesa
- **DARPA 1972**- Il 23 Marzo 1972, su direttiva del DoD, il nome fu cambiato in *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA). DARPA divenne un'agenzia sotto la direzione dell' *Office of the Secretary of Defense*.
- **ARPA 1993**- Il 22 Febbraio 1993, DARPA fu rinominata ARPA dal Presidente Bill Clinton
- **DARPA 1996**- Il 10 Febbraio 1996, Legge 104-106, al Title IX del "Fiscal Year 1996 Defense Authorization Act", il nome dell'agenzia ridivenne DARPA.

Struttura di Internet

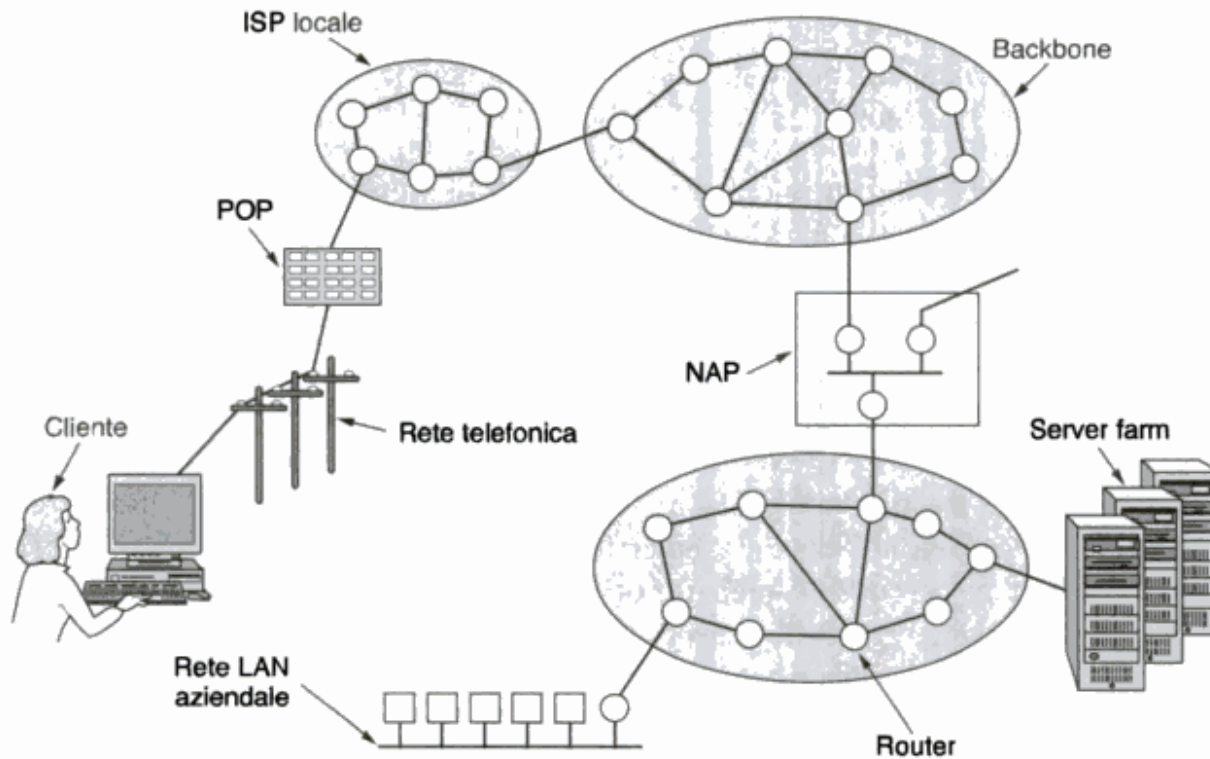
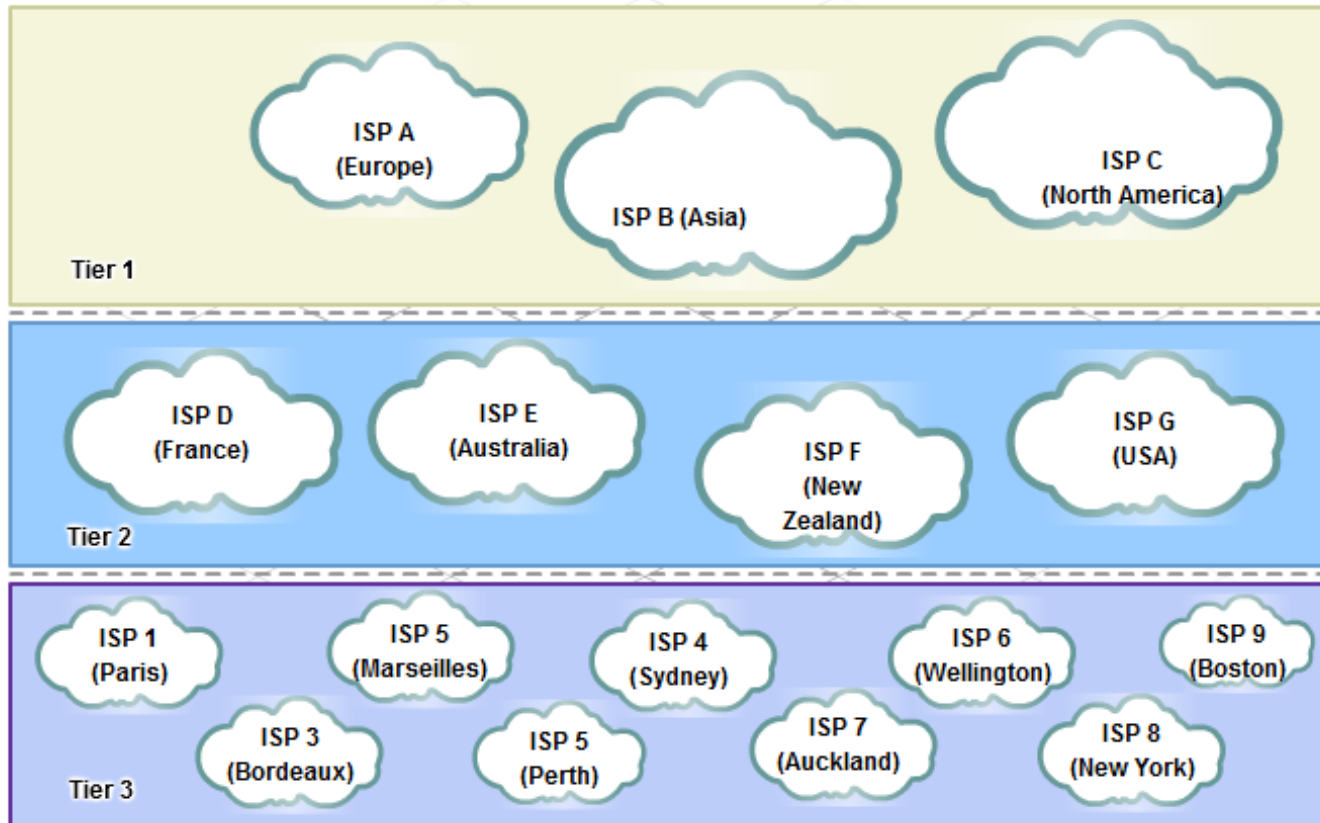
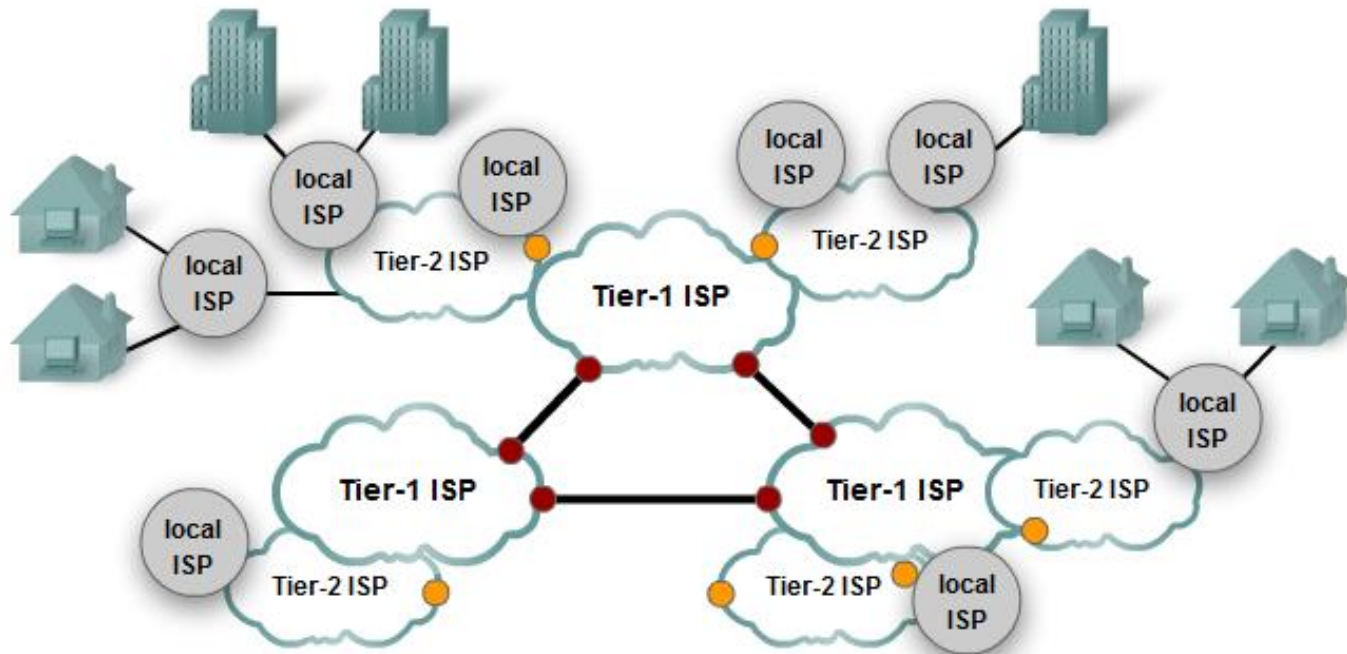


Figura 1.29. Schema di Internet.

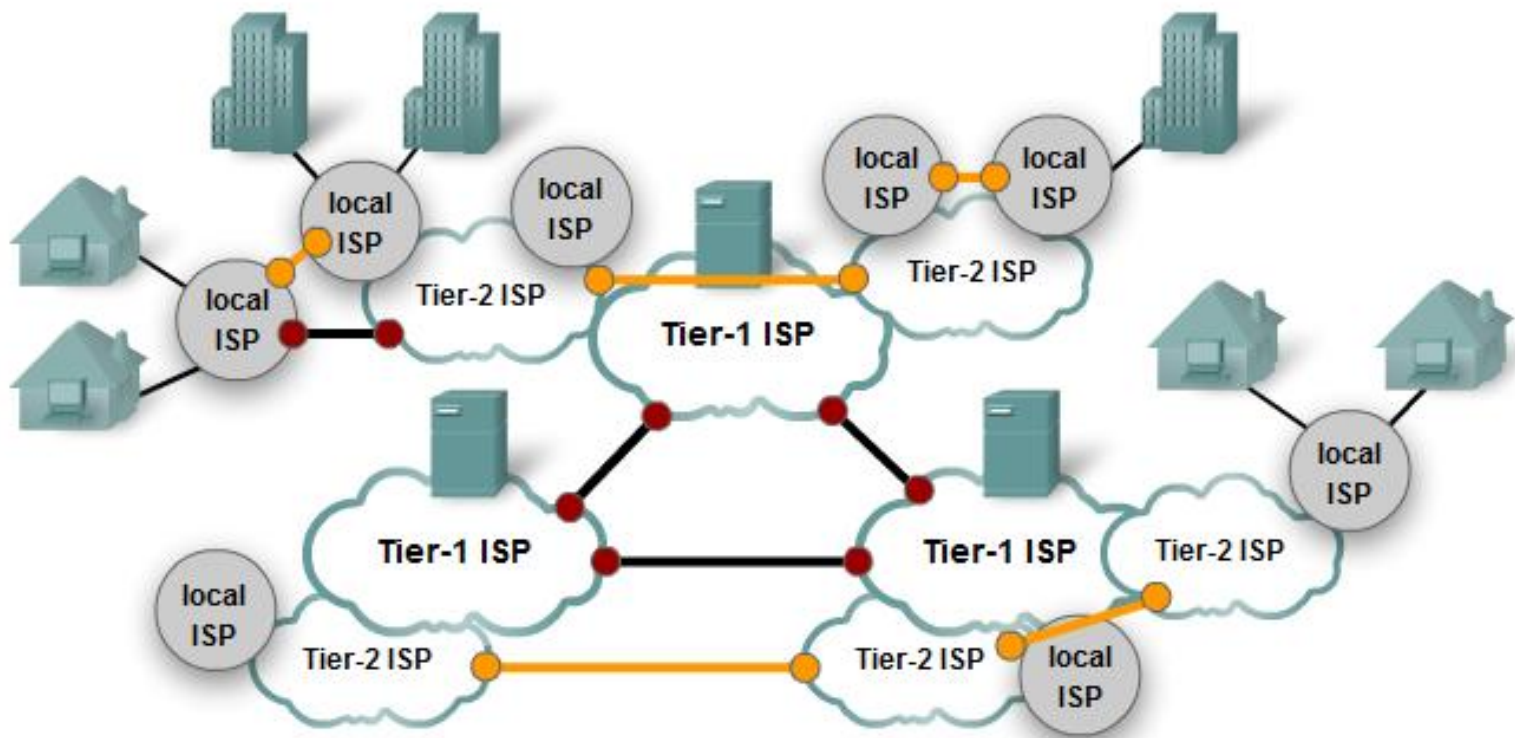
Struttura di Internet



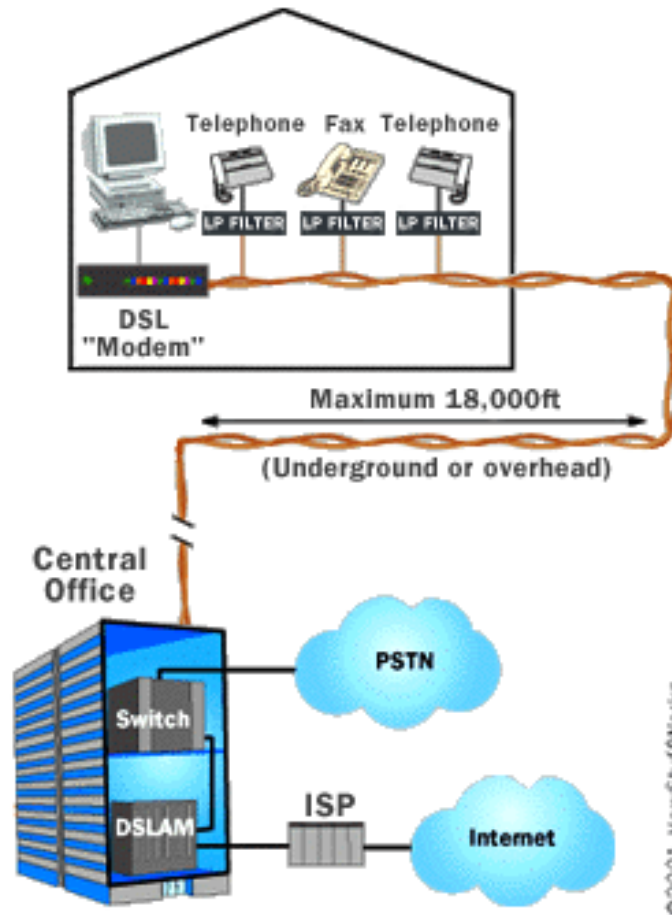
Struttura di Internet



Struttura di Internet



La Struttura di Internet



DSLAM(DSL Access Multiplexer)

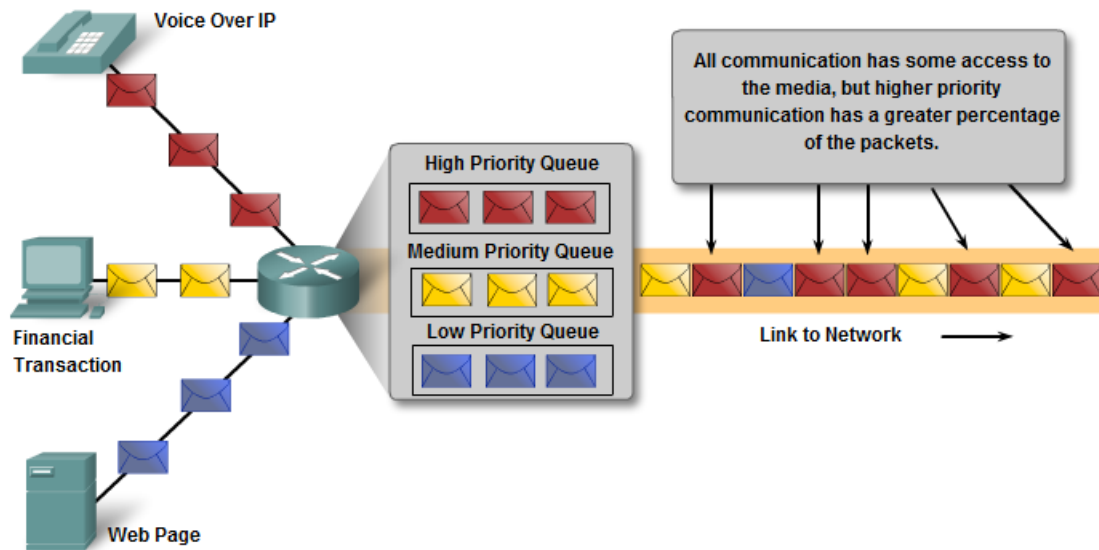
- Le **DSLAM** (*DSL Access Multiplexer*) si occupano di effettuare la moltiplicazione(multiplexing) ovvero l'aggregazione dei pacchetti dei vari utenti su di un unico canale di trasmissione ad alta velocità che connette la centralina telefonica locale con l' **ISP**(*Internet Service Provider* = Fornitore del servizio di accesso ad Internet)
- Attraverso il DSLAM non passano solo i dati diretti ad Internet ma possono potenzialmente transitare anche tutte le altre comunicazioni a banda larga
- In aggiunta possono fornire funzioni di routing e di assegnazione dinamica degli indirizzi

DSLAM(DSL Access Multiplexer)

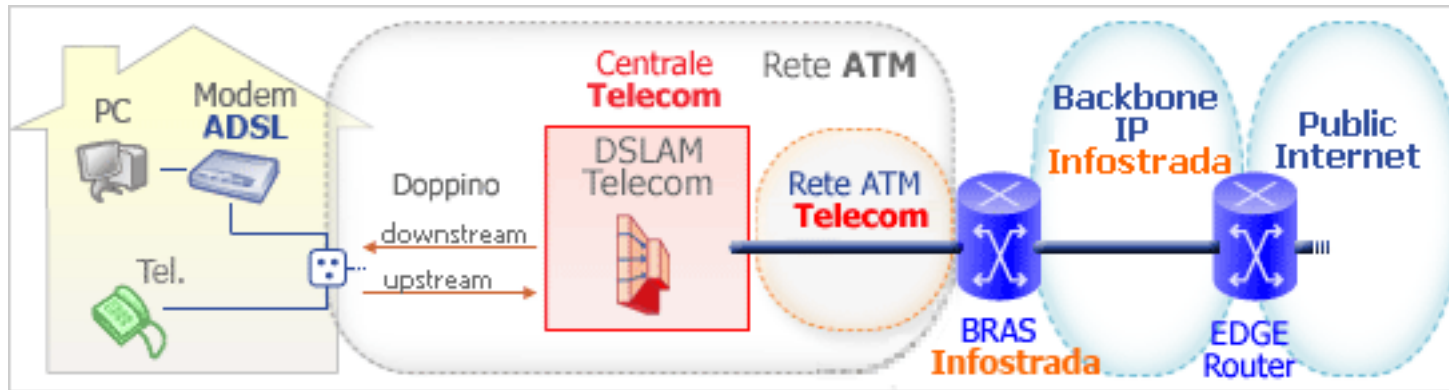
- Molto spesso nel DSLAM è già integrato uno splitter che "taglia" le frequenze per la **PSTN**(*Public Switched Telephone Network* = Rete Telefonica Pubblica Commutata) e le distingue da quelle per Internet.
- La funzione fondamentale del DSLAM è quella di ricevere da diversi canali (case e/o uffici) differenti flussi di dati per poi convogliarli in un unico canale GigabitEthernet o ATM.
- Inoltre, il DSLAM gestisce indifferentemente i dati, sia che vengano strutturati con la modalità CAP che con la modalità DMT.

Multiplazione

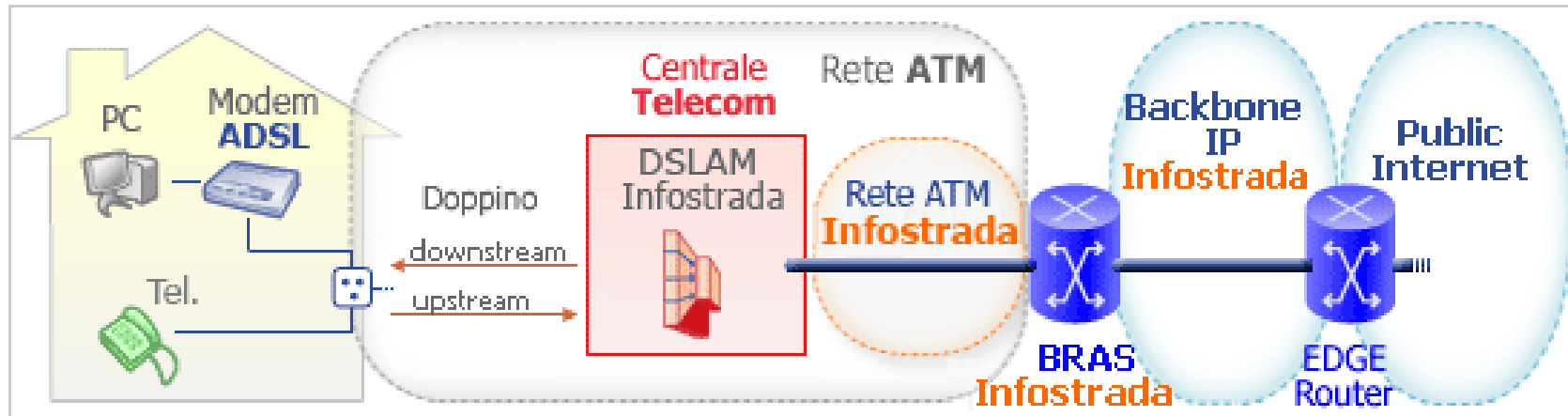
Using Queues to Prioritize Communication



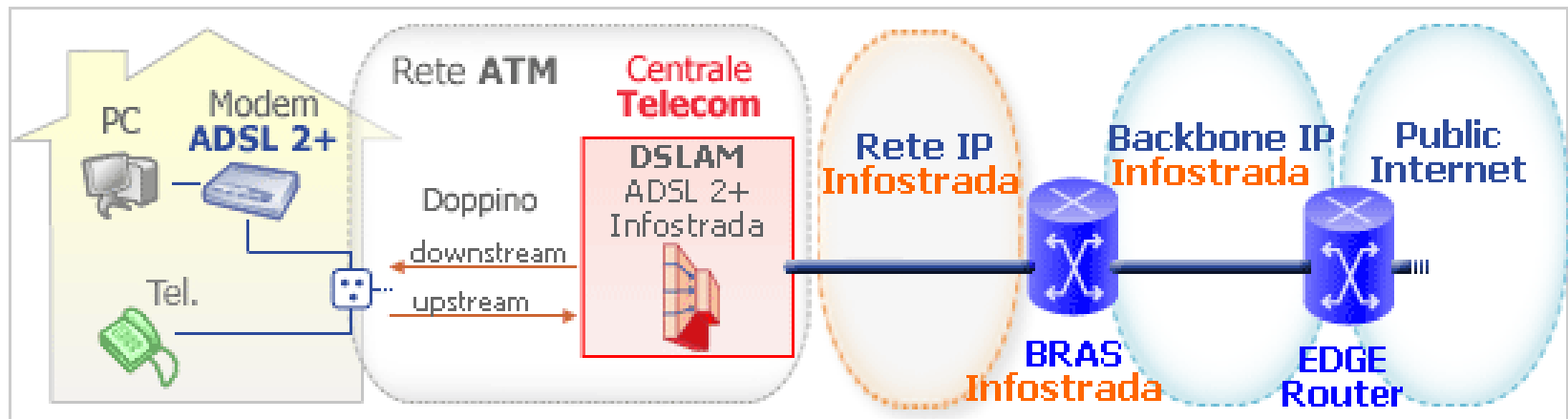
Infostrada: prima



Rete Infostrada: adesso



Rete Infostrada ADSL2+



ADSL

- La tecnologia **ADSL** (**Asymmetric Digital Subscriber Line**), appartenente alla famiglia di tecnologie denominata DSL, permette l'accesso ad Internet ad alta velocità (si parla di banda larga o *broadband*).
- La velocità di trasmissione va dai 640 kbit/s in su, a differenza dei modem tradizionali di tipo dial-up, che consentono velocità massime di 56 kb/s in download e 48 kb/s in upload (standard V.92), e delle linee ISDN che arrivano fino a 128 kb/s (utilizzando doppio canale a 64 kb/s) simmetrici.

ADSL

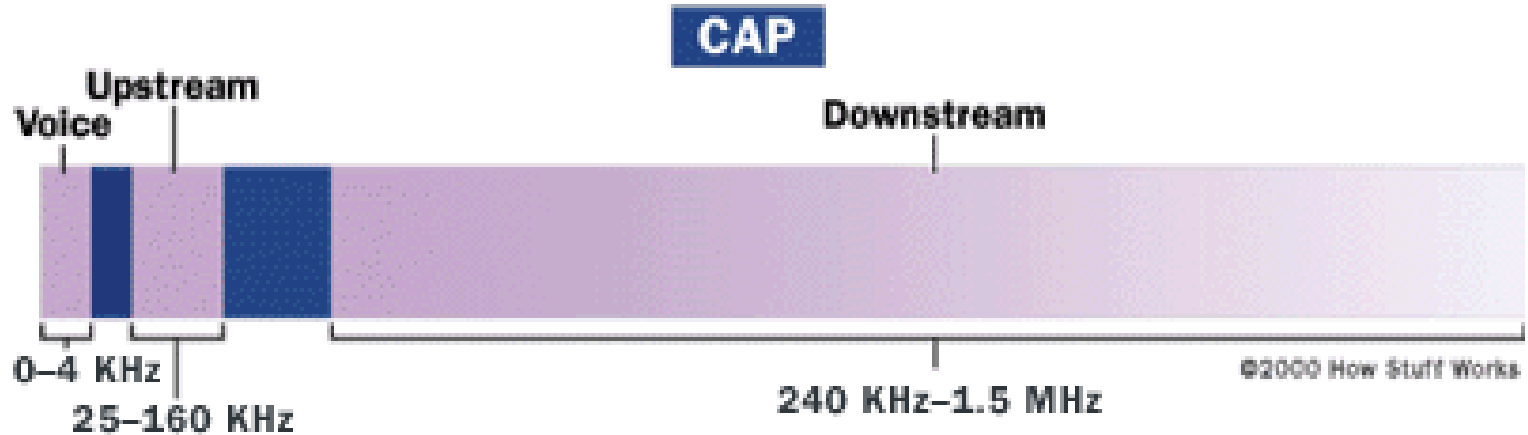
- Con l'ADSL il segnale è codificato in maniera digitale anche nella parte della linea telefonica lato utente ("*subscriber line*") e la velocità di trasmissione è asimmetrica
- Minore per i dati in uscita(*upstream*) e maggiore per i dati in ingresso(*downstream*)
- Questo per tenere conto del fatto che in genere il flusso di dati in download è maggiore di quello in upload

Standard ADSL

- Esistono due standard principali e incompatibili per l'ADSL:
 - **CAP** = *carrierless amplitude/phase* (vecchio)
 - **DMT** = *discrete multitone* (standard ANSI)

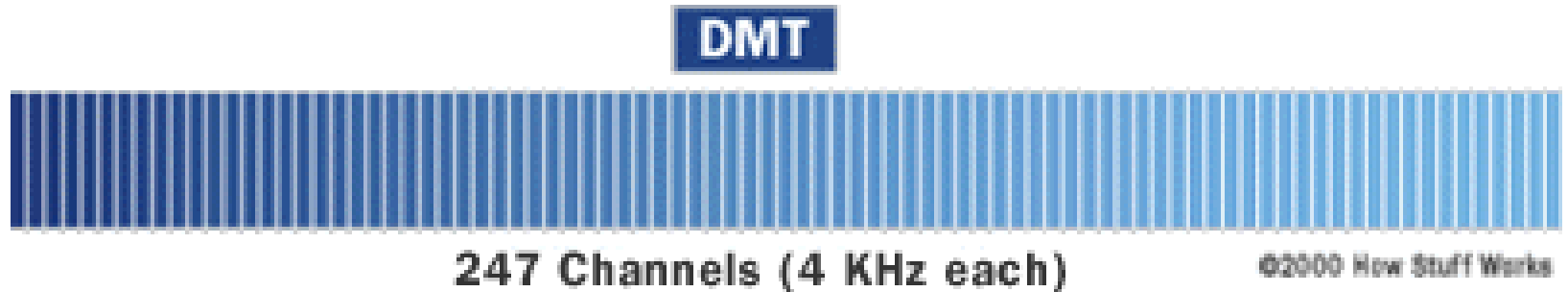
Nota: **ANSI** = American National Standard Institute

CAP



Nello standard CAP il traffico è diviso in tre distinte bande di frequenza ben separate e ciò riduce possibili interferenze. E' semplice da implementare, ma non è efficiente dal punto di vista dell'utilizzo della banda disponibile

DMT



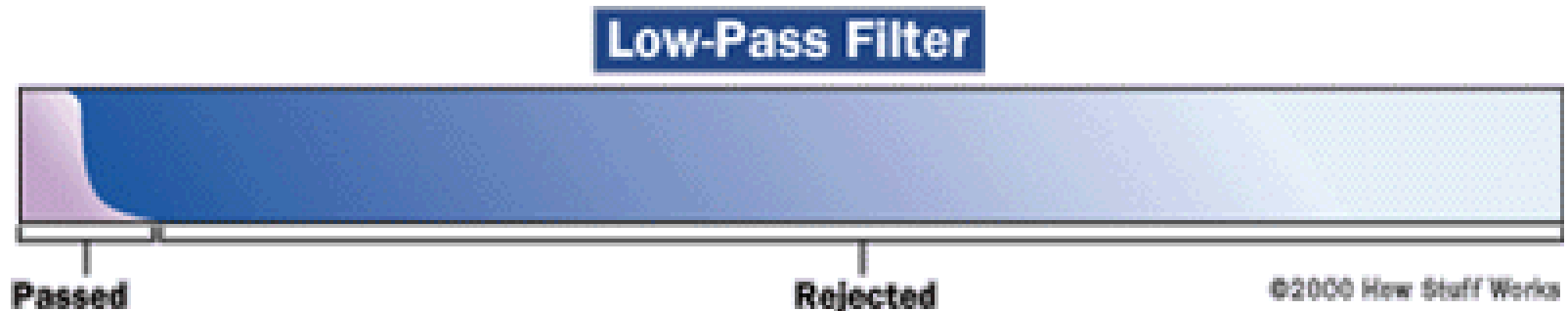
Nello standard DMT al contrario il range di frequenze disponibili è diviso in 247 canali.

I dati vengono trasmessi in quei canali che di volta in volta risultano migliori per la trasmissione e ricezione

Questo permette di fornire un servizio migliore su linee con differenti caratteristiche anche se più complesso da realizzare.

Filtri per il telefono

- I filtri che devono essere applicati agli apparecchi telefonici hanno il ruolo di far passare solo le frequenze più basse e tagliare via quelle dell'ADSL che produrrebbero un fruscio di sottofondo abbastanza fastidioso
- Attualmente la tendenza è quella di installare tale filtro direttamente dentro il modem eliminando la necessità di ricorrere a filtri esterni



ATM

- L' **ATM** (**Asynchronous Transfer Mode**) è una tecnologia che permette di trasmettere dati, voce, video ecc...
- Si tratta in sostanza di un **protocollo a commutazione di pacchetto orientato alla connessione**
- i pacchetti hanno la particolarità di avere **dimensione fissa e sono chiamati "celle"**
- Tali celle sono di 53 Byte:
 - 5 dedicati all'header(intestazione)
 - 48 byte di payload(dati).

ATM

- Sviluppata negli anni '80 ai famosi Bell Labs
- ATM avrebbe dovuto soddisfare le esigenze di networking unificando voce, dati, TV via cavo, telex, ecc., in un sistema integrato.
- ATM è stato pensato per fornire uno standard unificato di rete.

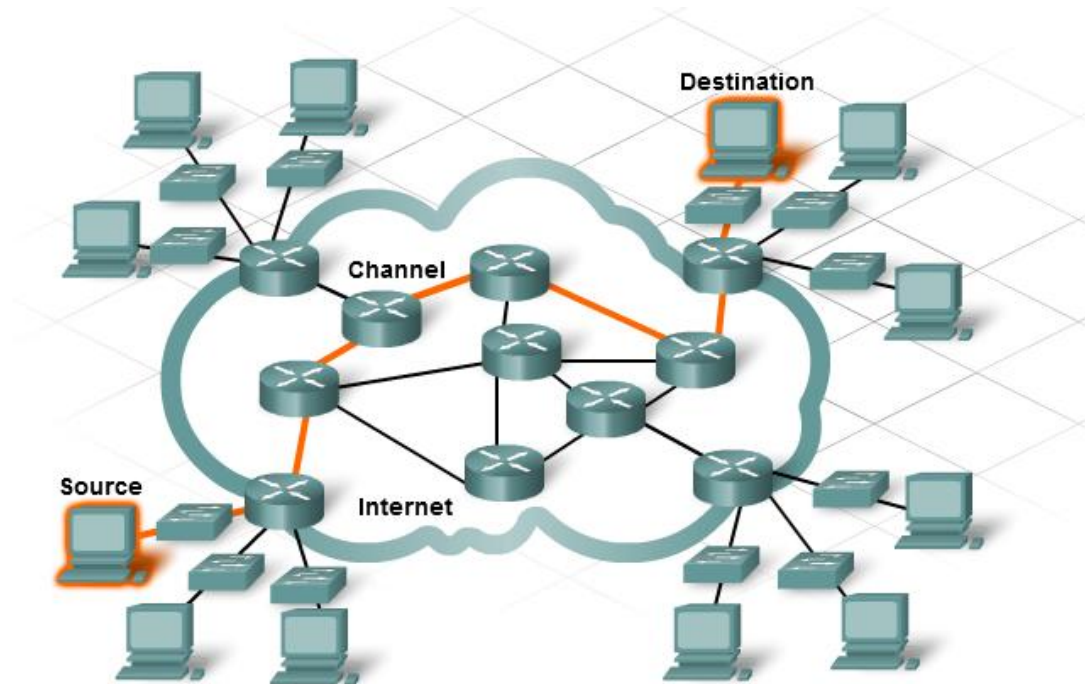
ATM

- Purtroppo proprio la diversità del tipo di servizi forniti ha contribuito a impedire la sua affermazione
- A questo si aggiunge il costo elevato e la scarsa capacità di integrazione con le altre tecnologie

ATM

- ATM non ha avuto il successo sperato, tuttavia **è stata adottata nella rete telefonica** che la utilizza nelle sue dorsali per fornire servizi di vario tipo (ADSL, UMTS) anche se è sempre più insidiata dalla nuova Gigabit Ethernet che la sta rapidamente soppiantando

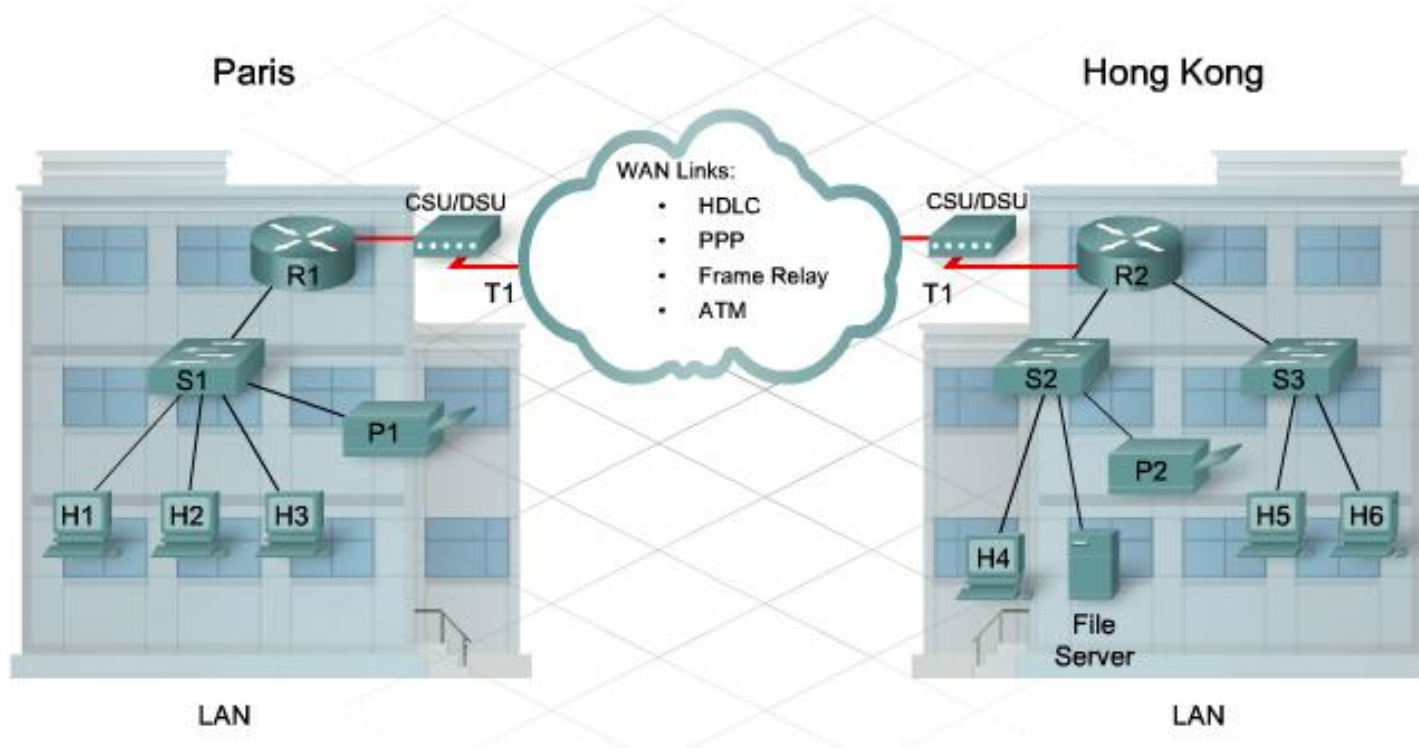
ATM - Canale virtuale



PPPoA e PPPoE

- **I pacchetti di dati che viaggiano con protocollo PPP**, dovendo passare per una rete ATM vengono a loro volta **incapsulati nella cella ATM**, ottenendo in questo modo il pacchetto che prende il nome di **PPPoA** (cioè **PPP over ATM**).
- Qualora **il pacchetto PPP passi anche attraverso una rete Ethernet**, esso verrà prima incapsulato nel pacchetto Ethernet e poi nel pacchetto ATM. In questo caso, avremo un pacchetto **PPPoE** (ovvero **PPP over Ethernet**).

Collegamenti WAN



Struttura di Internet

