

# Introduzione alle Reti di Calcolatori e Internet

**Ing. Mario Molinara**  
**mmolinara@unicas.it**  
**molinara@unisa.it**

Materiale prodotto in collaborazione con il DIIEE  
(Università di Salerno).  
Vedi anche: "Internet e Reti", F.Kurose, W. Ross



1

Reti di Calcolatori

## Struttura del Corso

- **5 ore settimanali**
  - (martedì e venerdì)
- **In media:**
  - 3 di teoria
  - 2 di esercitazioni (in Aula Informatica 2)



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

2

## Libri di riferimento

### Testo di riferimento

- J.F.Kurose, K.W.Ross, "Internet e Reti di Calcolatori", McGraw-Hill (II edizione italiana)
- (<http://www.ateneonline.it/kurose>)

### Testi di consultazione:

- A.S. Tanenbaum, "Reti di Computer", Prentice-Hall, IV Edizione Italiana
- W. Stallings, "Sicurezza delle Reti", Addison-Wesley
- M. Baldi, P. Nicoletti, "Switched LAN, McGraw-Hill
- G. Keiser, "Local Area Networks", McGraw-Hill
- B. A. Forouzan, "I protocolli TCP/IP", McGraw-Hill

Sito del corso: <http://webuser.unicas.it/molinara>



## Esame

- **Prova orale**
- **Tesina: facoltativa**



## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

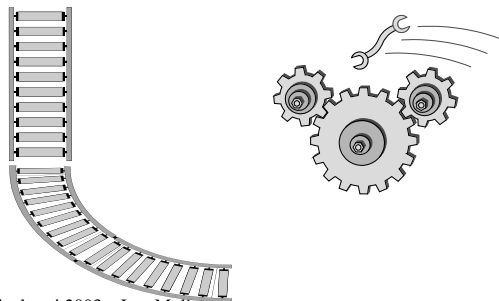
- **18° secolo: sistemi meccanici, rivoluzione industriale**



## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

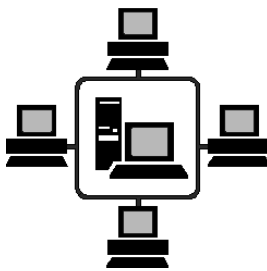
- **18° secolo: sistemi meccanici, rivoluzione industriale**
- **19° secolo: motori a vapore**



## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

- **18° secolo: sistemi meccanici, rivoluzione industriale**
- **19° secolo: motori a vapore**
- **20° secolo: tecnologie dell'informazione: raccolta e memorizzazione, elaborazione, distribuzione.**



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

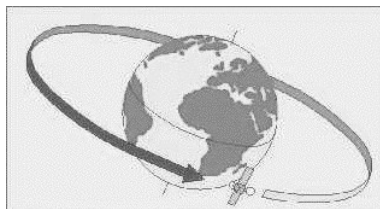


7

## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

**Nel nostro secolo si sono via via diffusi:  
il sistema telefonico, a livello mondiale**



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

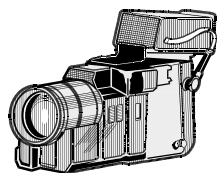


8

## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

**Nel nostro secolo si sono via via diffusi:  
il sistema telefonico, a livello mondiale  
la radio e la televisione**



## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

**Nel nostro secolo si sono via via diffusi:  
il sistema telefonico, a livello mondiale  
la radio e la televisione  
i computer**



## Introduzione

**Gli ultimi tre secoli sono stati dominati ciascuno da una diversa tecnologia che lo ha caratterizzato ed ha avuto profonde influenze sulla vita dell'uomo:**

**Nel nostro secolo si sono via via diffusi:  
il sistema telefonico, a livello mondiale  
la radio e la televisione  
i computer  
i satelliti per telecomunicazioni**



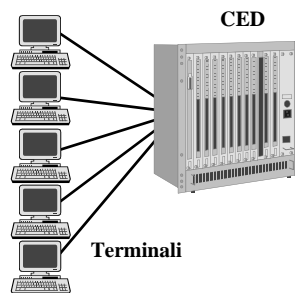
Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



11

## Introduzione

**Queste tecnologie stanno rapidamente convergendo. In particolare, la combinazione di elaboratori e sistemi di telecomunicazione ha avuto una profonda influenza sull'organizzazione dei sistemi di calcolo. Si è passati dal vecchio modello mainframe - terminali, in cui la potenza di calcolo è concentrata in un unico grande elaboratore a cui si accede per mezzo di un certo numero di terminali, ...**



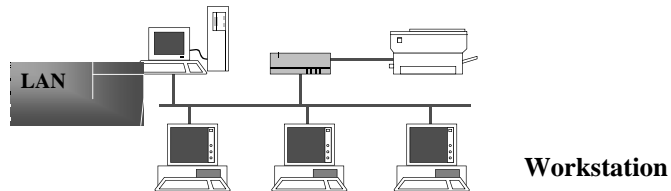
Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



12

## Introduzione

... a quello attuale in cui vi è un grande numero di elaboratori autonomi, interconnessi fra loro:



---

**Autonomi:** significa che non deve esserci fra loro una relazione tipo master/slave (ad es., l'uno non può forzare lo spegnimento dell'altro)

---

**Interconnessi:** significa che devono essere capaci di scambiare informazioni (sfruttando un opportuno mezzo fisico)

---



## Introduzione

Questa è, dunque, la moderna definizione di  
RETE DI CALCOLATORI:

UN INSIEME  
INTERCONNESSO  
DI CALCOLATORI  
AUTONOMI



# Usi delle reti



## Usi delle reti

**Moltissimi sono gli usi delle reti di elaboratori, sia per le organizzazioni che per i singoli individui.**

**condivisione risorse** si possono rendere disponibili a chiunque programmi e informazioni anche distanti migliaia di km





## Usi delle reti

**Moltissimi sono gli usi delle reti di elaboratori, sia per le organizzazioni che per i singoli individui.**

**condivisione risorse** si possono rendere disponibili a chiunque programmi e informazioni anche distanti migliaia di km

**affidabilità** si ottiene mettendo in rete sorgenti alternative delle risorse (ad es. duplicando le applicazioni e i dati su più computer). E' importante in sistemi che devono funzionare a tutti i costi (traffico aereo, centrali nucleari, sistemi militari, ecc.)



## Usi delle reti

**Moltissimi sono gli usi delle reti di elaboratori, sia per le organizzazioni che per i singoli individui.**

**diminuzione dei costi** una rete di personal computer costa molto meno di un mainframe. A volte alcuni elaboratori sono più potenti ed offrono agli altri dei servizi (modello client-server, vedi figura sotto)

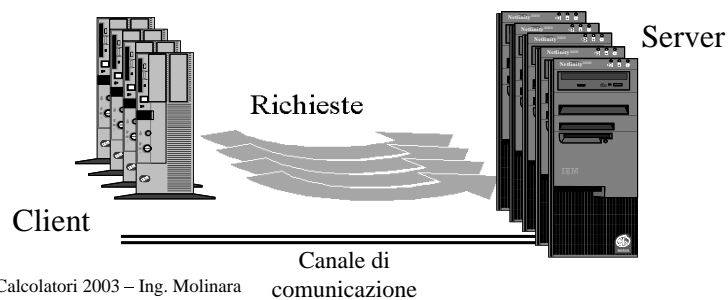


## Usi delle reti

**Moltissimi sono gli usi delle reti di elaboratori, sia per le organizzazioni che per i singoli individui.**

**diminuzione dei costi** una rete di personal computer costa molto meno di un mainframe. A volte alcuni elaboratori sono più potenti ed offrono agli altri dei servizi (modello client-server, vedi figura sotto)

**scalabilità** si possono aumentare le prestazioni del sistema aumentando il numero di elaboratori (entro certi limiti)



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

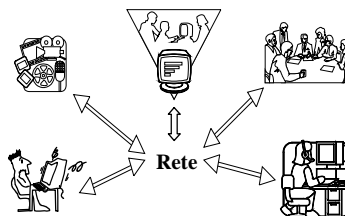


19

## Usi delle reti

**Moltissimi sono gli usi delle reti di elaboratori, sia per le organizzazioni che per i singoli individui.**

**comunicazione fra persone** è possibile inviare messaggi, scambiarsi file, ecc.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

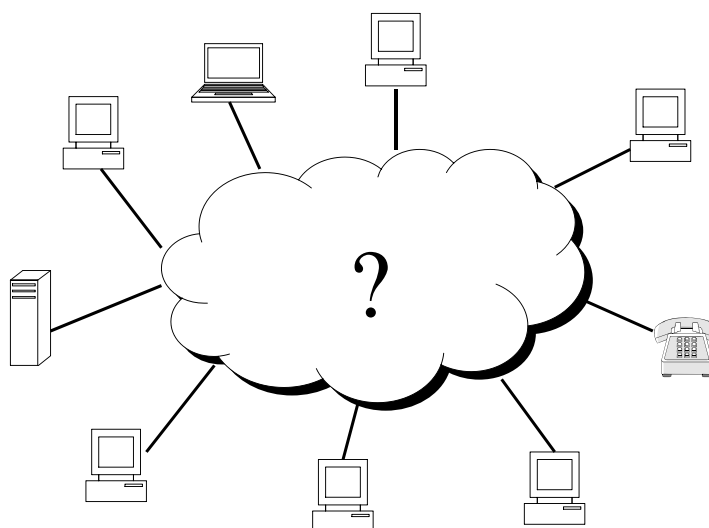


20

# Aspetti hardware delle reti



## Aspetti Hardware delle Reti: com'è fatta una Rete di Calcolatori



## Aspetti hardware delle reti

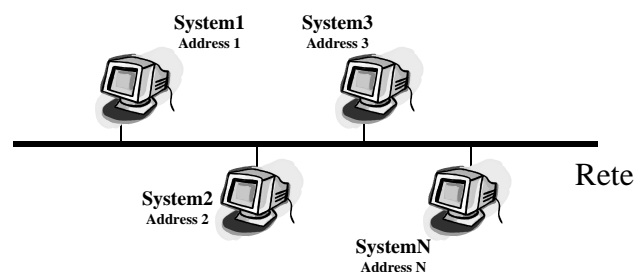
- **Modalità di comunicazione:**
  - Unicast (uno a uno), Multicast (uno a molti), Broadcast (uno a tutti)
- **Tecnologia trasmissiva**
- **Scala dimensionale**
  - Reti locali (LAN), Reti metropolitane (MAN), Reti geografiche (WAN)
- **Interconnessione di reti (Internetworking)**



## Aspetti hardware delle reti

### Tecnologia trasmissiva;

Le reti broadcast sono dotate di un unico "canale" di comunicazione che è condiviso da tutti gli elaboratori.



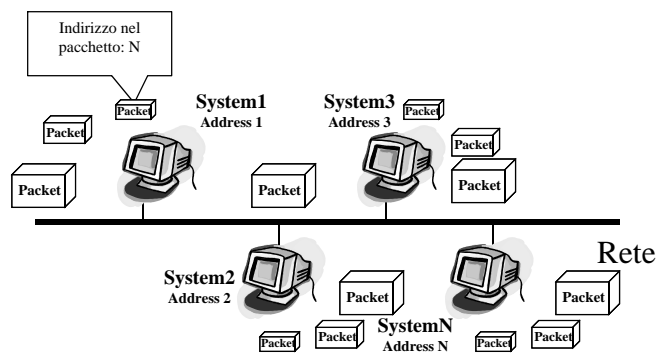
## Aspetti hardware delle reti

### Tecnologia trasmissiva;

Le reti broadcast sono dotate di un unico "canale" di comunicazione che è condiviso da tutti gli elaboratori.

Brevi messaggi (spesso chiamati pacchetti) inviati da un elaboratore sono ricevuti da tutti gli altri elaboratori.

Un indirizzo all'interno del pacchetto specifica il destinatario.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



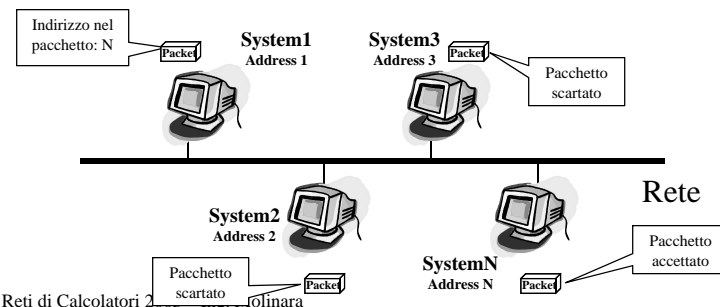
25

## Aspetti hardware delle reti

### Tecnologia trasmissiva

Un indirizzo all'interno del pacchetto specifica il destinatario.

Quando un elaboratore riceve un pacchetto, esamina l'indirizzo di destinazione; se questo coincide col proprio indirizzo il pacchetto viene elaborato, altrimenti viene ignorato.



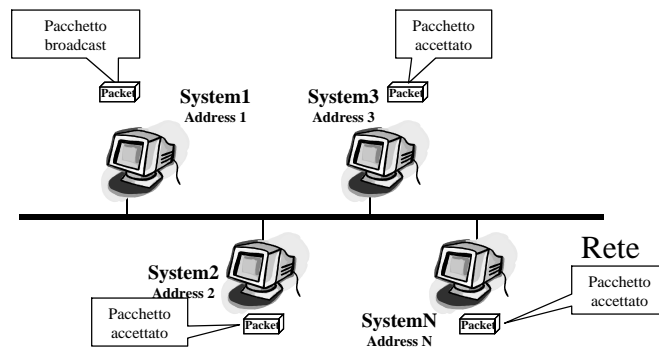
Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



26

## Aspetti hardware delle reti

Le reti broadcast, in genere, consentono anche di inviare un pacchetto a tutti gli altri elaboratori, usando un opportuno indirizzo (broadcasting). In tal caso tutti prendono in considerazione il pacchetto.

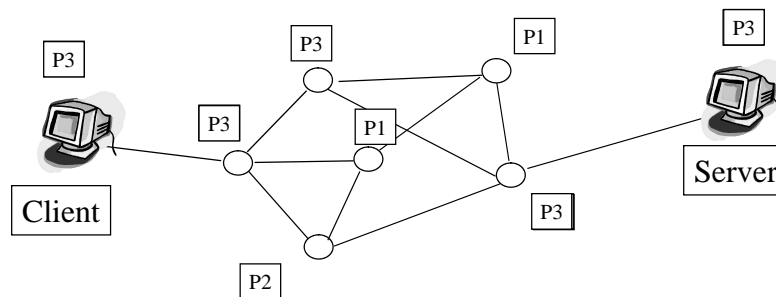


Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

27

## Aspetti hardware delle reti

Le reti punto a punto consistono invece di un insieme di connessioni fra coppie di elaboratori. Per arrivare dalla sorgente alla destinazione, un pacchetto può dover attraversare uno o più elaboratori intermedi. Spesso esistono più cammini alternativi, per cui gli algoritmi di instradamento (routing) hanno un ruolo molto importante.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

28

## Aspetti hardware delle reti

### Scala dimensionale

Un criterio alternativo di classificazione è la scala dimensionale delle reti. In questo contesto si distingue fra reti locali, reti metropolitane e reti geografiche

<i>Distanza</i>	<i>Ambito</i>	<i>Tipo di rete</i>
10 m	Stanza	Rete locale
100 m	Edificio	Rete locale
1 Km	Campus	Rete locale
10 Km	Città	Rete metropolitana
100 Km	Nazione	Rete geografica
1000 km	Continente	Rete geografica
10.000 km	Pianeta	Internet (Interconnessione di reti)

Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



29

## Aspetti hardware delle reti

Le reti punto a punto consistono invece di un insieme di connessioni fra coppie di elaboratori. Per arrivare dalla sorgente alla destinazione, un pacchetto può dover attraversare uno o più elaboratori intermedi. Spesso esistono più cammini alternativi, per cui gli algoritmi di instradamento (routing) hanno un ruolo molto importante.

**In generale (ma con molte eccezioni):**

**le reti geograficamente localizzate tendono ad essere broadcast**

**le reti geograficamente molto estese tendono ad essere punto a punto**

Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



30

# Aspetti hardware delle reti

## Local Area Network



## Aspetti hardware delle reti: Local Area Network

### **Le reti locali (Local Area Network, LAN), in genere:**

- **sono possedute da una organizzazione (reti private)**
- **hanno un'estensione che arriva fino a qualche km**
- **si distendono nell'ambito di un singolo edificio o campus (non si possono, di norma, posare cavi sul suolo pubblico)**
- **sono usatissime per connettere PC o workstation.**





## Aspetti hardware delle reti: Local Area Network

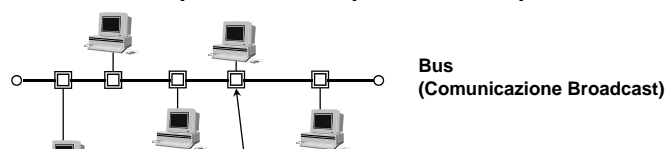
Esse si distinguono dagli altri tipi di rete per tre caratteristiche:

- **Dimensione - ridotta**
- **Tecnologia trasmissiva - broadcast**
- **Topologia (Logica)**
  - Bus
  - Ring

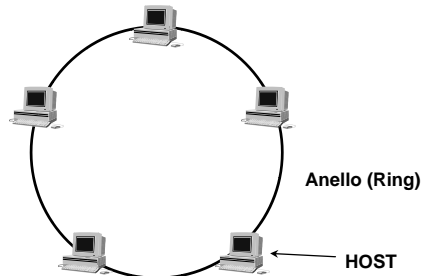


## Aspetti hardware delle reti: Local Area Network

- **Topologia bus:**
  - in ogni istante solo un elaboratore può trasmettere, gli altri devono astenersi
  - è necessario un meccanismo di arbitraggio per risolvere i conflitti quando due o più elaboratori vogliono trasmettere contemporaneamente
  - l'arbitraggio può essere centralizzato o distribuito
  - lo standard IEEE 802.3 (chiamato impropriamente Ethernet) è per una rete broadcast, basata su un bus, con arbitraggio distribuito, operante a 10 oppure 100 Mbps (oggi anche a 1 Gbit/s e a 10 Gbit/s)
  - gli elaboratori trasmettono quando vogliono; se c'è una collisione aspettano un tempo casuale e riprovano.



## Aspetti hardware delle reti: Local Area Network



- **Topologia ring:**
  - in un ring ogni bit circumnaviga l'anello in un tempo tipicamente inferiore a quello di trasmissione di un pacchetto
  - anche qui è necessario un meccanismo di arbitraggio (spesso basato sul possesso di un gettone (token) che abilita alla trasmissione)
  - lo standard IEEE 802.5 (derivante dalla rete IBM Token Ring) è una rete broadcast basata su ring, con arbitraggio distribuito, operante a 4 o 16 Mbps.



## Aspetti hardware delle reti: Local Area Network

Infine le reti broadcast possono essere classificate a seconda del meccanismo scelto per l'arbitraggio:

- **Allocazione statica:** le regole per decidere chi sarà il prossimo a trasmettere sono fissate a priori, ad esempio assegnando un time slot ad ogni elaboratore con un algoritmo round-robin. Lo svantaggio è rappresentato dallo spreco dei time slot assegnati a stazioni che non devono trasmettere
- **Allocazione dinamica:** si decide di volta in volta chi sarà il prossimo a trasmettere; è necessario un meccanismo di arbitraggio delle contese, che può essere:
  - **arbitraggio centralizzato:** un'apposita apparecchiatura, ad esempio, una bus arbitration unit, accetta richieste di trasmissione e decide chi abilitare;
  - **arbitraggio distribuito:** ognuno decide per conto proprio (come in 802.3); vedremo come si può evitare un prevedibile caos



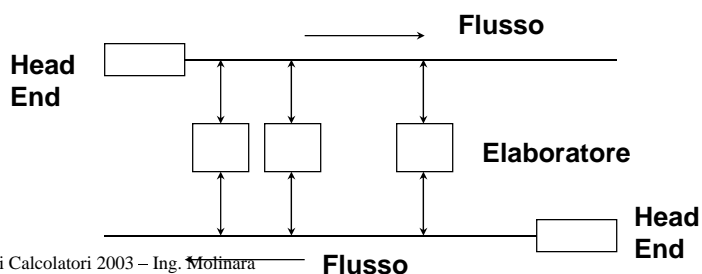
# Aspetti hardware delle reti

## Metropolitan Area Network



## Aspetti hardware delle reti: Metropolitan Area Network

- Le reti metropolitane (*Metropolitan Area Network, MAN*) hanno un'estensione tipicamente urbana
- Fino a qualche anno fa erano basate essenzialmente sulle tecnologie delle reti geografiche, utilizzate su scala urbana
- Recentemente è stato introdotto uno standard apposito: IEEE 802.6 o DQDB
- Esiste un mezzo trasmissivo di tipo broadcast (due bus in 802.6) a cui tutti i computer sono attaccati



# Aspetti hardware delle reti

## Wide Area Network



## Aspetti hardware delle reti: Wide Area Network

**Le reti geografiche (Wide Area Network, WAN) si estendono a livello di una nazione, di un continente o dell'intero pianeta. Una WAN è tipicamente costituita di due componenti distinte:**

- un insieme di elaboratori (host oppure end system)
- una communication subnet (o subnet)

**Di norma la subnet consiste, a sua volta, di due componenti:**

- linee di trasmissione (dette anche circuiti, canali, trunk)
- elementi di commutazione (switching element)

**Non esiste una terminologia standard per identificare gli elementi di commutazione. Termini usati sono:**

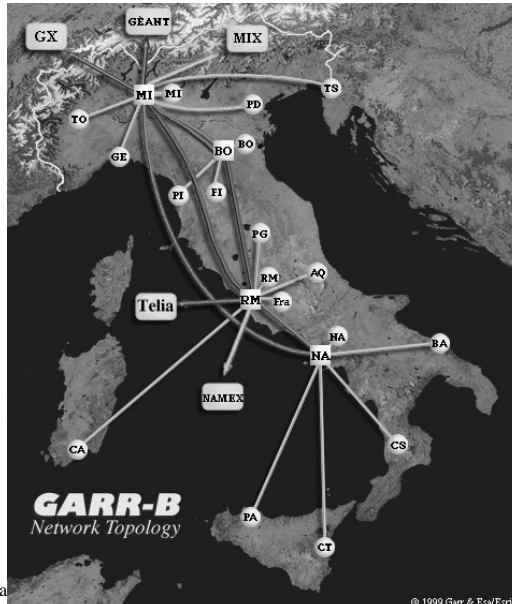
- sistemi intermedi
- nodi di commutazione
- router (quello che utilizzeremo noi).



## Aspetti hardware delle reti: Wide Area Network

Un esempio:  
La rete GARR  
<http://www.garr.it>

**Gruppo  
Armonizzazione  
Reti della Ricerca**



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

© 1999 Garr & Eserin

41

## Aspetti hardware delle reti: Wide Area Network

**Una tipica WAN è utilizzata per connettere più LAN fra loro**

Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



42

## Aspetti hardware delle reti: Wide Area Network

In generale una WAN contiene numerose linee (spesso telefoniche) che congiungono coppie di router. Ogni router, in generale, deve:

- ricevere un pacchetto da una linea in ingresso
- memorizzarlo per intero in un buffer interno
- appena la necessaria linea in uscita è libera, instradare il pacchetto su essa.

Una subnet basata su questo principio si chiama:

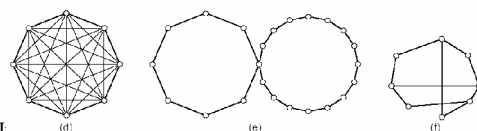
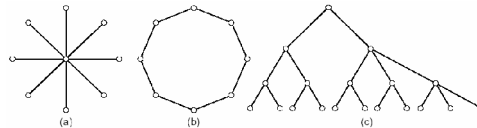
- punto a punto
- store and forward
- a commutazione di pacchetto (packet switched).



## Aspetti hardware delle reti: Topologia (Fisica)

Molte topologie di interconnessione possono essere impiegate fra i router:

- a stella (ridondanza zero)
- ad anello (ridondanza zero)
- ad albero (ridondanza zero)
- magliata completa (ridondanza massima)
- anelli intersecati (ridondanza minima)
- maglia incompleta (ridondanza media)



# Aspetti hardware delle reti

## Interconnessione di reti

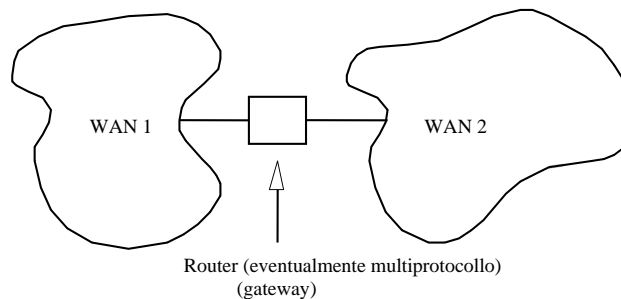


## Aspetti hardware delle reti: interconnessione di reti

Una *internetwork* è formata quando reti diverse (sia LAN che MAN o WAN) sono collegate fra loro.

Alcuni problemi però sorgono quando si vogliono connettere fra di loro reti progettualmente diverse (spesso incompatibili fra loro).

In questo caso si deve ricorrere a speciali attrezzature, dette *gateway* (o *router multiprotocollo*), che oltre ad instradare i pacchetti da una rete all'altra, effettuano le operazioni necessarie per rendere possibili tali trasferimenti.



## Aspetti hardware delle reti: interconnessione di reti

Nel contesto del corso utilizzeremo:

- **internet** come sinonimo di **internetwork**, cioè la interconnessione di più reti generiche
- **Internet** (con la I maiuscola) per riferirci alla specifica internetwork, basata su TCP/IP, che ormai tutti conoscono.

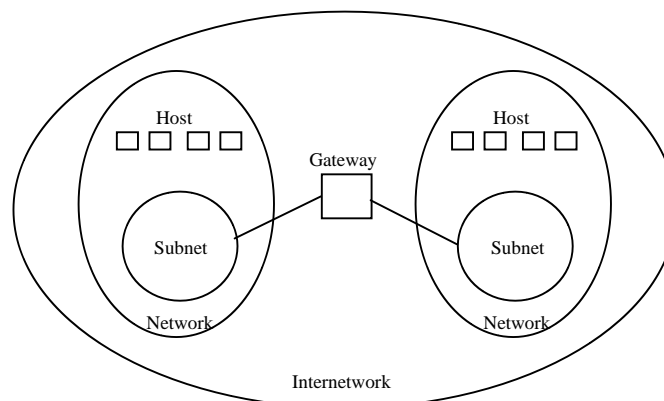
C'è molta confusione sui termini:

- **sottorete (subnet)**, che nel contesto di una WAN è l'insieme dei router e delle linee di trasmissione
- **rete (network)**, che altro non è che una subnet più tutti gli host collegati
- **internetwork**, che è una collezione di più network, anche non omogenee, collegate per mezzo di gateway.



## Aspetti hardware delle reti: interconnessione di reti

### Relazioni fra subnet, network e internetwork





## Aspetti hardware delle reti: interconnessione di reti

### Internet con la I maiuscola:

- Non è né una WAN, né una LAN né una MAN
- Non è una rete proprietaria
  
- E' un'interconnessione di reti diverse, appartenenti ad enti diversi, tenute insieme da un particolare protocollo
- E' nata da un embrione costituito da quattro router e qualche workstation ed è poi evoluta (per aggregazioni successive di reti diverse) nella rete mondiale che oggi conosciamo).



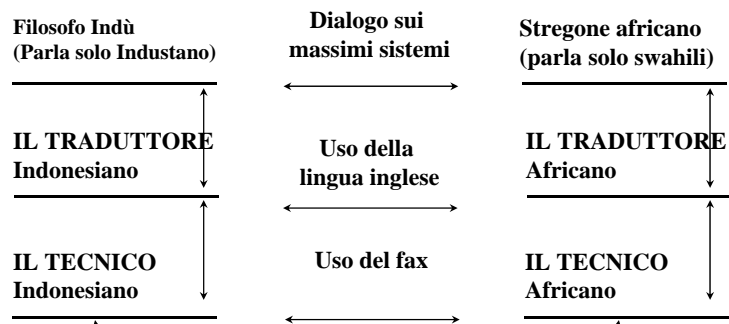
## Le reti di computer e Internet

### Aspetti software delle reti



## Aspetti software delle reti: una analogia

### Una analogia:



## Aspetti software delle reti

- **Protocolli**
- **Servizi**
- **Servizi vs Protocolli**
- **Architettura di rete**
- **Interfacce e Servizi**
- **Servizi connection-oriented and connectionless**
- **Affidabilità del servizio**
- **Servizi vs protocolli**



## Aspetti software delle reti: Protocolli

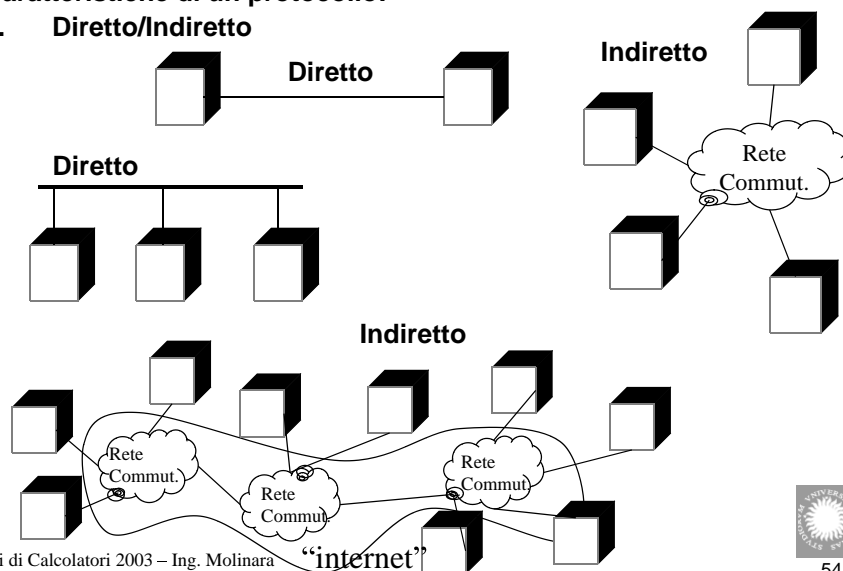
- **Prima (semplice) definizione:**
  - Insieme di regole che disciplinano una conversazione
  
- **Aspetti chiave sono quindi:**
  - Sintassi
  - Semantica
  - Tempificazione



## Aspetti software delle reti: Protocolli

### Caratteristiche di un protocollo:

#### 1. Diretto/Indiretto



## Aspetti software delle reti: Protocolli

### Caratteristiche di un protocollo:

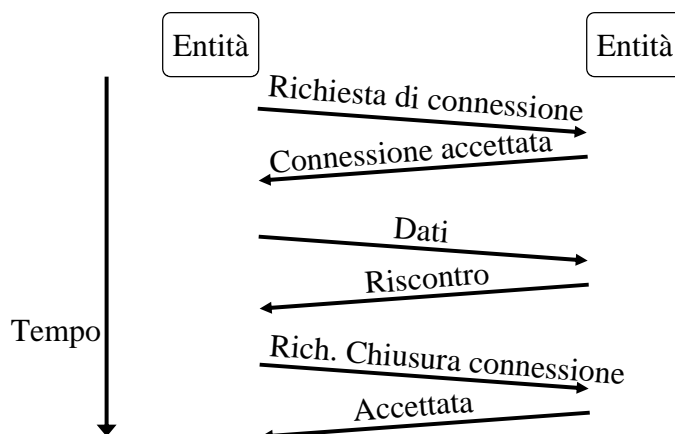
1. **Diretto/Indiretto**
2. **Monolitico/Non monolitico**
3. **Simmetrico/Asimmetrico**
4. **Standard/Non Standard**



## Aspetti software delle reti: Protocolli

### Funzioni di un protocollo:

1. **Incapsulamento**
2. **Segmentazione e riassettaggio**
3. **Controllo di connessione**



## Aspetti software delle reti: Protocolli

### Funzioni di un protocollo:

1. Incapsulamento
2. Segmentazione e riassemblaggio
3. Controllo di connessione
4. Trasferimento ordinato
5. Controllo di flusso
6. Controllo di errore
7. Indirizzamento
8. Multiplexing
9. Servizi di Trasmissione

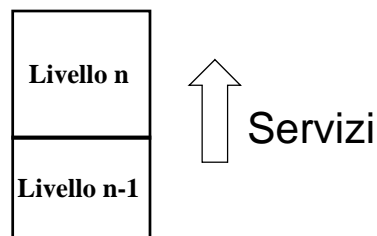


## Aspetti software delle reti: Servizi

Per ridurre la complessità di progetto, le reti sono in generale organizzate a livelli, ciascuno costruito sopra il precedente. Fra un tipo di rete ed un'altra, possono essere diversi:

- il numero di livelli
- i nomi dei livelli
- il contenuto dei livelli
- le funzioni dei livelli.

Comunque un principio generale è sempre rispettato: lo scopo di un livello è offrire certi servizi ai livelli più alti, nascondendo i dettagli sul come tali servizi siano implementati

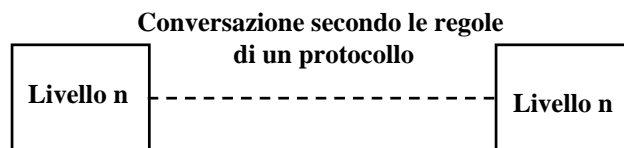


## Aspetti software delle reti: Servizi vs Protocolli

Per ridurre la complessità di progetto, le reti sono in generale organizzate a livelli, ciascuno costruito sopra il precedente. Fra un tipo di rete ed un'altra, possono essere diversi:

- il numero di livelli
- i nomi dei livelli
- il contenuto dei livelli
- le funzioni dei livelli.

Il livello n su un host porta avanti una conversazione col livello n su di un'altro host. Le regole e le convenzioni che governano la conversazione sono collettivamente indicate col termine di protocollo di livello n.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



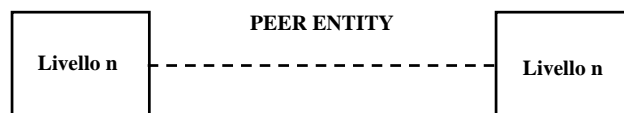
59

## Aspetti software delle reti: Servizi vs Protocolli

Per ridurre la complessità di progetto, le reti sono in generale organizzate a livelli, ciascuno costruito sopra il precedente. Fra un tipo di rete ed un'altra, possono essere diversi:

- il numero di livelli
- i nomi dei livelli
- il contenuto dei livelli
- le funzioni dei livelli.

Le entità (processi) che effettuano tale conversazione si chiamano peer entity (entità di pari livello).



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



60

# Aspetti software delle reti

## Architettura di rete



## Aspetti software delle reti: Architettura di Rete

L'insieme dei livelli e dei relativi protocolli è detto *architettura di rete*.

La specifica dell'architettura deve essere abbastanza dettagliata da consentire la realizzazione di SW e/o HW che, per ogni livello, rispetti il relativo protocollo.

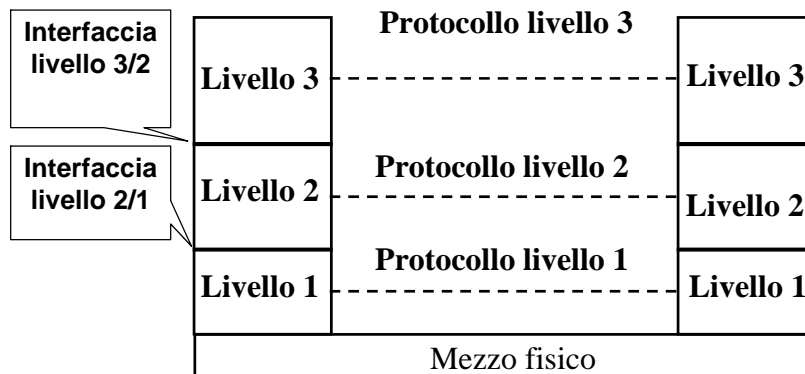
Viceversa, i dettagli implementativi di ogni livello e le interfacce fra livelli non sono parte dell'architettura, in quanto sono nascosti all'interno di un singolo host.

E' quindi possibile che sui vari host della rete ci siano implementazioni che differiscono fra di loro anche in termini di interfacce fra livelli, *purché ogni host implementi correttamente i protocolli previsti dall'architettura*. In questo caso possono dialogare fra loro anche host aventi caratteristiche (processore, sistema operativo, costruttore) diverse.



## Aspetti software delle reti: Architettura di Rete

Per ridurre la complessità di progetto, le reti sono in generale organizzate a livelli, ciascuno costruito sopra il precedente.



## Aspetti software delle reti: Architettura di Rete

Un'architettura proprietaria è basata su scelte indipendenti ed arbitrarie del costruttore, ed è generalmente incompatibile con architetture diverse.

### Esempi:

- IBM SNA (System Network Architecture)
- Digital Decnet Phase IV
- Novell IPX
- Appletalk





## Aspetti software delle reti: Architettura di Rete

**Un'architettura standard de facto è un'architettura basata su specifiche di pubblico dominio (per cui diversi costruttori possono proporre la propria implementazione) che ha conosciuto una larghissima diffusione.**

### **Esempi:**

- **Internet Protocol Suite (TCP/IP)**



## Aspetti software delle reti: Architettura di Rete

**Un'architettura standard de iure è un'architettura basata su specifiche (ovviamente di pubblico dominio) approvate da enti internazionali che si occupano di standardizzazione. Anche in questo caso ogni costruttore può proporre una propria implementazione.**

### **Esempi:**

- **Standard IEEE 802 per le reti locali**
- **Architettura OSI (Open System Interconnection)**
- **Decnet Phase V (conforme allo standard OSI)**



# Aspetti software delle reti

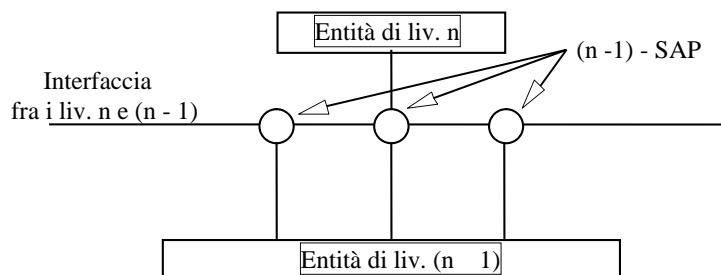
## Interfacce e Servizi



## Aspetti software delle reti: Interfacce e Servizi

La funzione di ogni livello è di offrire servizi al livello superiore.

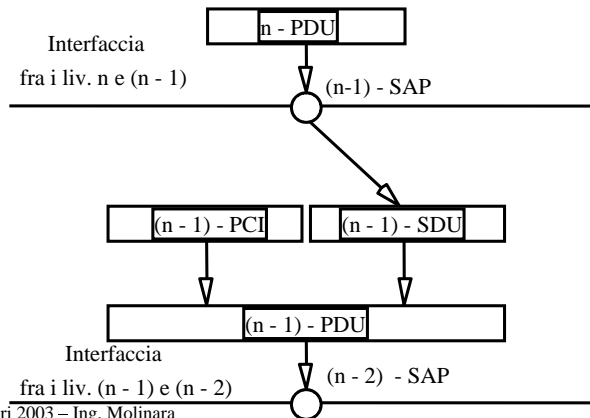
- I servizi sono disponibili ai SAP (Service Access Point).
- I SAP del livello  $n$ , o  $n$ -SAP, sono i punti di accesso nei quali il livello  $n$  può accedere ai servizi del livello  $(n - 1)$ .



## Aspetti software delle reti: Interfacce e Servizi

La funzione di ogni livello è di offrire servizi al livello superiore.

- L'informazione passata dal livello  $n$  al livello  $(n-1)$ , attraverso il  $(n-1)$ -SAP, si dice PDU (Protocol Data Unit) di livello  $n$ , o  $n$ -PDU. Essa, entrando nel livello  $(n-1)$ , diventa una SDU (Service Data Unit) di livello  $(n-1)$ , o  $(n-1)$ -SDU.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

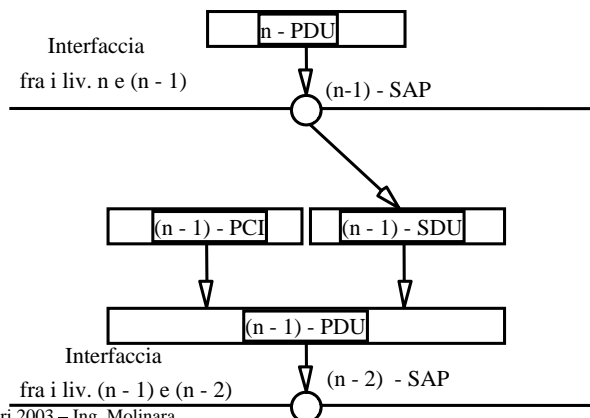


69

## Aspetti software delle reti: Interfacce e Servizi

La funzione di ogni livello è di offrire servizi al livello superiore.

- Entro il livello  $(n-1)$  viene aggiunta alla  $(n-1)$ -SDU una PCI (Protocol Control Information) di livello  $(n-1)$ . Il tutto diventa una  $(n-1)$ -PDU, che verrà passata al livello  $(n-2)$  attraverso un  $(n-2)$ -SAP. Ecc.



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara



70

## Aspetti software delle reti: Interfacce e Servizi

### Nomi spesso usati per i PDU:

***segmento*** (o TPDU, Transport PDU) a livello transport

***pacchetto*** (packet) a livello network

***trama*** (frame) a livello data link

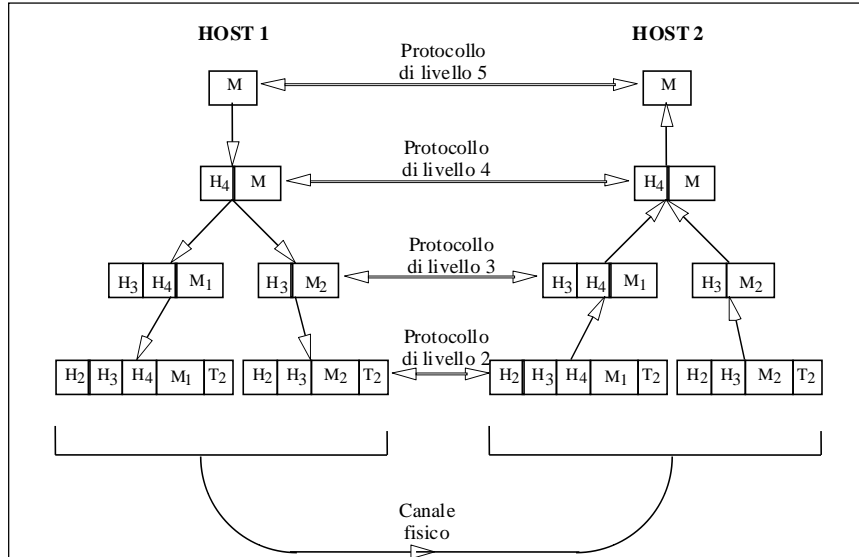


## Aspetti software delle reti

### *Funzionamento del software di rete*



## Aspetti software delle reti: funzionamento del software di rete



Reti di Calcolatori 2003 – Ing. Molinara

73

## Aspetti software delle reti

**Servizi connection-oriented e connectionless**

Reti di Calcolatori



74

Aspetti software delle reti: servizi connection-oriented e connectionless

**Ci sono due principali classi di servizi offerti da un livello a quello superiore:**

**servizi connection-oriented**  
**servizi connectionless**



Aspetti software delle reti: servizi connection-oriented e connectionless

**Ci sono due principali classi di servizi offerti da un livello a quello superiore:**

**servizi connection-oriented**



**Un servizio connection-oriented si sviluppa in 3 fasi:**

- **si stabilisce una connessione, cioè si crea con opportuni mezzi un "canale di comunicazione" fra la sorgente e la destinazione.**
- **la connessione, una volta stabilita, agisce come un tubo digitale lungo il quale scorrono tutti i dati trasmessi, che arrivano nello stesso ordine in cui sono partiti**
- **si rilascia connessione (attività che coinvolge di nuovo tutti gli elaboratori sul cammino).**



Aspetti software delle reti: servizi connection-oriented e connectionless

**Ci sono due principali classi di servizi offerti da un livello a quello superiore:**

**servizi connection-oriented  
servizi connectionless.**

**In un servizio connectionless, i pacchetti (PDU) viaggiano indipendentemente gli uni dagli altri, possono prendere strade diverse ed arrivare in ordine diverso da quello di partenza o non arrivare affatto.**



## Aspetti software delle reti

### *Affidabilità del servizio*



## Aspetti software delle reti: affidabilità del servizio

**Un servizio è generalmente caratterizzato dall'essere o no affidabile (reliable).**

- **Un servizio affidabile non perde mai dati, cioè assicura che tutti i dati spediti verranno consegnati al destinatario. Ciò generalmente richiede che il ricevente invii un acknowledgement (conferma) alla sorgente per ogni pacchetto ricevuto.**
- **Un servizio non affidabile non offre la certezza che i dati spediti arrivino effettivamente a destinazione.**
- **se un certo livello non offre nessun servizio affidabile, qualora tale funzionalità sia desiderata dovrà essere fornita da almeno uno dei livelli superiori (ciò accade spesso).**



## Aspetti software delle reti

### *Servizi vs. protocolli*

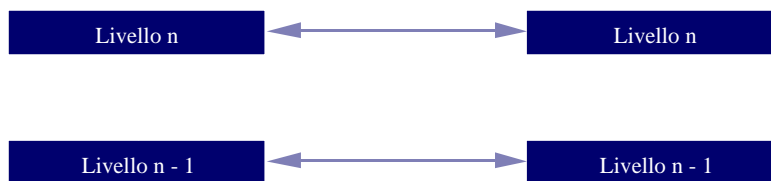




## Aspetti software delle reti: servizi vs. protocolli

**Servizi e protocolli sono spesso confusi, ma sono concetti ben distinti.**

<i>Servizio</i>	insieme di operazioni primitive che un livello offre al livello superiore. Come tali operazioni siano implementate non riguarda il livello superiore
<i>Protocollo</i>	insieme di regole che governano il formato ed il significato delle informazioni (messaggi, frame, pacchetti) che le peer entity si scambiano fra loro. Le entità usano i protocolli per implementare i propri servizi.

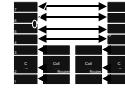


## La realtà nel mondo delle reti

### Il modello OSI



## La realtà nel mondo delle reti: modello OSI



L'OSI (Open Systems Interconnection) Reference Model è il frutto del lavoro della ISO (International Standard Organization), ed ha lo scopo di:

- fornire uno standard per la connessione di sistemi aperti
- fornire una base comune per lo sviluppo di standard
- fornire un modello

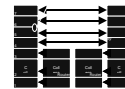
Esso non include di per se la definizione di protocolli specifici.

Principi di progetto seguiti:

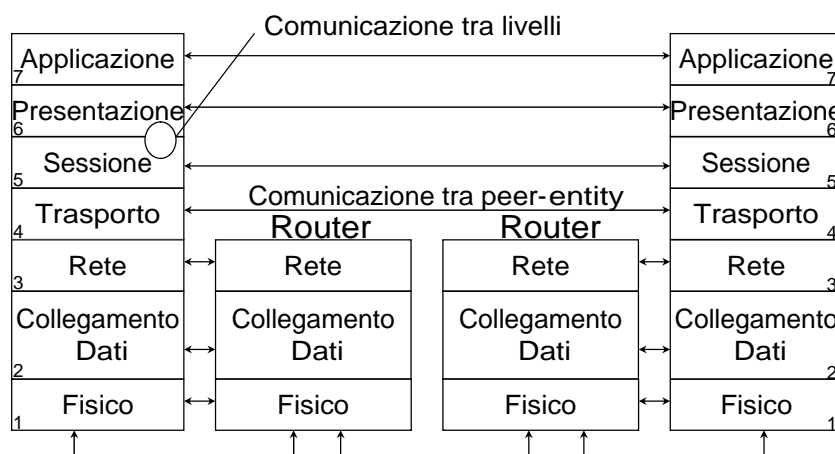
- ogni livello deve avere un diverso livello di astrazione
- ogni livello deve avere una funzione ben definita
- la scelta dei livelli deve:
  - minimizzare il passaggio delle informazioni fra livelli
  - evitare:
    - troppe funzioni in un livello;
    - troppi livelli.



## La realtà nel mondo delle reti: modello OSI



### Il modello OSI



# La realtà nel mondo delle reti

## Internet Protocol Suite



### La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

**La "madre di tutte le reti" fu Arpanet, originata da un progetto di ricerca finanziato dal DoD (Department of Defense) americano. Lo scopo era creare una rete estremamente affidabile anche in caso di catastrofi (o eventi bellici) che ne eliminassero una parte. Arpanet, attraverso varie evoluzioni, ha dato origine alla attuale Internet.**

**Nel corso dello sviluppo, per integrare via via tipi diversi di reti, si vide la necessità di una nuova architettura, mirata fin dall'inizio a consentire l'interconnessione di molteplici reti (internetwork).**



## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

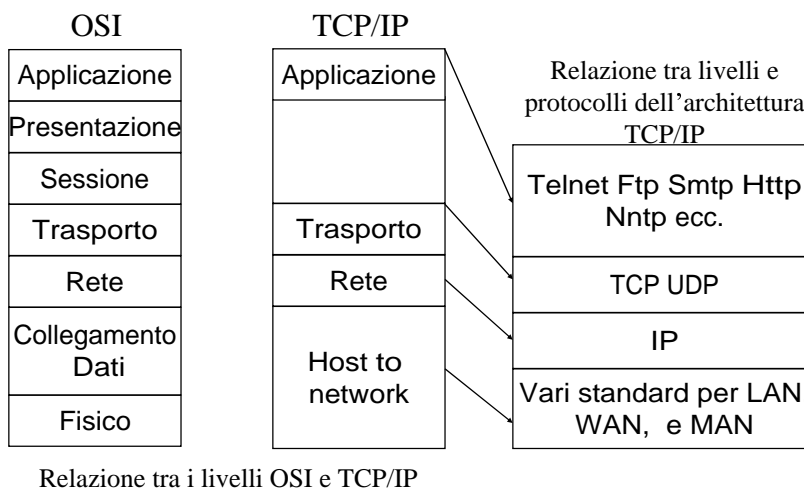
L'architettura divenne, più tardi, nota coi nomi di **Internet Protocol Suite**, architettura **TCP/IP** e **TCP/IP reference model**, dal nome dei suoi due protocolli principali. Essa non è un modello nel senso stretto del termine, in quanto include i protocolli effettivi, che sono specificati per mezzo di documenti detti **RFC (Request For Comments)**, prodotti dall'**IETF (Internet Engineering Task Force)**.

I requisiti di progetto stabiliti fin dall'inizio (estrema affidabilità e tolleranza ai guasti, possibilità di interconnessione di più reti) portarono alla scelta di una rete:

- packet-switched;
- basata su un livello connectionless di internetwork.



## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

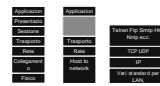


## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

### Livello host-to-network

**Il livello più basso non è specificato nell'architettura, che prevede di utilizzare quelli disponibili per le varie piattaforme HW e conformi agli standard.**

**Tutto ciò che si assume è la capacità dell'host di inviare pacchetti IP sulla rete.**



## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

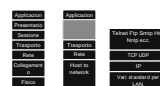
### Livello Rete

**E' il livello che tiene insieme l'intera architettura. Il suo ruolo è permettere ad un host di iniettare pacchetti in una qualunque rete e fare il possibile per farli viaggiare, indipendentemente gli uni dagli altri e magari per strade diverse, fino alla destinazione, che può essere situata anche in un'altra rete. Dunque è connectionless. E' un servizio best-effort datagram. E' definito un formato ufficiale dei pacchetti ed un protocollo, IP (Internet Protocol).**

#### Incombenze:

**routing**

**controllo congestione.**



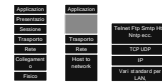
## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

### Livello Transport

**E' progettato per consentire la conversazione delle peer entity sugli host sorgente e destinazione (end-to-end). Sono definiti due protocolli in questo livello:**

**TCP (Transmission Control Protocol): è un protocollo connesso ed affidabile (ossia tutti i pacchetti arrivano, e nell'ordine giusto). Frammenta il flusso in arrivo dal livello superiore in messaggi separati che vengono passati al livello Internet. In arrivo, i pacchetti vengono riassemblati in un flusso di output per il livello superiore.**

**UDP (User Datagram Protocol): è un protocollo non connesso e non affidabile, i pacchetti possono arrivare in ordine diverso o non arrivare affatto.**



## La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

### Livello Application

**Nell'architettura TCP/IP non ci sono i livelli session e presentation (non furono ritenuti necessari; l'esperienza col modello OSI ha mostrato che questa visione è condivisibile).**



La realtà nel mondo delle reti: Internet protocol suite

Sopra il livello transport c'è direttamente il livello application, che contiene tutti i protocolli di alto livello vengono usati dalle applicazioni reali.

I primi protocolli furono:

*Telnet*

*FTP (File Transfer Protocol)*

*SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) e POP (Post Office Protocol)*

Successivamente se ne sono aggiunti altri, fra cui:

*DNS (Domain Name Service)*

*NNTP (Network News Transfer Protocol)*

*HTTP (HyperText Transfer Protocol)*



La realtà nel mondo delle reti: confronto tra il modello di riferimento OSI e l'architettura TCP/IP

## In conclusione

- OSI è ottimo come modello, mentre i suoi protocolli hanno avuto poco successo
- TCP/IP è ottima (per ora) come architettura di rete, ma inutile come modello.

Nel resto del corso riferiremo al modello OSI come costituito da 5 livelli:



## Bibliografia

### Testo di riferimento

- J.F.Kurose, K.W.Ross, "Internet e Reti di Calcolatori", McGraw-Hill (II edizione italiana)
- (<http://www.ateneonline.it/kurose>)

### Testi di consultazione:

- A.S. Tanenbaum, "Reti di Computer", Prentice-Hall, IV Edizione Italiana
- W. Stallings, "Sicurezza delle Reti", Addison-Wesley
- M. Baldi, P. Nicoletti, "Switched LAN, McGraw-Hill
- G. Keiser, "Local Area Networks", McGraw-Hill
- B. A. Forouzan, "I protocolli TCP/IP", McGraw-Hill





This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.