



Università della Calabria D.E.I.S.



Corso di

SISTEMI TELEMATICI

a.a. 2012-2013

Docente: Ing. Peppino Fazio

Ing. P. Fazio

*Calabria
University
Laboratory on
TelecommUnication
Research
Engineering*

Servizi di una rete a pacchetto

I servizi di una rete a commutazione di pacchetto possono essere

- datagram (senza connessione)
- circuito virtuale (con connessione)





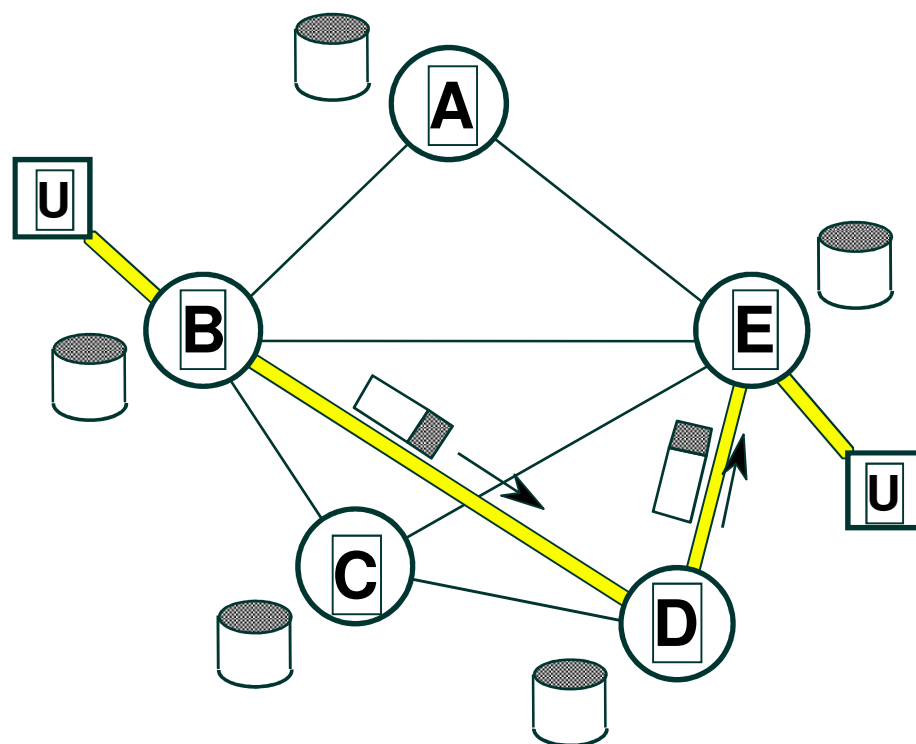
Servizio circuito virtuale

Servizio circuito virtuale (con connessione)

- la comunicazione è suddivisa in tre fasi
 - apertura connessione
 - trasferimento dati
 - chiusura connessione
- esiste un accordo preliminare tra i due interlocutori e il fornitore del servizio
- pacchetti diversi con uguale sorgente e destinazione seguono tutti lo stesso percorso



Funzionamento di una rete a circuito virtuale



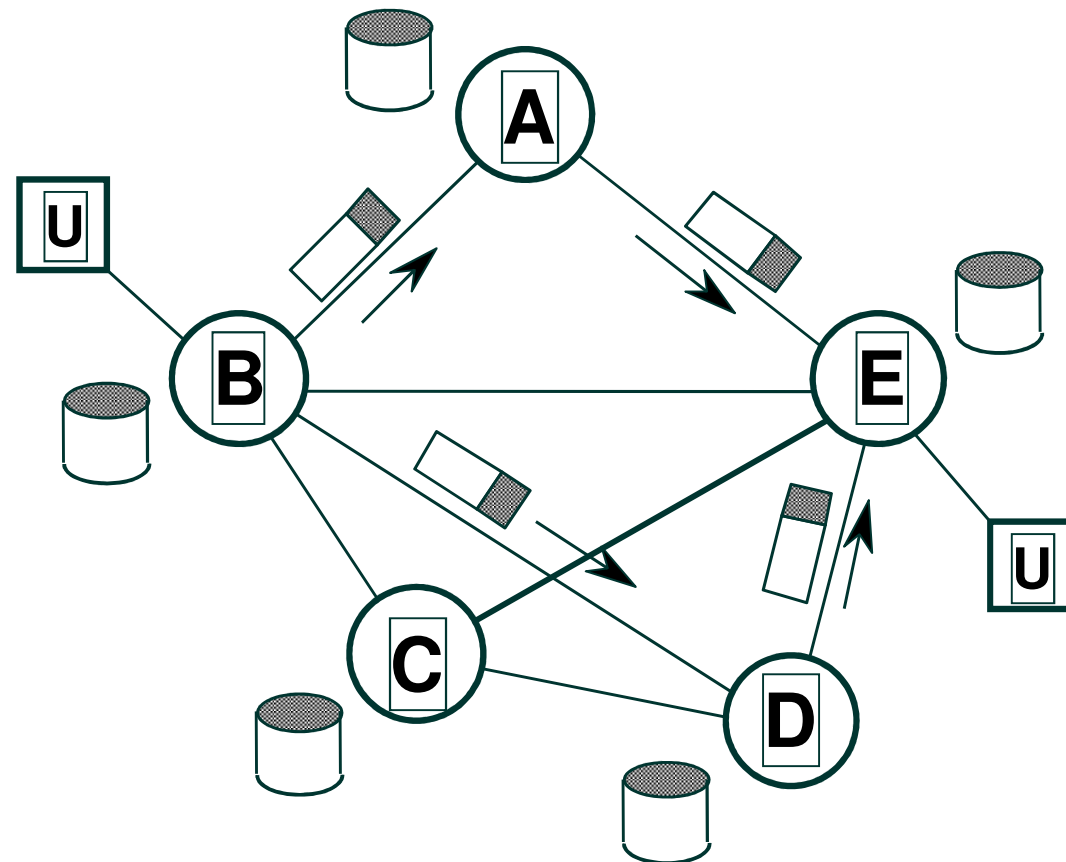


Servizio datagramma

Servizio datagram (senza connessione)

- non esiste una suddivisione della comunicazione in tre fasi perché non c'è alcun accordo preliminare sulla fornitura del servizio;
- pacchetti diversi con uguale sorgente e destinazione possono seguire percorsi diversi

Funzionamento di una rete a datagramma





Servizio circuito virtuale

Il servizio circuito virtuale in reti a pacchetto non è equivalente al servizio in reti a circuito perché

**non si allocano staticamente risorse
una comunicazione**



Servizio circuito virtuale

Servizio circuito virtuale (con connessione)

- vantaggi rispetto al datagram
 - mantenimento della sequenza
 - minore variabilità dei ritardi
 - instradamento solo in fase di apertura di connessione
 - minore informazione di controllo per pacchetto



Servizio circuito virtuale

Servizio circuito virtuale (con connessione)

- svantaggi
 - ritardi per la costruzione del circuito virtuale e del suo rilascio
 - non permette di ottenere ritardi fissi tra sorgente e destinazione (inadatto al trasferimento di traffico isocrono)



Applicazioni e servizi

Servizio di telecomunicazione:

Ciò che viene offerto da un gestore pubblico o privato ai propri clienti al fine di soddisfare una specifica esigenza di telecomunicazione



Applicazioni e servizi

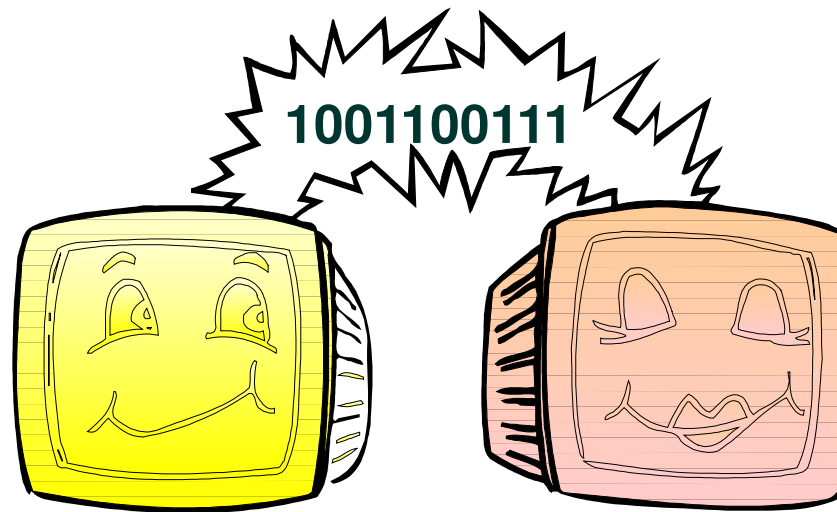
Servizi (teleservizi) diversi richiedono alla rete prestazioni diverse

Indici di qualità

- ritardo (valor medio, percentile, tempo reale)
- velocità
- probabilità di errore
- probabilità di blocco

Architetture e protocolli

Comunicazione:
trasferimento di informazioni secondo
convenzioni prestabilite





Architetture e protocolli

Comunicazione:
trasferimento di informazioni
secondo convenzioni prestabilite

La comunicazione richiede cooperazione



Architetture e protocolli

Ing. P. Fazio

Per progettare e gestire sistemi atti consentire
la comunicazione è indispensabile
una descrizione astratta delle modalità
di comunicazione tra le parti

Architetture e protocolli

Una descrizione astratta delle modalità
di comunicazione tra due o più utenti
richiede la definizione di un

modello di riferimento





Architetture e protocolli

Ing. P. Fazio

L'identificazione del modello di riferimento
si svolge per passi logici...



Architetture e protocolli

Primo passo:

Al massimo livello di astrazione
il modello di riferimento specifica una

architettura di comunicazione



Architetture e protocolli

Un'architettura di comunicazione definisce

- gli **oggetti** usati per descrivere il processo di comunicazione
- le **relazioni** tra tali oggetti
- le **funzioni** necessarie per la comunicazione
- le **modalità organizzative** delle funzioni

Architettura OSI





Architetture e protocolli

Ultimo passo:

Gli aspetti più di dettaglio di un
modello di riferimento riguardano i

protocolli di comunicazione



Architetture e protocolli

CCITT

Protocollo:

descrizione formale delle procedure
adottate per assicurare la comunicazione
tra due o più funzioni dello stesso livello
gerarchico



Architetture e protocolli

I protocolli definiscono

- semantica (insieme di comandi e risposte)
- sintassi (struttura di comandi e risposte)
- temporizzazione (sequenze temporali di comandi e risposte)

di una comunicazione



Ing. P. Fazio

Architettura OSI





Architettura OSI

I principi fondamentali
definiti dal modello di riferimento OSI
sono oggi universalmente accettati



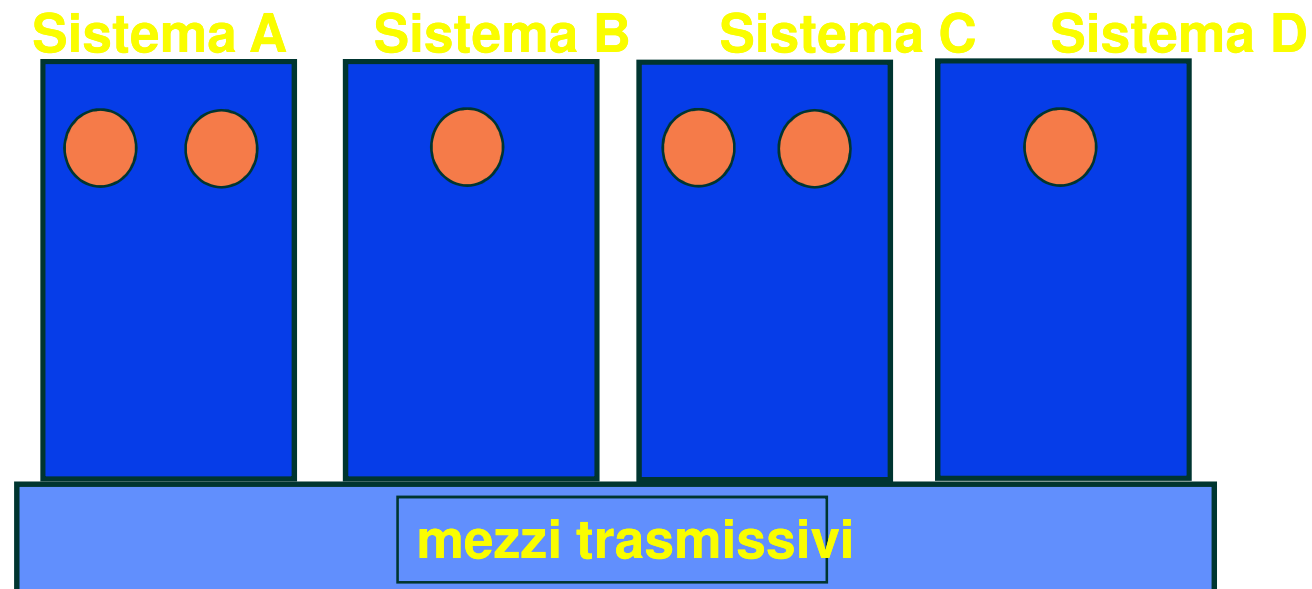
Architetture e protocolli

Elementi di un'architettura di comunicazione

- sistemi
- processi applicativi
- mezzi trasmissivi



Architetture e protocolli



● processi applicativi



Architetture e protocolli

- strati (livelli)
- sottosistemi



Architetture e protocolli

Stratificazione

ogni strato

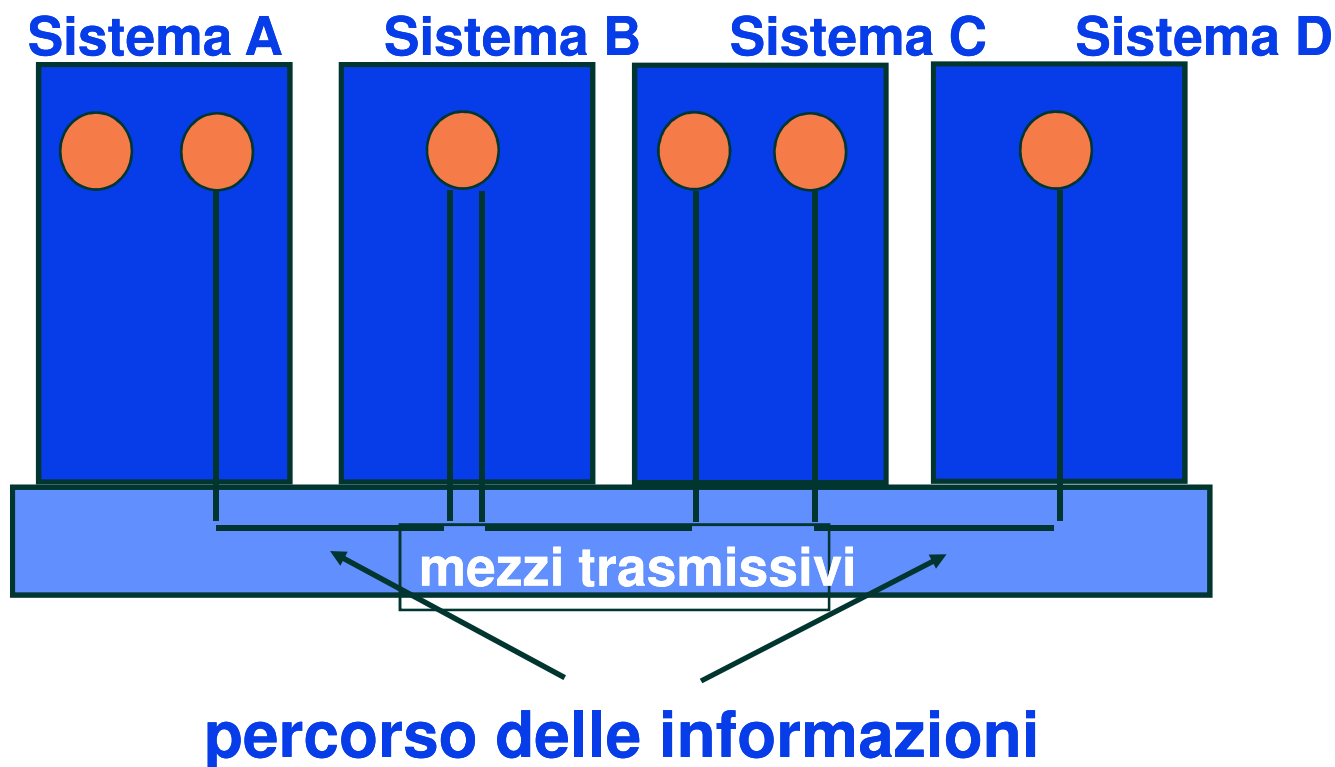
- fornisce servizi “a valore aggiunto” al livello immediatamente superiore

usando

- i servizi del livello immediatamente inferiore
- le proprie funzioni



Architetture e protocolli





Architetture e protocolli

Tipi di informazioni

- informazioni di utente
- informazioni di controllo



Architetture e protocolli

- **Informazioni di utente**
sono l'oggetto primario dello scambio per le finalità del processo di comunicazione
- **Informazioni di controllo**
hanno lo scopo di coordinare le azioni da svolgere in modo cooperativo da parte delle entità di strato



Architetture e protocolli

Informazioni di utente si distinguono in:

- informazioni (dati) intra-strato
- informazioni (dati) inter-strato



Architetture e protocolli

Unità di dati

- le informazioni di utente o di controllo scambiate in un processo di comunicazione sono strutturate in unità informative specifiche di ogni strato, dette

unità di dati



Architetture e protocolli

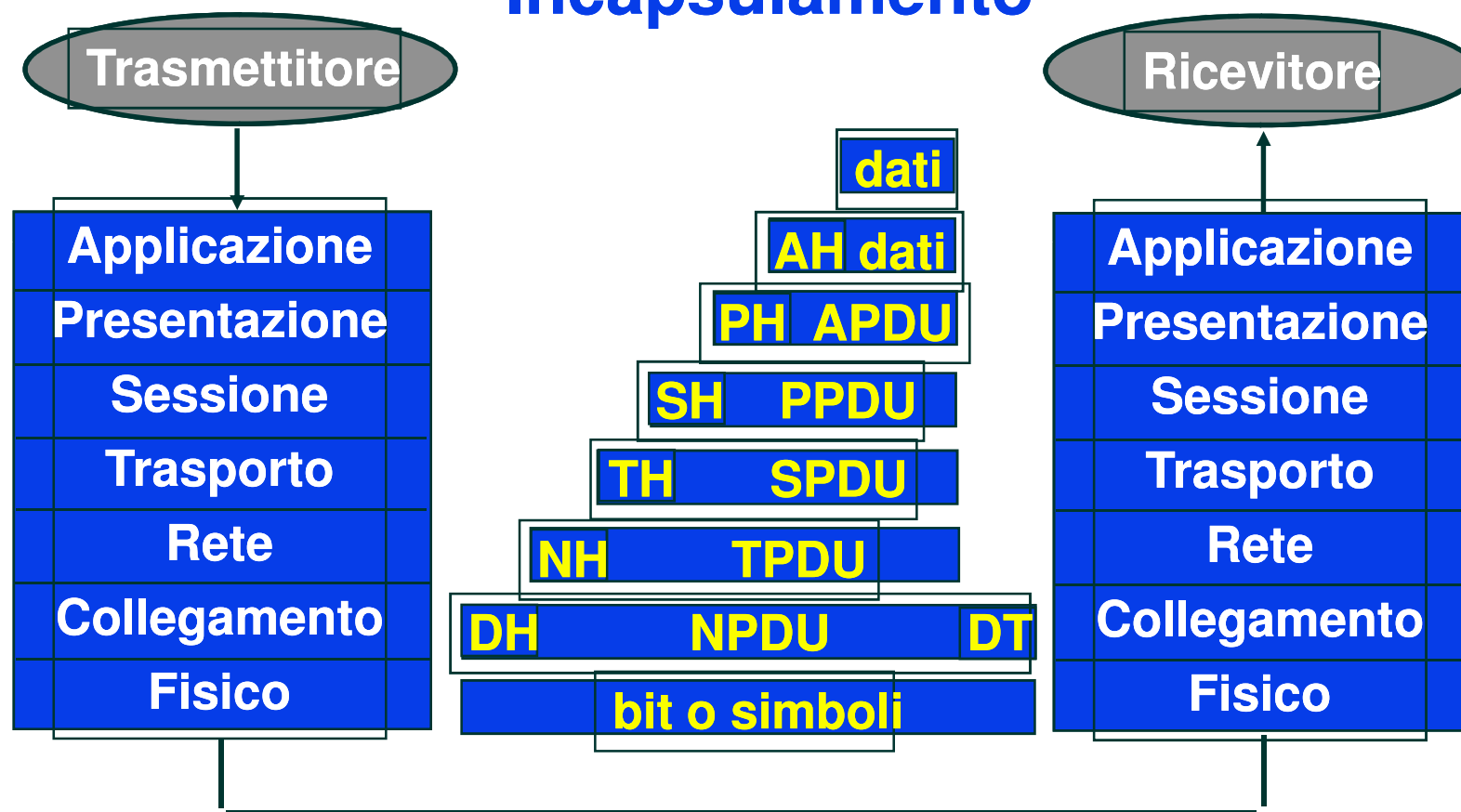
Nello strato N si hanno varie unità di dati

- PDU (Protocol Data Unit)
- SDU (Service Data Unit)
- PCI (Protocol Control Information)



Architettura OSI

Incapsulamento





Architetture e protocolli

Nello strato N si hanno varie unità di dati

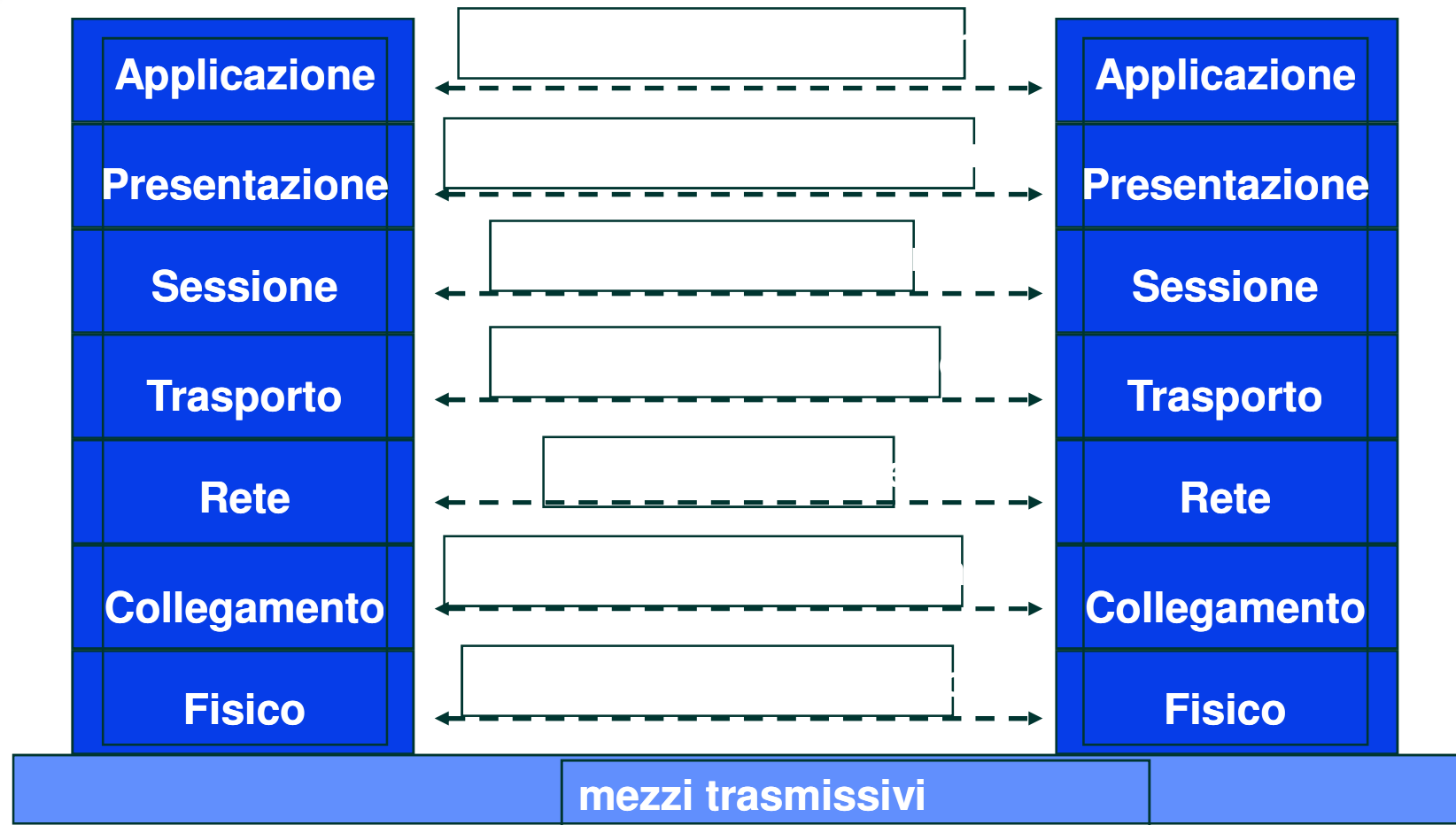
(N)-SDU (Service Data Unit)

- è una parte di informazioni dell'interfaccia che una (N+1)-entità trasferisce ad una (N)-entità nello stesso sistema
- una (N)-SDU contiene una (N+1)-PDU



Architettura OSI

Ing. P. Fazio

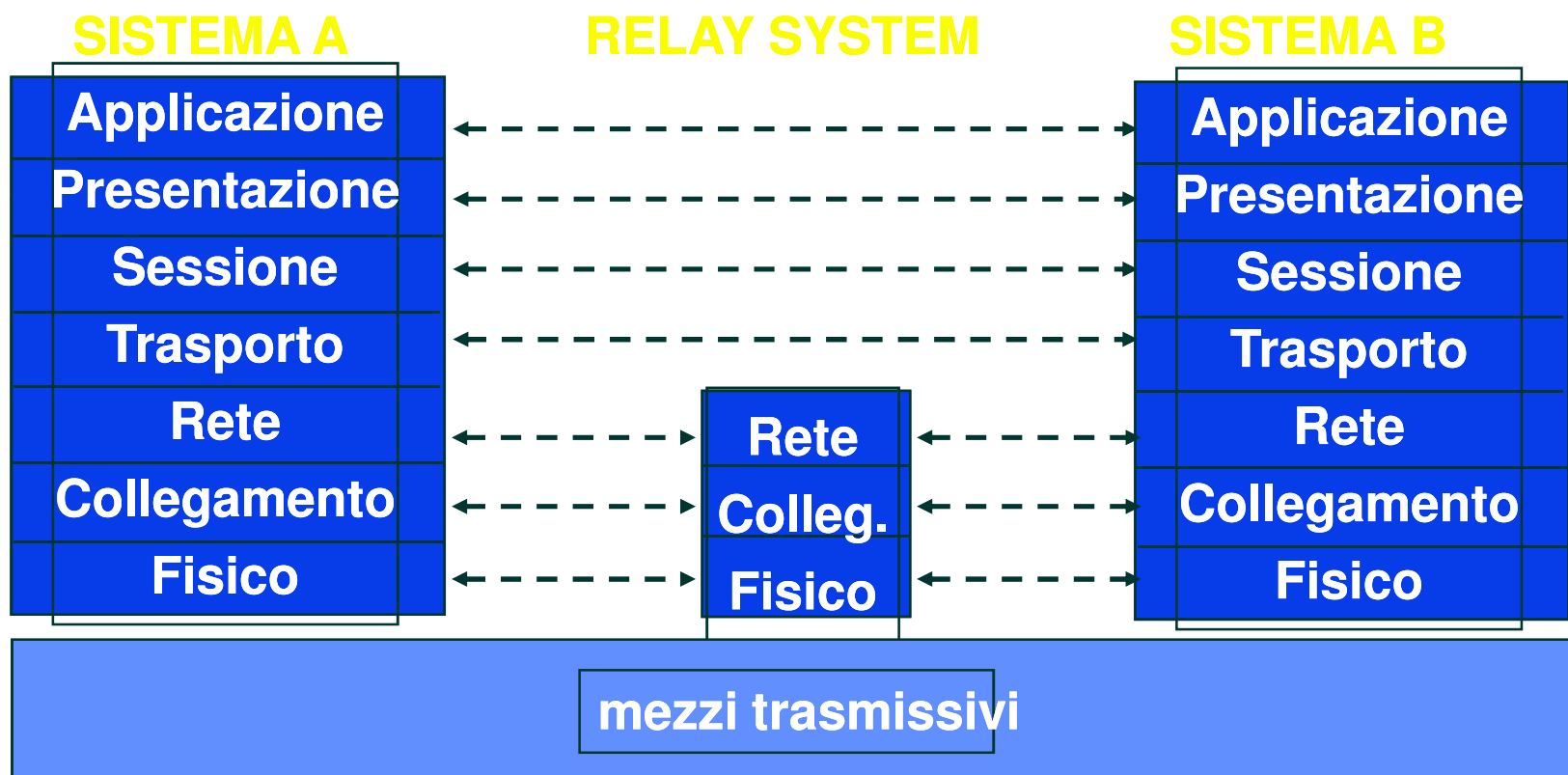




Architettura OSI

- sistemi terminali
- sistemi di rilegamento (relay)

Ing. P. Fazio





Architettura OSI

Livello 1 - FISICO

- fornisce i mezzi meccanici, fisici, funzionali e procedurali per attivare, mantenere e disattivare le connessioni fisiche
- ha il compito di effettuare il trasferimento delle cifre binarie scambiate dalle entità di livello di collegamento
- le unità dati sono bit o simboli



Architettura OSI

Livello 2 - COLLEGAMENTO

- fornisce i mezzi funzionali e procedurali per il trasferimento delle unità dati tra entità di livello rete e per fronteggiare malfunzionamenti del livello fisico
- funzioni fondamentali:
 - rivelazione e recupero degli errori di trasmissione
 - controllo di flusso
- nel caso di canali broadcast, il livello 2 è stato diviso in due sottolivelli: MAC e LLC



Architettura OSI

Livello 3 - RETE

- fornisce i mezzi funzionali e procedurali per lo scambio di informazioni tra entità di livello trasporto
- fornisce i mezzi per instaurare, mantenere e abbattere le connessioni di rete tra entità di livello trasporto
- funzioni fondamentali:
 - instradamento
 - controllo di connessione e congestione



Architettura OSI

Livello 4 - TRASPORTO

Ing. P. Fazio

- fornisce alle entità di livello sessione le connessioni di livello trasporto
- colma le deficienze della qualità di servizio delle connessioni di livello rete
- è il livello più basso con significato da estremo a estremo
- frammentazione di messaggi in pacchetti
- moltiplicazione e suddivisione di connessioni
- funzioni: connessione, controllo di errore e di flusso



Architettura OSI

Livello 5 - SESSIONE

- è responsabile dell'organizzazione del dialogo fra due programmi applicativi di sistemi diversi
- assicura alle entità di presentazione una connessione di sessione
- organizza il colloquio tra le entità di presentazione
- funzioni: gestione del dialogo e sincronizzazione tra eventi
- struttura e sincronizza lo scambio di dati in modo da poterlo sospendere, riprendere e terminare ordinatamente
- maschera le interruzioni del servizio trasporto



Architettura OSI

Livello 6 - PRESENTAZIONE

- risolve i problemi di compatibilità per quanto riguarda la rappresentazione dei dati da trasferire
- risolve i problemi relativi alla trasformazione della sintassi dei dati (es. colloquio di sistemi basati su sistemi operativi diversi)
- può fornire servizi di cifratura delle informazioni



Architettura OSI

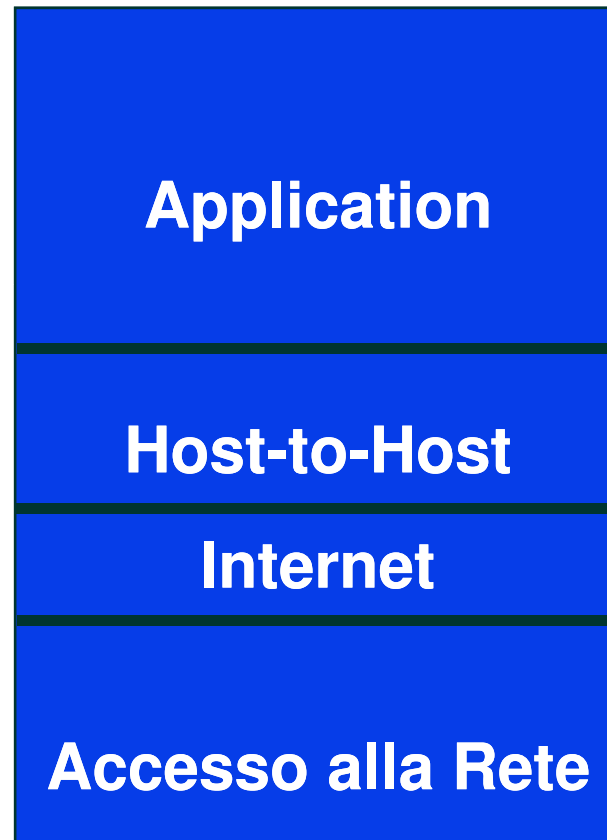
Livello 7 - APPLICAZIONE

- fornisce ai processi applicativi i mezzi per accedere all'ambiente OSI
- esempi di servizio
 - trasferimento di file - FTAM
 - terminale virtuale - VT
 - posta elettronica - X.400



Ing. P. Fazio

Architettura TCP/IP





Architettura TCP/IP

Livello - ACCESSO ALLA RETE

- include le funzioni che nel modello OSI sono comprese negli strati fisico, di link e di rete, quest'ultimo per ciò che riguarda gli aspetti connessi al funzionamento di ogni singola rete (sottostrato di rete basso)
- comprende le funzionalità per il trasferimento dei dati tra due sistemi terminali connessi alla stessa rete
- può essere realizzato con gli strati pertinenti di qualunque tipo di architettura; il servizio che deve essere offerto allo strato superiore può essere con o senza connessione



Architettura TCP/IP

Livello - INTERNET

- consente l'interfunzionamento delle varie reti componenti con funzionalità che nel modello OSI sono collocate in un sottostrato di rete alto
- fornisce un servizio di strato senza connessione
- il protocollo di strato è IP (Internet Protocol): esso provvede, tra l'altro, all'instradamento attraverso reti multiple in cascata per trasferire dati tra sistemi terminali connessi a reti diverse



Architettura TCP/IP

Livello - TRASPORTO o HOST-to-HOST

- corrisponde allo strato di trasporto e a parte dello strato di sessione del modello OSI
- un tipo di protocollo di questo strato è il TCP (Transmission Control Protocol), nell'ambito del quale il servizio di strato è con connessione
- un protocollo alternativo è l'UDP (User Datagram Protocol), che opera nell'ambito di un servizio di strato senza connessione



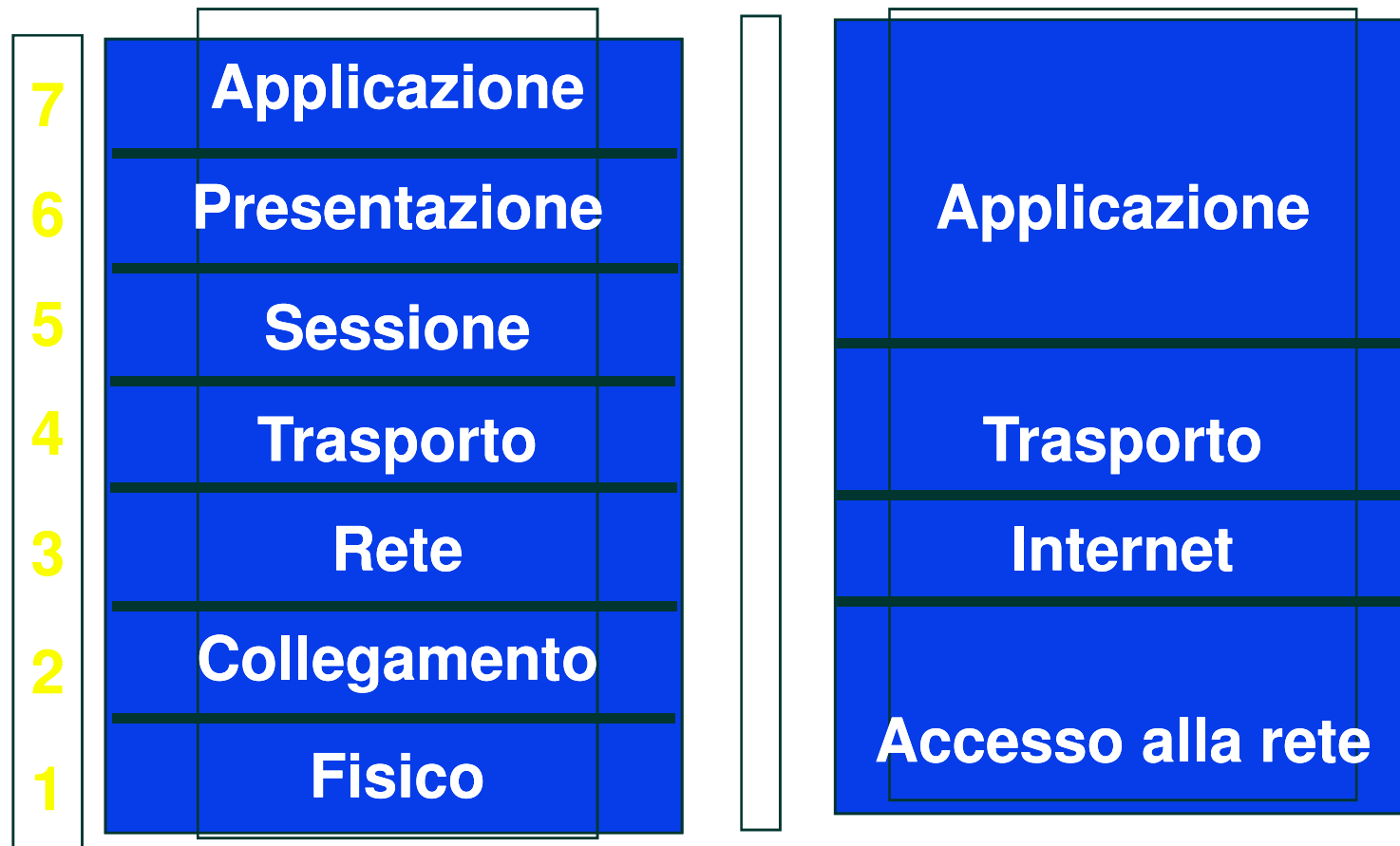
Architettura TCP/IP

Livello - APPLICAZIONE

- corrisponde a parte dello strato di sessione e agli strati di presentazione e di applicazione del modello OSI
- es. telnet, ftp, smtp, dns, http

OSI

TCP/IP





OSI vs. TCP/IP

OSI

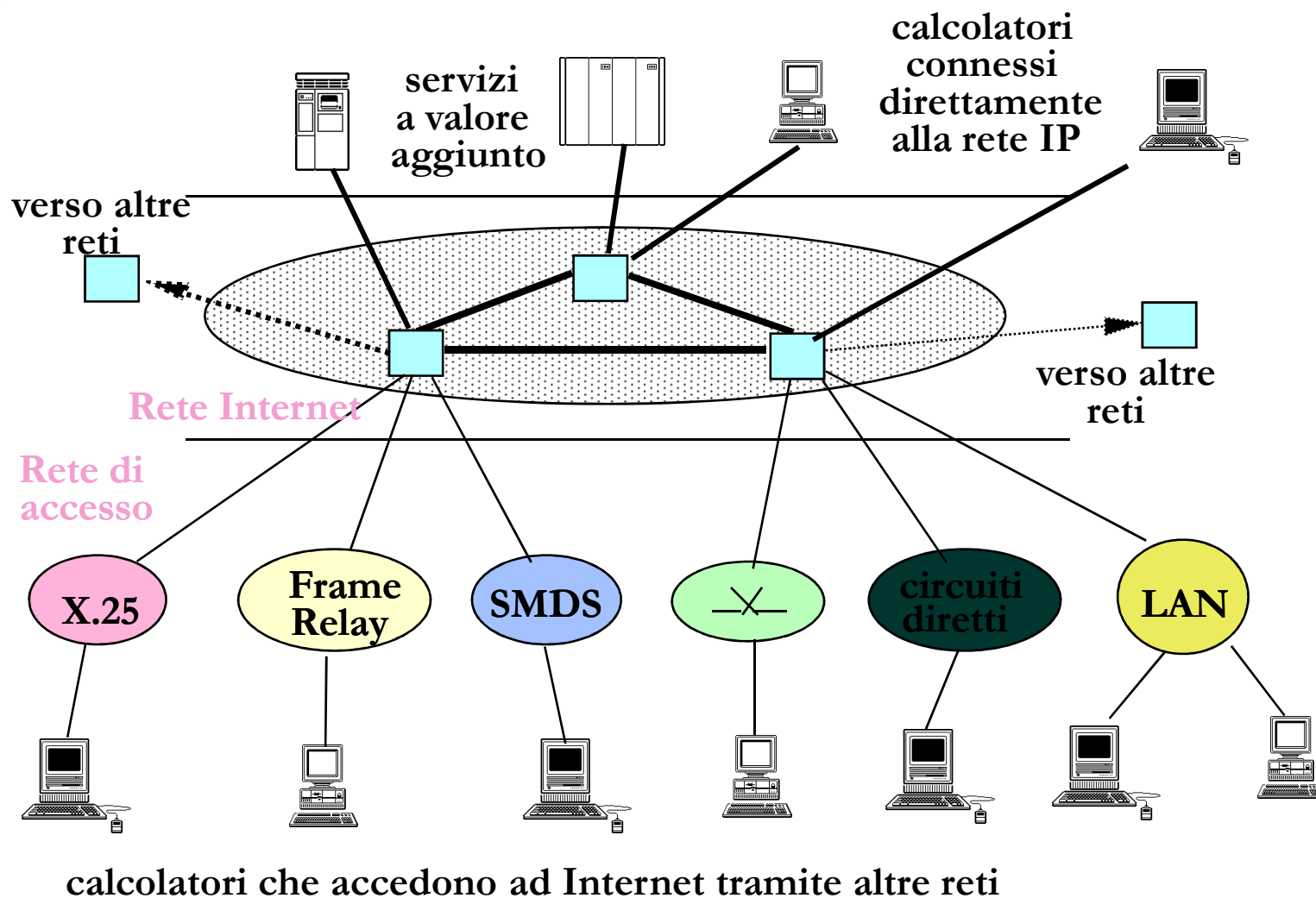
- il principale contributo del modello OSI è la distinzione tra servizi, interfacce e protocolli
 - la definizione di un servizio dice “cosa” offre lo strato, ma non “come” lo strato opera
 - l'interfaccia di uno strato dice ai processi dello strato superiore come accedere ad esso, specificando i parametri e i risultati attesi
 - il protocollo di strato è una scelta dello strato stesso, purché fornisca il servizio specificato
- strato=oggetto; servizi=metodi dell'oggetto invocabili dai processi esterni; interfaccia=parametri dei metodi e risultati; protocollo=codice interno all'oggetto



Università della Calabria D.E.I.S.

La rete Internet

Ing. P. Fazio





La rete Internet

Ing. P. Fazio

- ❖ Internet non è una nuova rete, ma l'unione di diverse reti, pre-esistenti ed eterogenee tra loro
- ❖ La struttura fisica di Internet comprende:
 - un certo numero di reti componenti
 - dispositivi di interconnessione tra le sottoreti
- ❖ Le reti componenti Internet (che chiameremo sottoreti) sono omogenee al loro interno e operano in accordo a qualsiasi paradigma di comunicazione



Storia

- ❖ 1961: Leonard Kleinrock (UCLA) pubblica il primo lavoro sulla commutazione di pacchetto
- ❖ 1964: il Ministero della Difesa degli USA (DoD) incarica l'ARPA (Advanced Research Project Agency) di sviluppare un modello di rete di calcolatori per applicazioni militari resistente ad attacchi (es. interruzioni di linee o centri di commutazione) che ne modifichino la configurazione
 - una struttura reticolare, magliata, non gerarchica e con parti ridondanti per garantire elevata capacità di interconnessione e interlavoro fra i nodi della rete
 - una modalità di trasferimento senza connessione e senza garanzie di qualità del servizio, rimandando queste ultime ai livelli superiori dell'architettura protocollare



Storia

- ❖ 1968: Bolt, Berenek e Newman implementano il primo commutatore di pacchetto a UCLA; nel 1969 vengono installati altri 4 nodi (Stanford, UC Santa Barbara, University of Utah)
- ❖ 1969: nasce ARPANET, il primo esempio di rete geografica a commutazione di pacchetto
- ❖ 1972: Kahn (DARPA) introduce il concetto di architettura aperta per poter interconnettere altre reti al nucleo iniziale



Storia

❖ Idee base di Kahn

- nessuna modifica alle reti da interconnettere
- principio del best effort
- reti interconnesse da gateway che non mantengano informazioni sullo stato dei flussi di pacchetti che li attraversano
- nessun controllo globale
- non progettare solo in vista di una particolare applicazione
- progettare non solo protocolli di rete ma anche applicazioni



Storia

- ❖ 1973: Kahn (Darpa) e Cerf (univ. Stanford) definiscono il TCP (che includeva IP); poi IP viene separato dal TCP
- ❖ DoD sovvenziona Stanford, BBN e UCLA per implementare TCP/IP: si hanno così le prime tre implementazioni
- ❖ 1980: si sviluppano le LAN e ARPANET cresce (DNS, IGP, EGP)
- ❖ Il DoD affida a Bolt, Berenek e Newman (UCLA) il compito di implementare TCP/IP in ambiente UNIX e sovvenziona l'Università di Berkeley per integrare i suoi protocolli nella distribuzione del software UNIX; così DARPA raggiunge oltre il 90% dei calcolatori usati in ambito scientifico



Storia

Ing. P. Fazio

- ❖ 1983: il DoD decreta che tutti i calcolatori connessi a ARPANET adottino i protocolli TCP/IP, e separa ARPANET in due: una rete civile (ARPANET) ed una militare (MILNET)
- ❖ 1985: la National Science Foundation (NSF) finanzia negli USA lo sviluppo di una rete di trasporto a lunga distanza (NSFnet) e di reti regionali, che consentono di interconnettere LAN di varie università e di enti di ricerca (NASA, NSF, etc.) alla rete ARPANET
- ❖ La rete Internet si è sviluppata a partire da questo nucleo iniziale fino ad estendersi in tutto il mondo e comprendere non solo organizzazioni pubbliche e di ricerca, ma anche organizzazioni commerciali e utenti privati



Evoluzione

- ❖ 1990: ARPANET cessa le sue attività
- ❖ 1990: Barners-Lee (CERN) definisce il WWW
- ❖ 1993: Andreessen (NCSA, Illinois) sviluppa il primo WWW browser
- ❖ 1995: NSF smette di finanziare NSFnet
- ❖ Evoluzione:
 - servizi: e-mail, ftp, telnet, news -> gopher, www
 - velocità tipica delle portanti: 64 kbit/s -> 2/34 Mbit/s



Università della Calabria D.E.I.S.

Fattori di successo

Ing. P. Fazio

- ❖ Sovvenzioni statali (\$ 200 milioni nel periodo '86-'95)
- ❖ Il paradigma Internet offre meno funzionalità del modello OSI (almeno negli strati bassi) ma la sua realizzazione è più semplice
 - modalità di trasferimento senza connessione nello strato di rete e nessuna garanzia della qualità del servizio (il compito è dei livelli applicativi negli host terminali)
- ❖ I protocolli di Internet sono implementati in software e sono di pubblico dominio, non c'è necessità di acquistare ed installare schede hardware



Università della Calabria D.E.I.S.

Fattori di successo

- ❖ Disponibilità gratuita del software che realizza i protocolli di comunicazione di Internet
 - protocolli implementati in UNIX e forniti gratuitamente insieme al sistema operativo
- ❖ Disponibilità spesso gratuita anche del software applicativo (modello client/server)
 - es. Gopher, WWW
- ❖ Internet offre i suoi servizi a costi accessibili; la tariffazione è prevalentemente flat-rate, indipendente dal traffico e dalla distanza



Università della Calabria D.E.I.S.

Fattori di successo

Ing. P. Fazio

- ❖ Assenza di vincoli: Internet non richiede che tutti i sistemi che la compongono siano basati sulla stessa architettura protocollare
- ❖ Le apparecchiature utente e molte sotto-reti private contribuiscono in modo significativo al trasporto delle informazioni
 - in molte reti geografiche le apparecchiature di rete per il trasporto, la commutazione e l'elaborazione delle informazioni sono di proprietà di società pubbliche o private che installano e gestiscono i sistemi di TLC mettendoli a disposizione dell'utenza



Il processo di standardizzazione

❖ L'Ente responsabile della definizione dei protocolli e del funzionamento di Internet è l'IETF (Internet Engineering Task Force)

- è una comunità internazionale di progettisti/operatori/costruttori/venditori di reti aperta a tutti gli interessati
- l'IETF organizza 3 riunioni all'anno; la maggior parte del lavoro è svolto tramite mailing list

❖ L'attività di ricerca e sviluppo è organizzata in gruppi di lavoro (Working Groups) organizzati in Aree, ognuna responsabile di una certa tematica (es. routing, transport, security)

- ogni Area è gestita dagli Area Director (AD) che sono membri dell'IESG (Internet Engineering Steering Group)



Il processo di standardizzazione

Ing. P. Fazio

- ❖ L'IAB (Internet Architecture Board) si occupa di questioni architettureali più generali e risolve eventuali conflitti che l'IESG non è riuscita a risolvere
- ❖ IESG e IETF sono presiedute dal General Area Director, che è anche membro di diritto dell'IAB
- ❖ L'IANA (Internet Assigned Numbers Authority) è l'autorità centrale che coordina l'assegnazione dei parametri numerici dei protocolli (inclusi gli indirizzi IP e i numeri di porta TCP)
- ❖ L'ISOC (Internet Society) sovrintende all'IANA, all'IESG e all'IAB



Il processo di standardizzazione

- ❖ In Internet gli standard sono denominati RFC (Request For Comments)
 - For Your Information RFC (FYI RFC), di natura descrittiva, riportano argomenti di natura generale (anche l'organizzazione delle riunioni)
 - Standard RFC (STD RFC), gli standard veri e propri
- ❖ Prima di arrivare a uno standard RFC, si parte da un documento di lavoro (Internet Draft) che può essere proposto da qualunque individuo o Ente interessato
 - il draft viene messo a disposizione di tutti tramite i siti dell'IETF e le mailing list
 - un draft ha validità di 6 mesi, dopo di che decade, a meno che non sia stato promosso a RFC, con eventuali modifiche/integrazioni