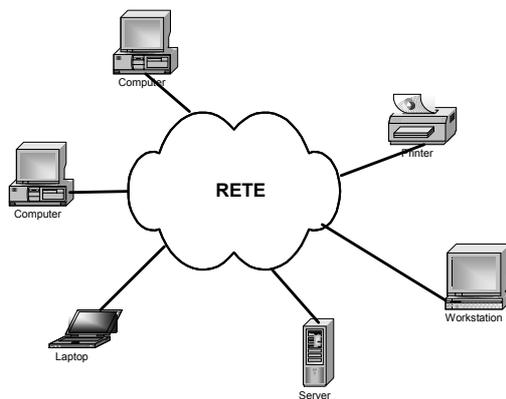


Telematica

Cosa e' una rete di elaboratori?



Definizione (semplice):

Due o piu' computers autonomi e interconnessi in modo da poter scambiare informazioni e adoperare risorse centralizzate (stampanti, scanners, ecc.)

Vantaggi della connessione in rete

- Condivisione di dati e di programmi;
- Condivisione di risorse (stampanti, scanner, ecc.);
- Condivisione dell'accesso ad Internet;
- Gestione centralizzata degli aspetti di sicurezza;
- Gestione centralizzata della gestione dei programmi;
- Possibilità di avere messaggistica tra gli utenti (email).

Svantaggi della connessione in rete

- Necessità di disporre di personale specializzato o in alternativa di affidare la gestione della rete in outsourcing ad una ditta specializzata al fine di garantirne la qualità e la continuità operative ;
- Necessità di maggiori investimenti:
 - infrastruttura (cablaggio);
 - hardware dedicato (server dedicati);
 - sistema operativo di rete (W2000 server, UNIX).

Quali sono i componenti di una rete?

- Stazioni: PC, servers;
- Schede di rete;
- Cavi;
- Hardware specifico per il traffico dati (hub, switch, bridge, router, gateway);
- Software (Sistemi operativi di rete; protocolli di telecomunicazione).

Come si classificano le reti?

- Scala geografica:
 - Reti locali;
 - Reti metropolitane;
 - Reti geografiche;
- Hardware adoperato;
- Protocolli;
- Organizzazione:
 - paritetiche;
 - client / server.

Scala geografica

10 m	stessa stanza
100 m	stesso edificio
1 Km	stesso stabilimento (area)
10 Km	stessa città
> 10 Km	nazione, continente



Rete locale

Rete metropolitana

Rete geografica

Le reti paritetiche (peer-to-peer) e le reti client/server

Considerazioni sulle reti LAN paritetiche (1/3)

- Nessuna stazione svolge un ruolo dedicato o particolare:
 - Ogni stazione puo' accedere a risorse (client) o condividere risorse (server): le stazioni sono paritetiche tra di loro;
- Non e' richiesto l'uso di hardware con prestazioni specifiche (server);
- Non e' richiesto un Sistema Operativo di rete;

Considerazione sulle reti LAN paritetiche (2/3)

- Impatto sulle prestazioni del PC che mette a disposizione le risorse;
- Non c'è gerarchia amministrativa: Ogni utilizzatore e' responsabile per le risorse da condividere e a chi.
- Politica di identificazione delle risorse e gestione della versione dei files: problematica;
- Politica di back-up difficile da praticare;
- Sicurezza: non adeguata ad organizzazioni strutturate;

Considerazione sulle reti LAN paritetiche (3/3)

- Soluzione adeguata
 - Per una piccola organizzazione senza necessità di elevato grado di sicurezza o controllo centralizzato;
 - Per piccolo numero di stazioni (max. 10-15) in ambiente locale;
 - Per condividere file e risorse di alto prezzo.

Considerazioni sulle reti LAN client/server (1/3)

- Ogni stazione svolge uno di due ruoli: cliente o server;
 - Nella rete sono presenti computers dedicati a compiti particolari (p.es. memorizzare files). Tali computers sono detti “servers”. Gli utilizzatori sono detti “clienti” del server;
- Il client (workstation, laptop) sono gli utilizzatori ed accedono alle risorse;
- Il server fornisce alla rete le risorse da condividere (file server; printer server);

Considerazioni sulle reti LAN client/server (2/3)

- Elevata sicurezza
 - Con memorizzazione e gestione centralizzata delle risorse;
 - Con server piazzati fisicamente in locali di alta sicurezza;
 - Con sistemi operativi attenti all'aspetto sicurezza;
- Back-up centralizzato;

Considerazioni sulle reti LAN client/server (3/3)

- Sistema Operativo di rete per i server;
- Elevata affidabilità per l'uso di server con HW ridondante e sistemi operativi specifici;
- Richiede una gestione fatta da personale specializzato.

Termini importanti

Italiano	English	Deutsch
Rete locale	Local Area Network (LAN)	Lokales Netzwerk
Rete metropolitana	Metropolitan Area Network (MAN)	
Rete geografica	Wide Area Network (WAN)	Geographisches Netzwerk

Il modello a strati

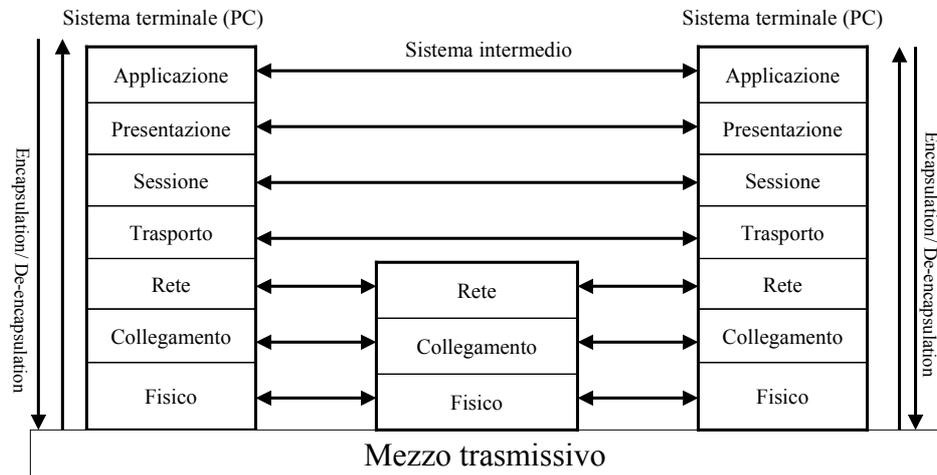
Perchè un modello?

- Un modello di riferimento e' utile per analizzare le diverse funzioni che e' necessario realizzare nella comunicazione tra due sistemi di elaborazione dati (computer origine e computer destinazione) e come essi interagiscono tra loro.

Il modello OSI (1/4)

- Il modello Open System Interconnection (OSI) e' stato definito e sostenuto dall'International Organization for Standardization (un organismo delle Nazioni Unite) per favorire la compatibilita' di prodotti di differenti fornitori;
- Al fine di poter essere applicato in situazioni molto generali il modello presenta un certo livello di complessità e di astrattezza;

Il modello OSI (2/4)



Il modello OSI (3/4)

- Ogni strato è finalizzato a realizzare un compito o meglio un insieme di compiti;
- Ogni strato ha interfacce con gli strati adiacenti (all'interno del proprio computer) e scambia informazioni con lo strato corrispondente che risiede nel computer remoto;

Il modello OSI (4/4)

- Il livello fisico è realizzato ad hardware (nelle cartoline di interfaccia) – Il livello di collegamento è realizzato in parte a SW e in parte ad HW - Tutti gli altri livelli sono realizzati a SW.
- Il modello OSI ha una importanza teorica notevole, ma non si sono affermate famiglie di protocolli che realizzano esattamente tale modello;

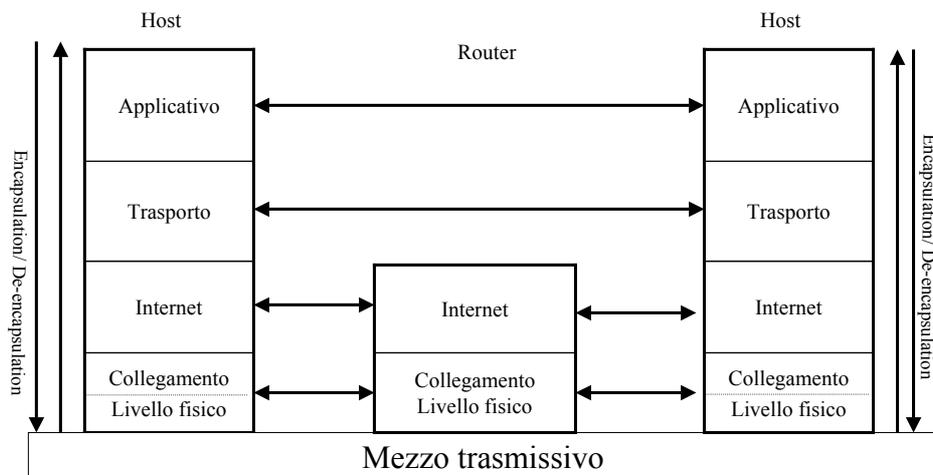
Protocolli di rete (1/2)

- NetBEUI (solo reti locali);
- IPX/SPX (preferibilmente reti locali);
- TCP/IP (reti locali e geografiche);

Protocolli di rete (2/2)

Modello OSI	TCP/IP	IPX/SPX	NetBEUI
Applicazione	Applicazione	Applicazione	SMB
Presentazione			
Sessione	TCP/UDP	SPX	NetBEUI
Trasporto			
Rete	IP	IPX	
Collegamento	Collegamento	Collegamento	Collegamento
Fisico	Fisico	Fisico	Fisico

Il modello Internet



Livello applicativo

- S'interfaccia con l'applicazione di rete e gestisce lo scambio dei messaggi tra i processi („programmi in esecuzione“) negli hosts che partecipano dell'applicazione.

Livello trasporto (1/2)

- Il livello di trasporto gestisce il trasporto dei pacchetti dati tra i due processi („programmi in esecuzione“) dall'host sorgente all'host destinazione;
- Il livello di trasporto offre al livello applicativo:
 - La possibilità di indirizzare i processi all'interno degli hosts di origine e di destinazione;
 - La possibilità di incrementare la qualità di trasmissione del livello di rete, che opera in modalità „best effort“;

Livello trasporto (2/2)

- Nel caso della pila TCP/IP due sono i protocolli a livello di trasporto: TCP (Transport Control Protocol) e UDP (User Datagram Protocol);

Livello di rete (1/2)

- Questo livello è responsabile di instradare i pacchetti dati dall'host sorgente all'host di destinazione;
- Il livello di rete non fa nessuna ipotesi sul canale trasmissivo adoperato, che può essere affidabile o non affidabile, in tal senso il livello di rete opera con modalità „best effort“;
- Nel caso della pila TCP/IP il protocollo di livello di rete è noto come Internet Protocol (IP);

Livello di rete (2/2)

- Appartengo al livello rete i protocolli di instradamento adoperati dai routers per scambiarsi le informazioni sulla topologia della rete e scoprire i cammini ottimali di instradamento.

Livello di collegamento (1/2)

- Nel cammino tra l'host di sorgente e l'host di destinazione i pacchetti dati vengono inoltrati di stazione in stazione (host, router) traversando differenti canali di trasmissione (reti) ;
- Questo strato realizza lo scambio dati tra due stazioni direttamente connesse (rete locale, rete geografica) adoperando i meccanismi di trasmissione dati degli apparati utilizzati:
 - I protocolli dipendono dal canale trasmissivo e sono indipendenti dalla pila di rete (linea seriale, rete Ethernet, ISDN,..) ;

Livello di collegamento (2/2)

- A livello di collegamento sono gestiti ad esempio il controllo di flusso, le trame dati, meccanismi per la detezione e correzione di errori, ecc;

Livello fisico

- Questo livello è responsabile della corretta trasmissione dei singoli bits tra due stazione direttamente connesse;
- In esso sono definite le interfacce al mezzo trasmissivo, come i valori di tensione o lo schema temporale;
- Come nel caso del livello di collegamento i protocolli in uso dipendono dal canale trasmissivo e sono indipendenti dalla pila di rete.

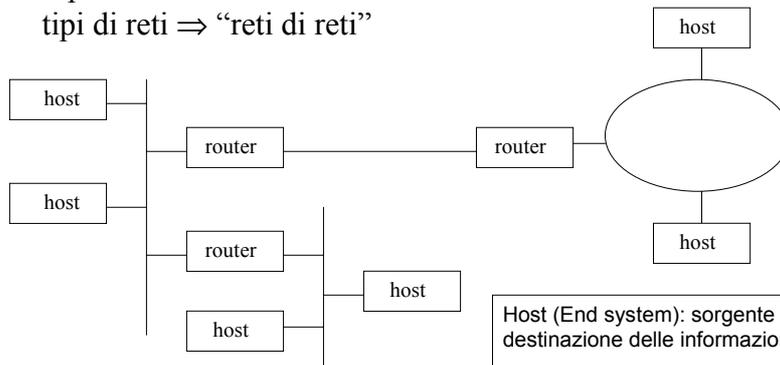
Approfondimento del protocollo TCP/IP

Lo standard Internet

- Lo standard Internet e' uno standard aperto in gran parte sviluppato nel mondo delle universita';
- Lo standard e' descritto in documenti chiamati RFC (Request for comment) per sottolineare il loro carattere temporaneo.

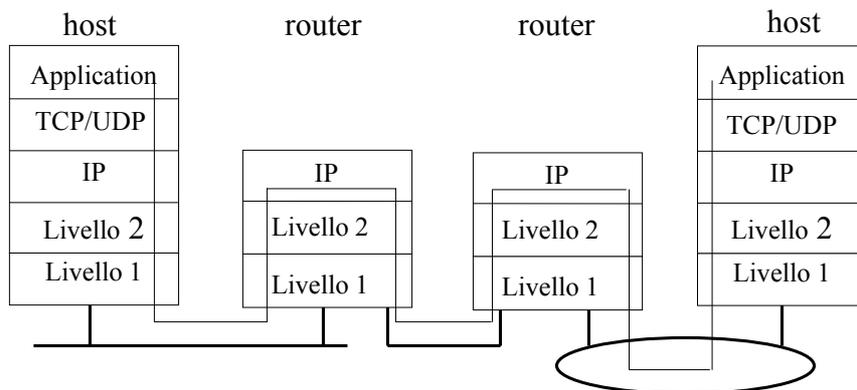
Il protocollo TCP/IP (1/3)

Visione: poter interconnettere differenti tipi di reti ⇒ “reti di reti”



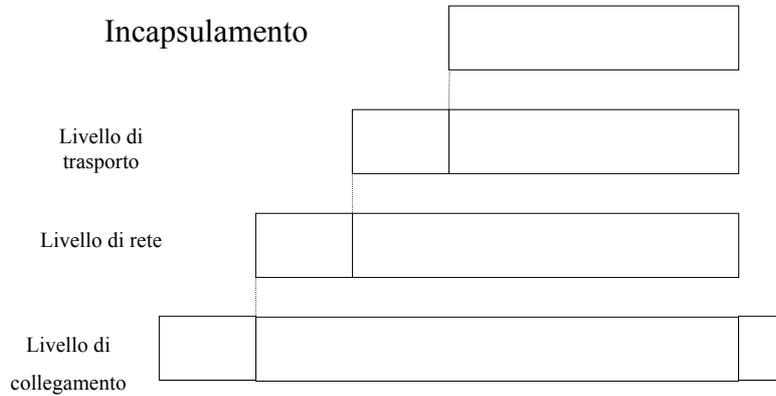
Host (End system): sorgente e destinazione delle informazioni
 Router (Intermediate system): operano l'instradamento dei pacchetti

Il protocollo TCP/IP (2/4)

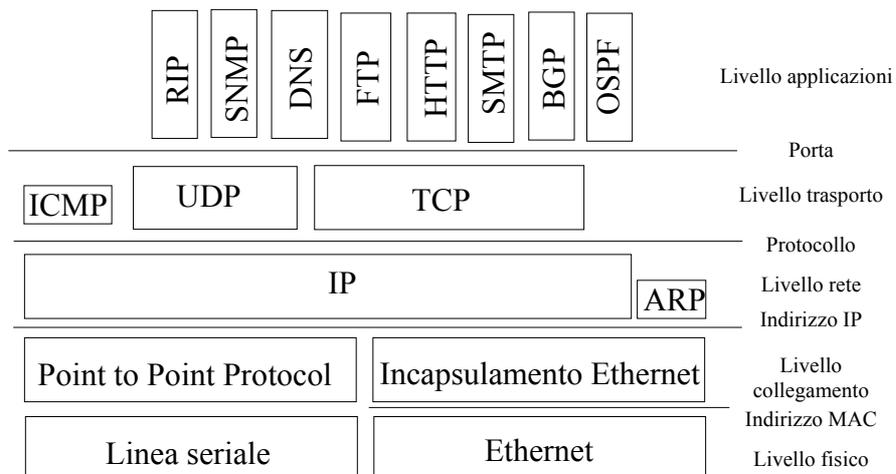


La funzione degli strati

Il protocollo TCP/IP (3/4)



Il protocollo TCP/ IP (4/4)



Terminologia (1/2)

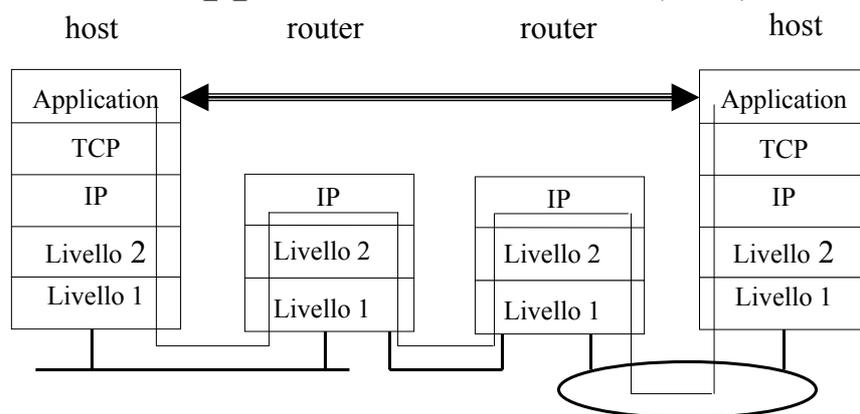
- Internet: Una rete di reti fisicamente non omogenee e appartenenti a diverse organizzazioni amministrative (private, statali) che si estende su tutto il pianeta, basata sull'uso protocollo TCP/IP e di servizi che poggiano su tale protocollo.

Terminologia (2/2)

- “internet”: rete di reti fisicamente omogenee o non omogenee connesse per il tramite della pila TCP/IP;
- Si parla di intranet quando le reti appartengono alla medesima organizzazione amministrativa;
- Si parla di extranet quando le reti appartengono a differenti soggetti.

Livello applicativo

Le applicazioni di rete (1/7)



Le applicazioni di rete (2/7)

- Le applicazioni di rete (o applicazioni distribuite) sono applicazioni a cui partecipano due o più hosts connessi per il tramite di una rete;
- Esempi di applicazioni di rete:
 - Domain Name System per mettere in relazione nomi di hosts con indirizzi IP;
 - World Wide Web (WWW) per reperire e acquisire documenti;
 - Posta elettronica per scambiare messaggi;
 - News per creare bacheche condivise;
 - File Transfer Protocol per gestire archivi software;

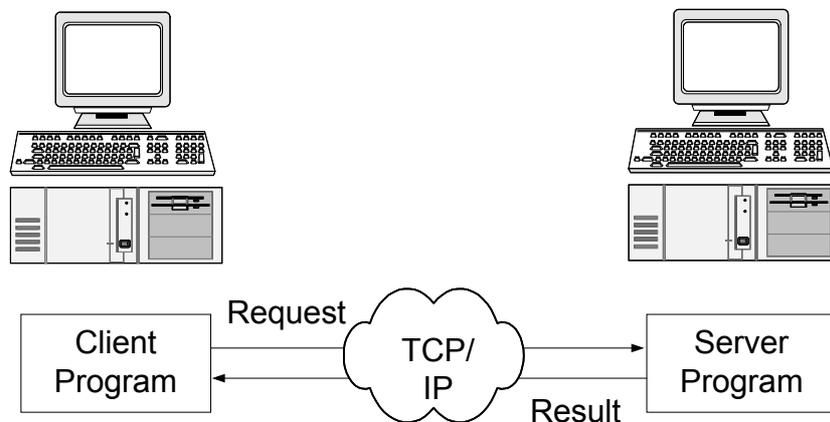
Le applicazioni di rete (3/7)

- Ogni applicazione di rete è costituita da diversi elementi, ad esempio il Web consiste di:
 - Standard per la definizione dei documenti (HTML);
 - Client, noto come browser (p. es. Internet Explorer, Netscape)
 - Server (p.es. Apache)
 - Protocollo applicativo HTTP (Hypertext Transfer Protocol);

Le applicazioni di rete (4/7)

- Il protocollo a livello applicativo è tipicamente costruito secondo lo schema client / server con la componente client generalmente locata nel PC dell'utente, che inoltra richieste alla componente server, locata nell'host remoto, dove il processo („programma in esecuzione“) è „in attesa“ di richieste di servizio;

Le applicazioni di rete (5/7)



Le applicazioni di rete (6/7)

- Il protocollo applicativo specifica i messaggi scambiati tra i processi („programmi in esecuzione“) degli hosts partecipanti alla applicazione:
 - Il tipo dei messaggi scambiati tra i due hosts;
 - La sintassi del messaggio, cioè i campi del messaggio e la loro struttura;
 - La semantica dei campi del messaggio, cioè il significato da dare ad ogni campo;
 - Le regole della interazione (quando e come) i messaggi vengono scambiati;

Le applicazioni di rete (7/7)

- Il software client rende disponibili all'utente le funzionalità dell'applicazione con una interfaccia in generale grafica e al tempo stesso gestisce la componente client del protocollo.

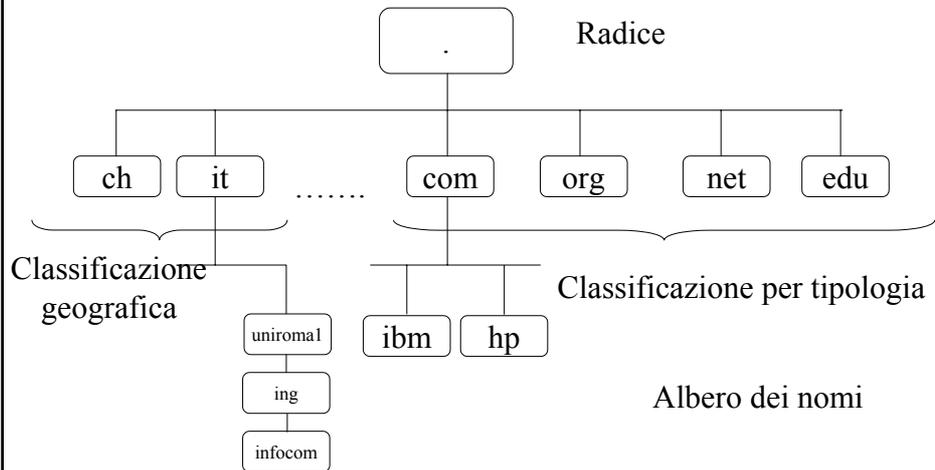
Domain Name System (1/6)

- La ragione di essere di questa applicazione è di tradurre („risolvere“) i nomi mnemonici adoperati per identificare gli hosts in indirizzi IP usati dal software;
- L'applicazione DNS supporta tutte le applicazioni Internet e viene chiamata in maniera trasparente per l'utente;

Domain Name System (2/6)

- L'applicazione DNS è costituita da:
 - Uno schema di tipo gerarchico per creare dei nomi unici da adoperare come nomi mnemonici degli hosts; (albero dei nomi)
 - Una banca dati distribuita, contenente i records di informazione adoperati, implementata in servers (name servers) organizzati in una struttura gerarchica e tra loro co-operanti;
 - Un protocollo (chiamato anche esso DNS) per gestire lo scambio dati tra i clients e i servers DNS come pure tra i servers DNS;

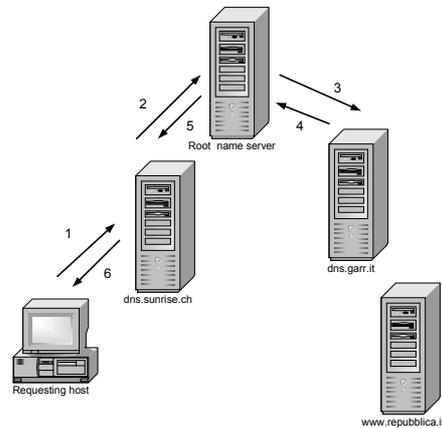
Domain Name System (3/6)



Domain Name System (4/6)

- L'algoritmo per la risoluzione dei nomi mnemonici è un esempio significativo di algoritmo distribuito affidabile ed efficiente;

Domain Name System (5/6)



Domain Name System (6/6)

- La banca dati è costituita da records che contengono informazioni del tipo:
- Host name \Rightarrow IP address
- Mail exchange \Rightarrow host name

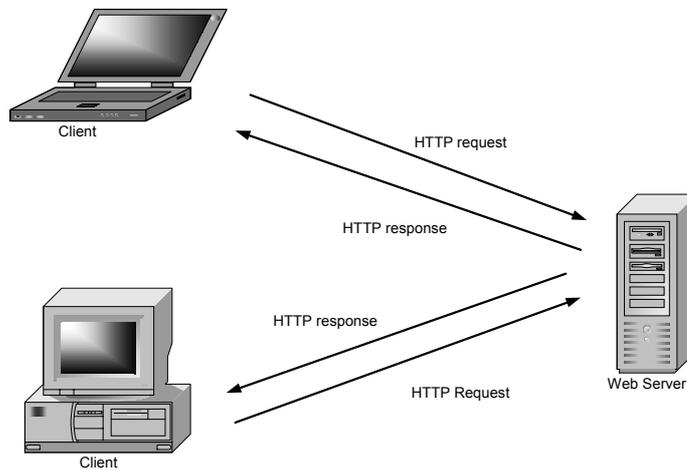
Worldwide Web (1/7)

- Questa applicazione consente ad un utente di reperire e acquisire documenti situati in un host remoto;
- L'applicazione adopera il protocollo applicativo HTTP (HyperText Transfer Protocol);

Worldwide Web (2/7)

- L'implementazione corrisponde al modello client/server:
 - L'utente opera tramite la componente client della applicazione denominata "browser";
 - La componente server opera in ogni host che metta a disposizioni documenti per il WWW;

Worldwide Web (3/7)



Worldwide Web (4/7)

- I clienti piu' diffusi:
 - Internet Explorer;
 - Netscape;
 - Opera;
- Un server largamente adoperato:
 - Apache;

Worldwide Web (5/7)

- I documenti WWW sono scritti in un particolare linguaggio (HTML, HyperText Markup Language) e sono multimediali e ipertestuali;
- Estensioni del linguaggio:
 - Documenti generati dinamicamente (CGI, Common Gateway Interface);
 - Applets Java;

Worldwide Web (6/7)

- Nel caso di documenti generati dinamicamente il server fa partire un programma. L'uscita del programma viene formattata dal server come documento WWW (documento dinamico) e viene trasmesso al client che lo rappresenta analogamente ai documenti statici;
- Nel caso dell'applet Java il server scarica sul client un codice (Java) che successivamente viene processato sul client;

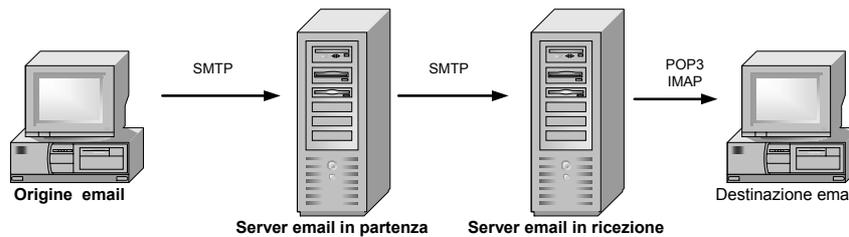
Worldwide Web (7/7)

- Ogni documento del WWW è identificato per il tramite di un identificatore detto URL (Uniforme Resource Locator) costruito secondo la sintassi seguente
`<protocol>://<host name>/<path name>`

Posta elettronica (1/6)

- La posta elettronica permette lo scambio di note e di documenti multimediali tra utenti;
- Questa applicazione contiene:
 - Standard per il formato dei messaggi trasmessi;
 - Componente client per la gestione di posta elettronica nei PC/Workstation delle utenze;
 - Protocolli applicativi costruiti secondo lo schema client/server: SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), POP3 (Post Office Protocol), IMAP (Internet Message Access Protocol);

Posta elettronica (2/6)



Posta elettronica (3/6)

- Il protocollo SMTP nella sua componente client viene usato dalle stazioni degli utenti e dai server per emettere e inoltrare i messaggi (opera in modalità “push”);
- Il protocollo SMTP nella sua componente server viene usato nei server per prendere in consegna i messaggi;

Posta elettronica (4/6)

- I protocolli POP3 e IMAP, di uso meno diffuso, vengono utilizzati dal client (PC utente) per scaricare la posta elettronica dalla casella postale configurata presso il server dell'ISP (modalità "pull");
- L'accesso al servizio di posta elettronica nel PC dell'utente ha luogo per il tramite di clients che supportano sia la creazione e la gestione dei messaggi ("user agent") sia la loro ricezione e trasmissione ("message transfer agent");

Posta elettronica (5/6)

- I piu' diffusi clienti di posta elettronica:
 - Outlook Express (compreso nel pacchetto di Internet Explorer);
 - Outlook (parte di Microsoft Office);
 - Eudora;
 - Messenger (modulo di Netscape);
- Gli indirizzi di posta elettronica in Internet hanno la forma: `username@domain_name`.

Posta elettronica (6/6)

- Un'interessante possibilità per scambiare posta elettronica tra utenti che condividono interessi comuni è offerta da applicazioni (ListServ, Majordomo) che rilanciano le e-mails spedite da un utente a tutti gli abbonati della lista;
- La lista possiede due indirizzi (da usare coerentemente!):
 - Per l'amministrazione della lista;
 - Per la mailing list (rilancio emails).

Network News (1/2)

- Il servizio Network News permette la condivisione di messaggi realizzando una "bacheca" virtuale;
- I messaggi Netnews sono organizzati per argomento all'interno di categorie chiamate "newsgroup";
- Il servizio Network New adopera il protocollo applicativo NNTP (Network News Transfer Protocol);

Network News (2/2)

- I programmi client di News (“news reader”) piu’ diffusi:
 - Outlook Express;
 - Agent;
 - Netscape Communicator.

File Transfer Protocol (1/2)

- Questo servizio permette agli utenti di trasferire in modo efficiente e affidabile file da e per archivi su host remoti; inoltre l’utente puo’visualizzare il contenuto di sistemi di archiviazione remoti e di modificare o cancellare files e cartelle ivi residenti.
- L’applicazione adopera uno dei protocolli classici di Internet noto come FTP (File Transfer Protocol);

Trasferimento File / Gestione archivi (2/2)

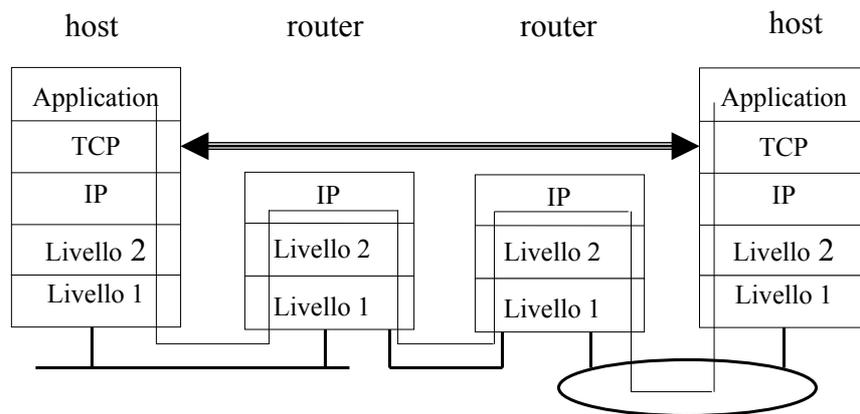
- Esempi di programmi client per la gestione archivi:
 - WS_FTP;
 - CuteFTP.

Altre applicazioni

- Internet Relay Chat (IRC);
- Finger;
- Whois;
- WAIS;
- Video Conferencing;

Livello di trasporto

Livello di trasporto (1/4)



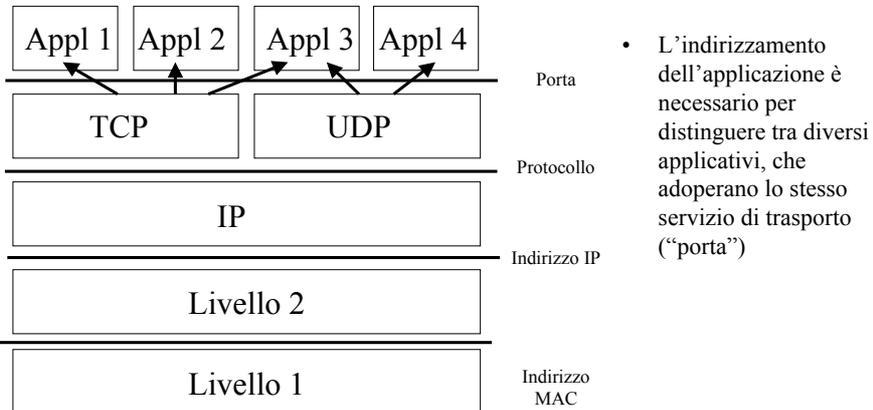
Livello di trasporto (2/4)

- Lo strato di trasporto gestisce il trasferimento dei pacchetti dati dal processo dell'host di origine al processo nell'host di destinazione ;
- Il protocollo a livello di trasporto ha la sua ragione d'essere in quanto:
 - Il protocollo di rete fornisce il trasferimento da host a host ma non distingue a quale processo applicativo è diretto un pacchetto dati;
 - Il livello di rete fornisce un servizio “best effort” (“facendo del suo meglio”) con possibile eliminazione, duplicazione e arrivo fuori sequenza dei pacchetti;

Livello di trasporto (3/4)

- La pila TCP/IP offre al livello applicativo due protocolli di trasporto:
 - User Datagram Protocol (UDP)
 - È utilizzato quando l'applicazione non richiede funzioni di controllo di flusso e controllo d'errore;
 - TCP (Transfer Control Protocol)
 - È utilizzato per applicazioni che richiedono funzioni di controllo e di flusso;

Livello di trasporto (4/4)



User Datagram Protocol (1/3)

- Il protocollo UDP è il più semplice dei due protocolli a livello di trasporto della pila TCP/IP;
- UDP offre:
 - Indirizzamento dell'applicazione tramite la „porta“ rendendo possibile la moltiplicazione (host di origine) e la demoltiplicazione (host di destinazione);
 - Somma di controllo sull'intero pacchetto dati;

User Datagram Protocol (2/3)

Porta di origine (16 bit)	Porta di destinazione (16 bit)
Lunghezza (16 bit)	Somma di controllo (16 bit)
Dati	

User Datagram Protocol (3/3)

- I campi dell'intestazione del pacchetto dati UDP:
 - Porta di origine (16 bit);
 - Porta di destinazione (16 bit);
 - Lunghezza dell'intero pacchetto dati (16 bit), espressa in byte;
 - Somma di controllo sull'intero pacchetto dati (16);

User Datagram Protocol (UDP)

- Perché usare il protocollo UDP?

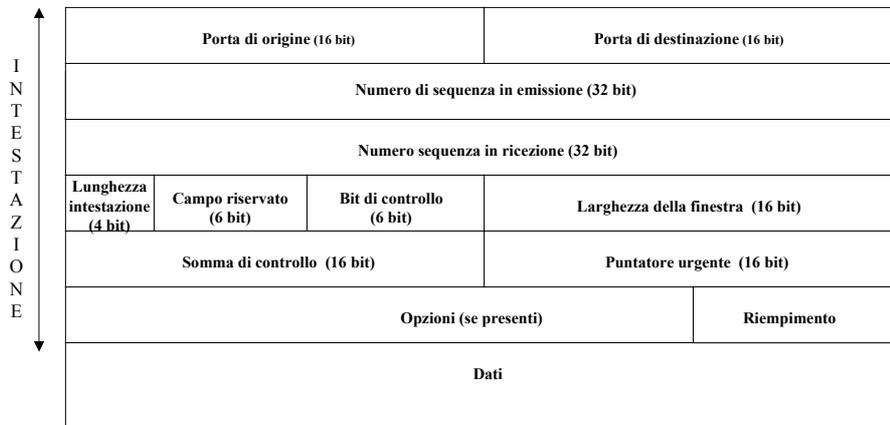
Transmission Control Protocol (1/7)

- Questo protocollo offre al livello applicativo un canale trasmissivo connesso tra i processi di origine e di destinazione dei due hosts partecipanti alla applicazione;

Transmission Control Protocol (2/7)

- Il protocollo TCP offre:
 - Indirizzamento dell'applicazione tramite la „porta“ rendendo possibile la moltiplicazione (host di origine) e la demoltiplicazione (host di destinazione);
 - Uno scambio dati affidabile (per l'applicazione):
 - Controllo e recupero errore;
 - Ri-ordinamento dei pacchetti dati di livello di rete;
 - Controllo di congestione (per il bene generico di Internet);

Transmission Control Protocollo (3/7)



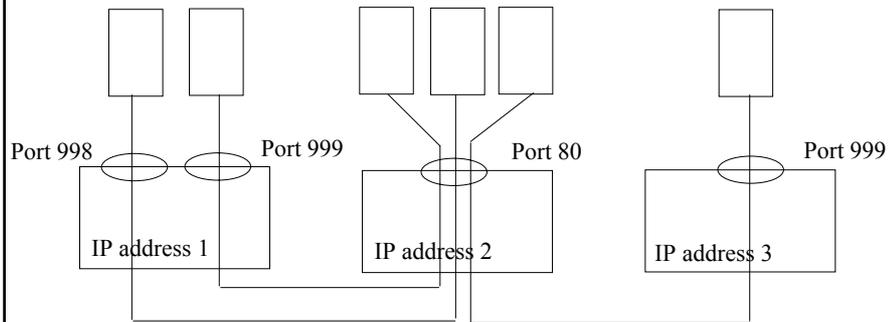
Transmission Control Protocollo (4/7)

- I campi del pacchetto dati TCP:
 - Porta di origine (16 bit);
 - Porta di destinazione (16 bit);
 - Numero sequenza in emissione (32 bit);
 - Numero sequenza in ricezione (32 bit);
 - Lunghezza dell'intestazione (4 bit), avendo come unità di misura parole di 32 bit – min 5 / max 15 parole;
 - Campo riservato (6 bit);
 - Bit di controllo (6 bit);

Transmission Control Protocollo (5/7)

- Larghezza della finestra (16 bit);
- Somma di controllo (16 bit);
- Puntatore urgente (16 bit);
- Opzioni, se presenti, allineate a parole di 32 bit con byte di riempimento (padding);
- Dati („payload“), lunghezza variabile.

Transmission Control Protocol (6/7)

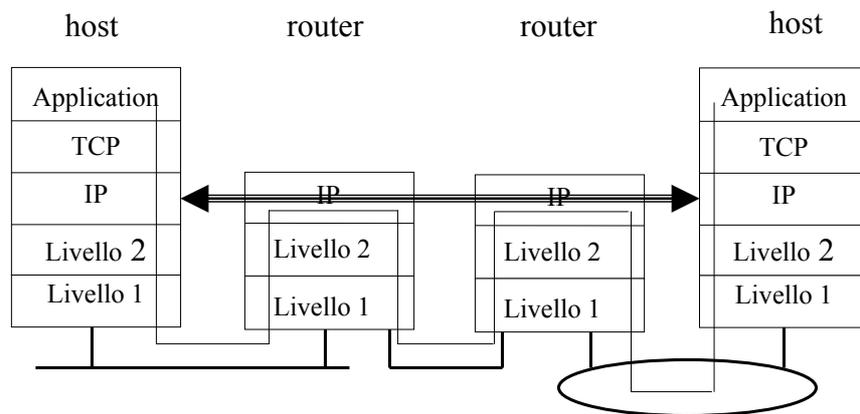


Transmission Control Protocol (7/7)

- Essendo il protocollo TCP di tipo connesso esso evolve attraverso le fasi di:
 - Instaurazione;
 - Trasferimento dati;
 - Abbattimento;

Livello di rete

Livello di rete (1/7)



Protocollo Internet (IP) (2/7)

- Il protocollo Internet (IP) gestisce lo scambio dei pacchetti dati tra l'host di origine e l'host di destinazione;
- Il livello di rete fornisce un servizio “best effort” (“facendo del suo meglio”) con possibile eliminazione, duplicazione e arrivo fuori sequenza dei pacchetti;

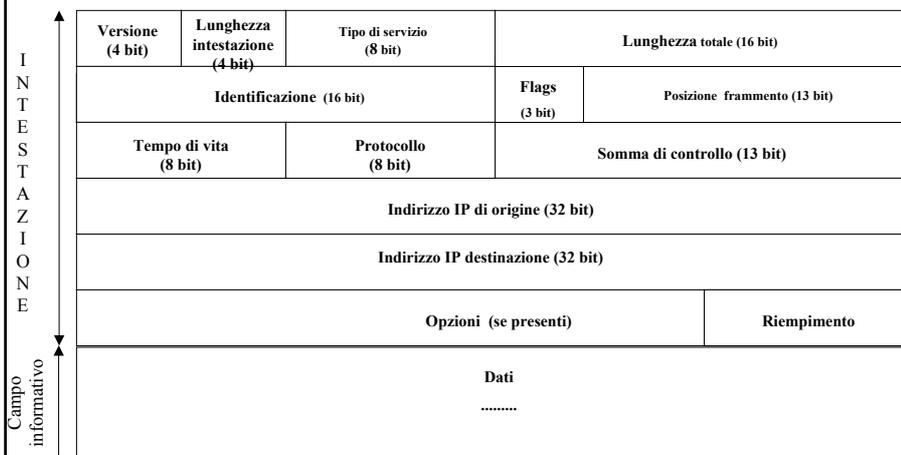
Protocollo Internet (IP) (3/7)

- Nell'host origine il livello rete riceve i pacchetti dati da quello livello di trasporto, e li elabora secondo questa procedura:
 - Segmentazione (se piu' lunghi della massima lunghezza consentita dalla sottorete);
 - Incapsulamento in pacchetti IP;
 - Consegna al livello di collegamento per la consegna al primo router;

Protocollo Internet (IP) (4/7)

- Nell'host di destinazione, il livello di rete riceve i pacchetti IP dal livello di collegamento e li elabora secondo questa procedura:
 - Riassembla i frammenti in pacchetti;
 - Estrae dai pacchetti IP i dati del livello di trasporto consegnandoli nell'ordine in cui sono arrivati;
- Il protocollo poggia su un sistema di indirizzamento globale che assegna ad ogni interfaccia di rete un indirizzo IP secondo determinate regole;

Protocollo Internet (IP) (5/7)



Protocollo Internet IP (6/7)

- I campi del pacchetto dati IP:
 - Versione del protocollo (4 bit);
 - Lunghezza dell'intestazione (4 bit), avendo come unità di misura parole di 32 bit – min 5 / max 15 parole;
 - Tipo di servizio (8 bit);
 - Lunghezza totale (16 bit), avendo come unità di misura il byte – max 65'536 byte;
 - Identificazione (16 bit);
 - Flags (bandiere) di frammentazione (3 bit);

Protocollo Internet IP (7/7)

- Posizione frammento (13 bit), espressa in multipli di 8 byte;
- Tempo di vita (8 bit);
- Protocollo (8 bit);
- Somma di controllo (16 bit), estesa su tutta l'intestazione;
- Indirizzo IP di origine (32 bit);
- Indirizzo IP di destinazione (32 bit);
- Opzioni, se presenti, allineate a parole di 32 bit con byte di riempimento (padding);
- Dati („payload“), lunghezza variabile;

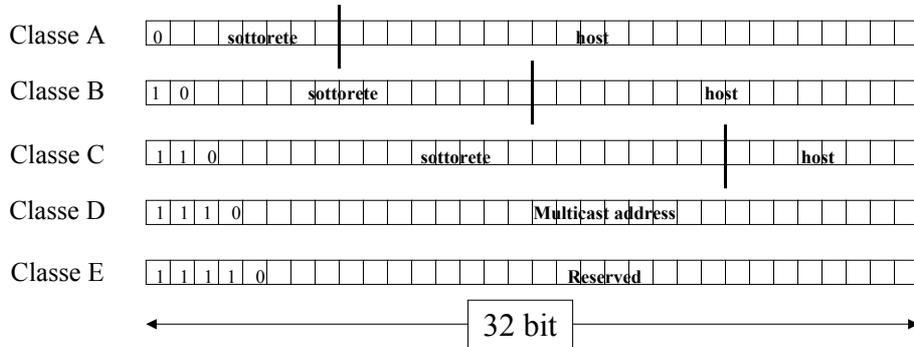
Indirizzi IP (1/9)

- L'indirizzo IP identifica l'interfaccia degli hosts e dei routers con la rete (un router ha piu' di un indirizzo IP);
- L'indirizzo IP viene usato per instradare i pacchetti di dati attraverso una rete IP;
- L'indirizzo IP è un indirizzo logico, configurabile (non legato all'hardware dell'interfaccia) e portabile da apparato a apparato.

Indirizzi IP (2/9)

- L'indirizzo IP è formato da 32 bit (4 byte) e strutturato in due parti, l'identificatore rete IP e l'identificatore dell'host;
- La combinazione è unica: non possono esistere in una rete due indirizzi IP eguali;

Indirizzi IP (3/9)



Indirizzi IP (4/9)

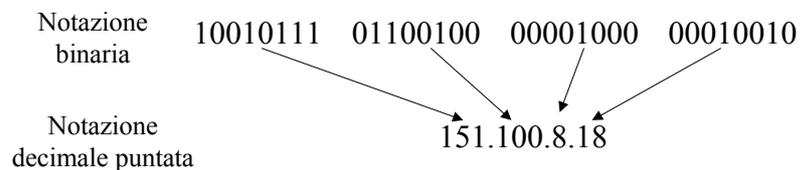
Classe	Bit iniziali	Identificatore rete	Identificatore host	Reti disponibili	Host disponibili
A	0	7 bit	24	128	16'777'216
B	10	14 bit	16	16384	65'536
C	110	21 bit	8	2'097'152	256
D	1110	Indirizzo multicast: 28 bit. Indirizzi possibili: 268'435'456 (2^{28})			
E	11110	Riservata per usi futuri: 27 bit. Indirizzi possibili: 134'217'728 (2^{27})			

Indirizzi IP (5/9)

Significato	Rete	Host
“questo host”	tutti 0	tutti 0
La rete a cui appartiene l’host con indirizzo “Host”	tutti 0	“host”
Tutti gli host	tutti 1	tutti 1
Tutti gli host della rete “Net”	“Net”	Tutti 1
loopback	127 (in decimale) seguito da qualsiasi cosa	

Indirizzi IP (6/9)

- Le due forme correnti per rappresentare gli indirizzi IP sono la notazione binaria e la notazione decimale puntata (“dotted”):



Indirizzi IP (7/9)

- Lo spazio di indirizzi riservato per reti interne (RFC 1918):
 - 1 blocco di classe A: 10.0.0.0- 10.255.255.255
 - 16 blocchi classe B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255
 - 256 blocchi in classe C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255
- Questo spazio di indirizzi non puo' essere instradato via Internet;
- L'uso di questo spazio di indirizzi non è soggetto a registrazione.

Indirizzi IP (8/9)

- La struttura di indirizzamento a due livelli gerarchici era sufficiente nella fase iniziale di Internet; nel 1984 e' stato aggiunto un terzo livello gerarchico: il livello di sottorete (subnet);
- Si utilizzano alcuni bit del campo host per creare un ulteriore livello gerarchico. L'uso di questo livello gerarchico resta nascosto al di fuori del dominio amministrativo che lo gestisce.

Schema di indirizzamento (9/9)

- Una maschera (“subnet mask”) viene adoperata per identificare la parte della sequenza di 32 bits adoperata per la rete e la sottorete.
- Una ulteriore evoluzione è stata quella del Classless Internet Domain Addressing (CIDR).

L'instradamento (1/3)

- Quando gli host di origine e di destinazione del pacchetto dati IP fanno parte della stessa sottorete, la trasmissione del pacchetto è gestita dai due hosts (instradamento diretto; connessione diretta);
- Quando l'host di origine e di destinazione non fanno parte della stessa sottorete, il pacchetto IP deve essere instradato da un apparato specifico, il router (instradamento indiretto; connessione via router);

L'instradamento (2/3)

- Il router opera sulla base delle proprie tabelle di routing (instradamento), costituite da coppie (rete di destinazione, prossimo router);
- I routers si interfacciano a due o più reti (hanno due o più indirizzi IP) e operano l'instradamento prelevando i pacchetti IP da una interfaccia, processandoli (esaminando l'indirizzo di destinazione) e rilanciandoli attraverso una altra interfaccia alla destinazione finale o al prossimo router come prescritto dalla tabella di routing;

L'instradamento (3/3)

- Le tabelle di instradamento vengono generate dinamicamente per il tramite di scambio messaggi tra i routers e con algoritmi specifici.

Accesso ad Internet tramite ISP (1/2)

- Nel caso di un host non direttamente connesso ad Internet, l'host deve essere opportunamente configurato tramite le informazioni seguenti:
 - Indirizzo IP router di default;
 - Indirizzo IP name-server;
 - Indirizzo IP;

Accesso ad Internet tramite ISP (2/2)

- L'indirizzo IP puo' essere attribuito dall'ISP con diverse modalità:
 - Dinamica;
 - Statica;
- I protocolli in uso tra l'host e il provider (ISP) sono tipicamente:
 - Point to Point Protocol (PPP);
 - Point to Point over Ethernet (PPPoE).

Internet Control Message Protocol (1/2)

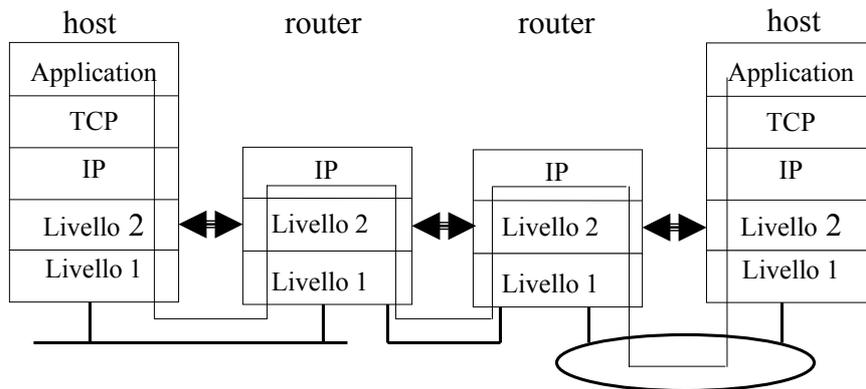
- Il protocollo Internet Control Message (ICMP) viene adoperato dagli host e dai routers per scambiare messaggi di errore o altre condizioni che richiedono attenzione:
 - Host non raggiungibile;
 - Pacchetto cancellato;
 -
- La funzione di ICMP è solo di notifica degli errori al sistema di origine, non specifica le azioni da prendere per rimediare errori e malfunzionamenti.

Internet Control Message Protocol (2/2)

- Il protocollo ICMP viene situato a livello di rete anche se dovrebbe essere considerato al di sopra del protocollo IP nel quale i messaggi di ICMP vengono incapsulati;
- Il destinatario di un messaggio ICMP è il processo che implementa IP (non un programma applicativo od un utente);
- Le due utilità Ping e Traceroute adoperate nella amministrazione di reti IP adoperano messaggi appartenenti a questo protocollo.

Livello di collegamento

Livello di collegamento (1/2)



Livello di collegamento (2/2)

- Il livello di collegamento delle reti locali e dei protocolli delle reti geografiche sono stati definiti per potervi incapsulare differenti protocolli a livello di rete (IP, IPX, NetBEUI), in tal senso i livelli di collegamento e fisico non appartengono a nessuna specifica pila di protocolli di rete.

Reti in area locale

Lo standard Ethernet (1/3)

- Lo standard Ethernet per le reti in area locale venne sviluppato all'inizio degli anni '70 al centro ricerche della Xerox a Palo Alto con sforzi congiunti della Digital, della Intel e della Xerox. (standard Ethernet DIX);
- Lo standard Ethernet DIX è stato approfondito ed esteso nell'ambito del progetto 802 dalla IEEE, l'associazione americana degli ingegneri elettronici;

Lo standard Ethernet (2/3)

- Ethernet e Fast Ethernet sono attualmente le tecnologie di avanguardia e di successo nel campo delle reti in area locale:
 - Sono piu' economiche di altre tecnologie;
 - Possono interconnettere i piu' svariati sistemi di computer;
 - Sono estremamente scalabili.

Lo standard Ethernet (3/3)

- Lo standard 802.3 copre sostanzialmente tre aspetti:
 - La tecnologia trasmissiva che si basa sostanzialmente su un canale trasmissivo condiviso tra le diverse stazioni della rete locale con accesso non coordinato;
 - La trama Ethernet per trasportare tra le stazioni i dati forniti dal livello di rete;
 - Le specifiche hardware che riguardano il cablaggio e l'elettronica adoperata.

La tecnica trasmissiva CSMA/CD (1/2)

- Il mezzo trasmissivo è condiviso;
- Le stazioni trasmettono i pacchetti di dati (trame) senza coordinamento con le altre stazioni;
- Nel caso di collisione un hardware dedicato della scheda di rete rileva questa situazione anomala, la trasmissione è interrotta e un nuovo tentativo di trasmissione è eseguito dopo un intervallo di tempo casuale;

La tecnica trasmissiva CSMA/CD (2/2)

- Tale tecnica trasmissiva è nota come Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD);
- I pacchetti vengono ricevuti da tutte le stazioni. La stazione destinataria copia il pacchetto nella propria interfaccia;
- Le stazioni non destinatarie cancellano il pacchetto dopo averlo ricevuto;

Indirizzamento MAC (1/6)

- Le stazioni di una rete locale sono connesse tramite un mezzo di trasmissione condiviso;
- La sorgente deve conoscere l'indirizzo della stazione di destinazione per poter effettuare lo scambio dati (sono possibili indirizzi unicast, multicast, broadcast);

Indirizzamento MAC (4/6)

- Se una stazione deve inviare un pacchetto dati a tutte le altre stazioni della propria LAN, essa adopera una modalità di indirizzamento particolare, detto broadcast (trasferimento diffusivo) con indirizzo MAC:
 - FF-FF-FF-FF-FF-FF

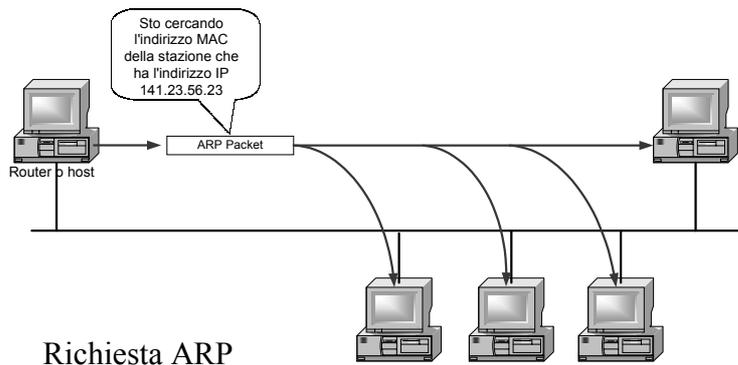
Indirizzamento MAC (5/6)

- Ogni stazione avente una interfaccia Ethernet possiede una tabella („look up“) che fa corrispondere agli indirizzi IP delle stazioni della rete locale i corrispondenti indirizzi MAC;
- La tabella viene popolata con il protocollo Address Resolution Protocol (ARP);

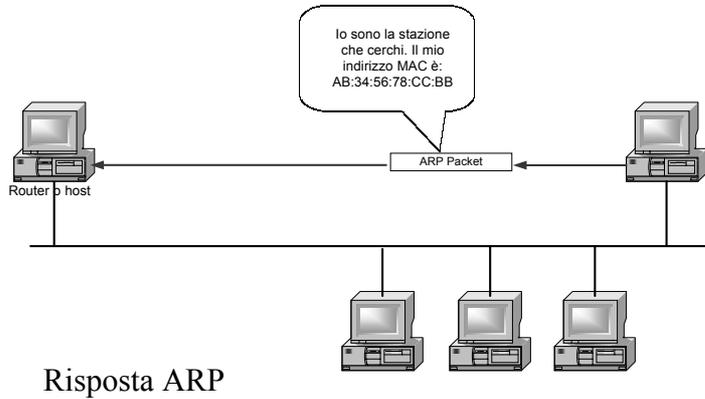
Indirizzamento MAC (6/6)

- Il protocollo ARP, collocato logicamente al confine tra livello di rete e il livello di collegamento, viene adoperato per mettere in relazione l'indirizzo IP (indirizzo globale) con l'indirizzo MAC (indirizzo locale) usato nella rete locale (p.es. Ethernet):
 - Il protocollo definisce messaggi che permettono ad una stazione di richiedere l'indirizzo MAC di una altra stazione connessa alla medesima LAN e avente un indirizzo IP noto.

Protocollo ARP (1/2)



Protocollo ARP (2/2)



La trama Ethernet (1/2)

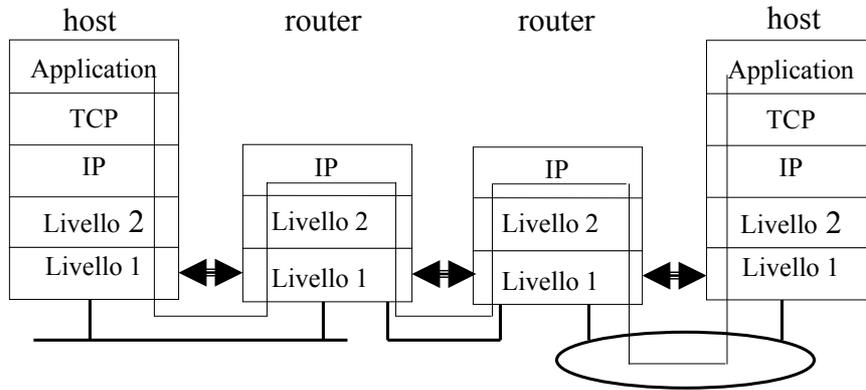
7 ottetti	Preambolo
1 ottetto	Delimitatore di inizio trama
6 ottetti	Indirizzo di destinazione
6 ottetti	Indirizzo di sorgente
6 ottetti	Lunghezza
	Dati
	Riempimento
4 ottetti	Somma di controllo

La trama Ethernet (2/2)

- I campi della trama Ethernet:
 - Preambolo: 7 ottetti, per scopi di sincronizzazione;
 - Delimitatore di inizio trama: sequenza di 8 bit (“10101010”) che indica l’inizio del pacchetto dati;
 - Indirizzi di destinazione e di sorgente: 48 bit;
 - Lunghezza: indica la lunghezza del blocco dati, in ottetti (incluso un eventuale riempimento);
 - Riempimento (opzionale): per rendere la lunghezza della trama di almeno 64 byte (esclusi preambolo e delimitatore);
 - Somma di controllo: 4 byte, per il controllo di errore.

Livello fisico

Livello fisico

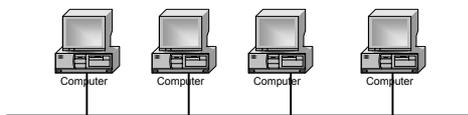


Reti in area locale

Topologia

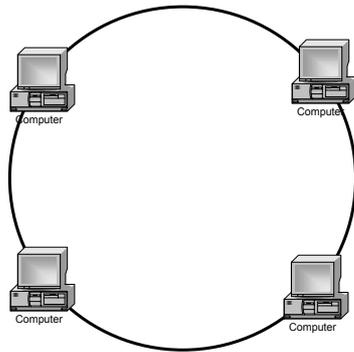
- Topologia a bus;
- Topologia ad anello;
- Topologia a stella;

Topologia a bus



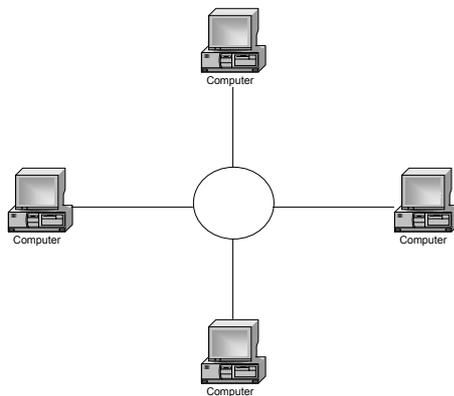
I pacchetti viaggiano sul bus e vengono raccolti da tutte le stazioni. La stazione destinataria copia il pacchetto nella propria interfaccia. (Le stazioni non destinatarie cancellano il pacchetto dopo averlo prelevato dal bus.)

Topologia ad anello



I pacchetti viaggiano di stazione in stazione fino a raggiungere la stazione di destinazione

Topologia a stella



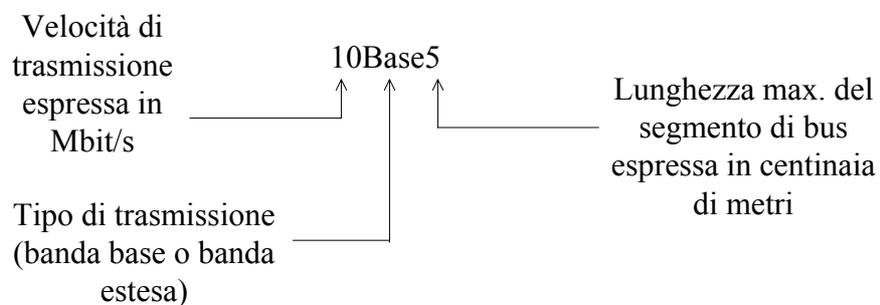
Tutti i pacchetti dati passano per il nodo centrale

L'hardware Ethernet (1/3)

- Gli standard definiti dall'IEEE definiscono diverse velocità e mezzi trasmissivi:
 - 10Base5 (cavo coassiale spesso; thick coax);
 - 10Base2 (cavo coassiale sottile; thin coax);
 - 10BaseT (doppino ritorto; twisted pair);
 - 10BaseF (fibra ottica);
 - 100BaseT (Ethernet veloce con doppino ritorto);
 - 100BaseF (Ethernet veloce su fibra ottica);
 - 1000BaseT, 1000BaseF (Gigabit Ethernet su doppino ritorto o fibra);

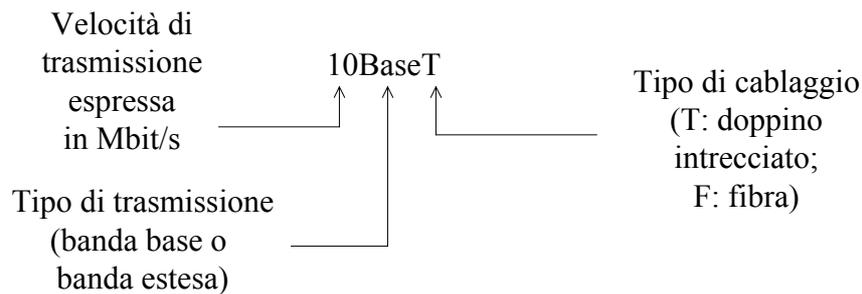
L'hardware Ethernet (2/3)

- Chiave di lettura della codifica per gli standards su cavo coassiale (spesso o sottile):



L'hardware Ethernet (3/3)

- Chiave di lettura della codifica per gli standards su doppino ritorto o fibra:



Ethernet 10Base5 (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - 500 metri di lunghezza massima (per segmento);
- La realizzazione fisica corrisponde ad un cablaggio a “serpente” che tocca tutte le stazioni una volta sola:
 - Un bus coassiale e’ cablato nell’edificio o nel sito dove la rete locale va installata;

Ethernet 10Base5 (2/3)

- Ogni stazione contiene una scheda (adattatore di rete); ad esso viene connesso un corto cavo alla cui estremità è collegato un dispositivo (transceiver) che si aggancia al bus con un dispositivo a vampiro:
- Tutto il bus costituisce un dominio di collisione.

Ethernet 10Base5 (3/3)

- L'estensione della rete può essere incrementata mediante ripetitori fino ad un massimo di 2'500 m (4 ripetitori).

Ethernet 10Base2 (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - 200 metri di lunghezza massima (segmento); - in effetti 185 m
- Le stazioni sono collegate a catena tramite cavo coassiale:
 - Il cavo utilizzato è il cavo RG-58, simile a quello utilizzato usato per la televisione di casa;
 - Il cavo ha una resistenza di 50 ohm e deve essere terminato per evitare riflessioni del segnale;

Ethernet 10Base2 (2/3)

- Le schede di interfaccia delle stazioni sono connesse ai cavi coassiali per il tramite di dispositivi a “T”;
- Tutta la struttura (stazioni, cavi coassiali) costituisce un unico dominio di collisione.

Ethernet 10Base2 (3/3)

- L'estensione della rete puo' essere incrementata mediante ripetitori fino ad un massimo di 900 m (4 ripetitori).

Ethernet 10BaseT (1/3)

- La chiave di lettura fornisce:
 - 10 Mbps;
 - Trasmissione in banda base;
 - Uso di doppino ritorto per il cablaggio;
- L'implementazione fisica corrisponde ad una topologia a stella:
 - Un doppino ritorto non schermato e' cablato tra ogni stazione ed un punto centrale di concentrazione (hub, switch);
 - La massima distanza tra il punto di concentrazione e ogni stazione e' limitata a circa 100 – 150 m;

Ethernet 10BaseT (2/3)

- L' hub che funge come centro stella amplifica i segnali in ingresso e rende disponibile ogni pacchetto dati ricevuto ad ogni altra porta (modalità di trasmissione diffusiva):
 - la configurazione a stella si comporta logicamente come un bus;

Ethernet 10BaseT (3/3)

- Se uno switch viene usato come elemento di concentrazione, il pacchetto dati viene reso disponibile solo alla stazione di destinazione: le stazioni possono operare in modalità duplex e sfruttare completamente la larghezza di banda disponibile;

Concentratore (hub) e commutatore (Switch)

- Hub: è un dispositivo appartenente al livello fisico, che non elabora il contenuto dei pacchetti;
- Switch: è un apparato al livello di collegamento, che elabora il contenuto dei pacchetti e li instrada alla porta della stazione di destinazione evitando le collisioni;

Fast Ethernet

- Questo standard prevede l'aumento di velocità di un fattore 10, da 10 a 100 Mbps;
- Le implementazioni proposte:
 - 100Base T4: 4 doppini fra l'hub e la stazione;
 - 100BaseT: doppino classe 5;
 - 100BaseFX: fibra ottica;

Gigabit Ethernet

- Questo standard prevede l'aumento di velocità di un fattore 10, da 100 a 1000 Mbps;
- Le implementazioni proposte:
 - 1000BaseT;
 - 1000BaseF;

Ethernet su supporto radio

- Definite nello standard 802.11